

# HEINZ NIXDORF INSTITUT INSTITUTE



## **Mitglieder des Vorstands**

### **Members of board of directors**

#### **Gruppe der Professoren:**

##### **Professor group:**

Prof. Dr. Eric Bodden  
Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhelm Dangelmaier  
Prof. Dr.-Ing. habil. Falko Dressler  
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier (Seniorprofessor)  
Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler  
Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil  
Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide\*  
Prof. Dr. rer. nat. Burkhard Monien  
Prof. Dr. phil. Volker Peckhaus\*  
Prof. Dr. rer. nat. Franz Josef Rammig  
Prof. Dr.-Ing. Christoph Scheytt (Vorsitzender/chairman)\*  
Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler\*

\* Mitglieder im geschäftsführenden Vorstand

\* Members of Executive Board

#### **Gruppe der wissenschaftlichen Mitarbeiter:**

##### **Academic staff:**

M.Sc. Frederik Simon Bäumer  
Dr. rer. nat. Matthias Fischer

#### **Gruppe der weiteren Mitarbeiter:**

##### **Non-academic staff:**

Dipl.-Ing. Karsten Mette

#### **Gruppe der Studierenden:**

##### **Student group:**

Sebastian Eßfeld

## **Mitglieder des Kuratoriums**

### **Members of curatorship**

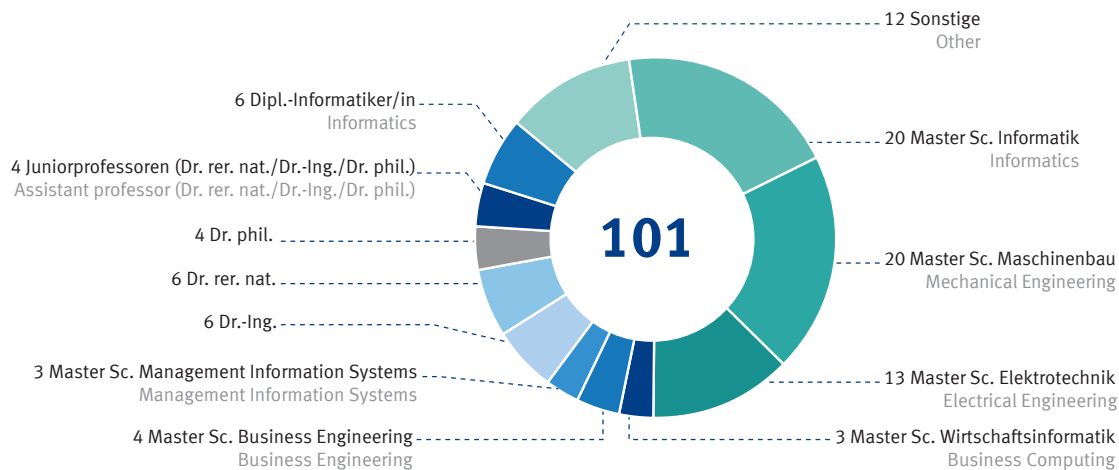
Michael Dreier, Bürgermeister der Stadt Paderborn  
Prof. Dr.-Ing. Norbert Gronau, Universität Potsdam  
Dr.-Ing. Horst Nasko, stv. Vorsitzender der Stiftung Westfalen  
Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart, Technische Universität München  
Prof. Dr. rer. nat. Wilhelm Schäfer, Präsident der Universität Paderborn  
Dr. Eduard Sailer  
Prof. Dr. Holm Tetens, Freie Universität Berlin  
Prof. Dr. Klaus Waldschmidt, Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main  
Prof. Dr. Dorothea Wagner, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

## Das Institut in Zahlen

Instituts statistics

### Akademisches Profil des interdisziplinären Instituts

Academic profile of the interdisciplinary institute

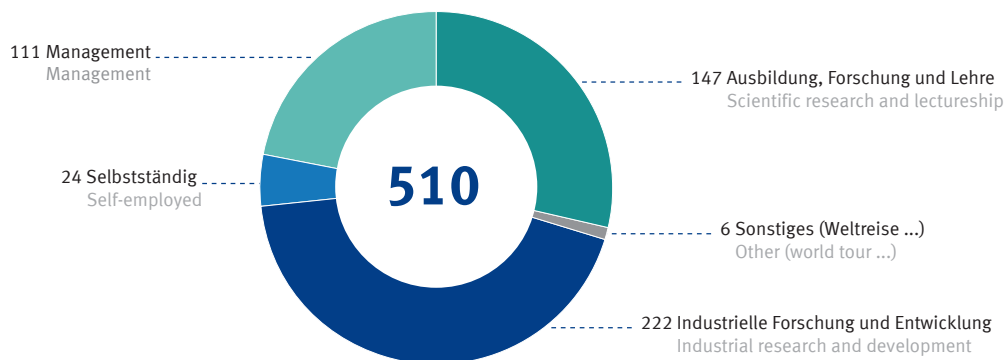


## Tätigkeitsbereiche promovierter Absolventinnen und Absolventen

Activities of employees with PhD

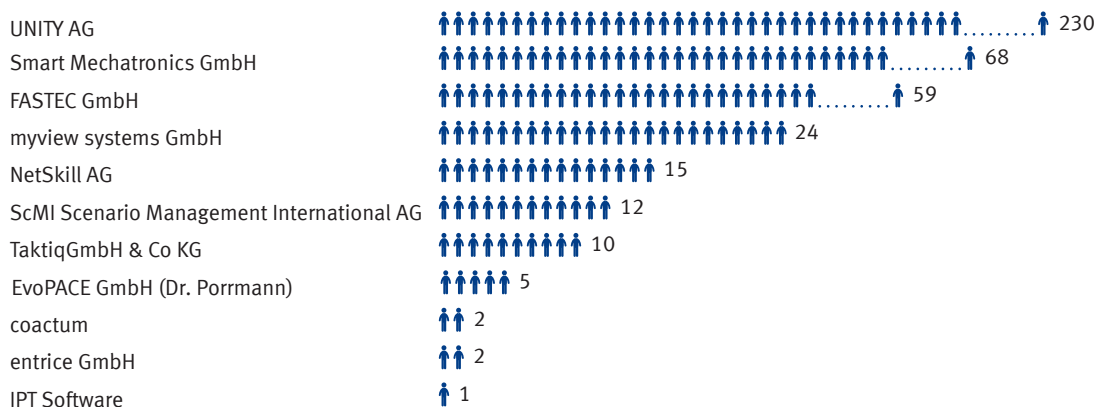
(seit Gründung des Instituts 1987)

(since foundation of the institute 1987)



## Spin-Offs aus dem Heinz Nixdorf Institut

Jobs at spin-offs of the Heinz Nixdorf Institute

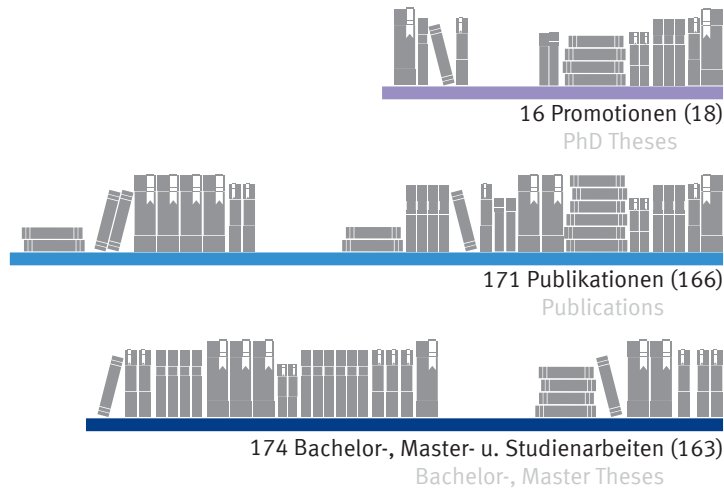


## Wissenschaftliche Arbeiten und Publikationen

### Scientific results and publications

(Vorjahr 2016)

(Previous year 2016)

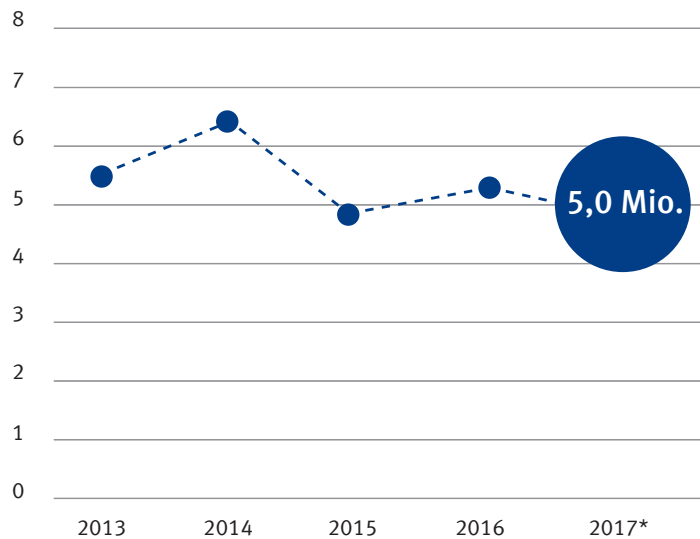


## Drittmittel

### External funds

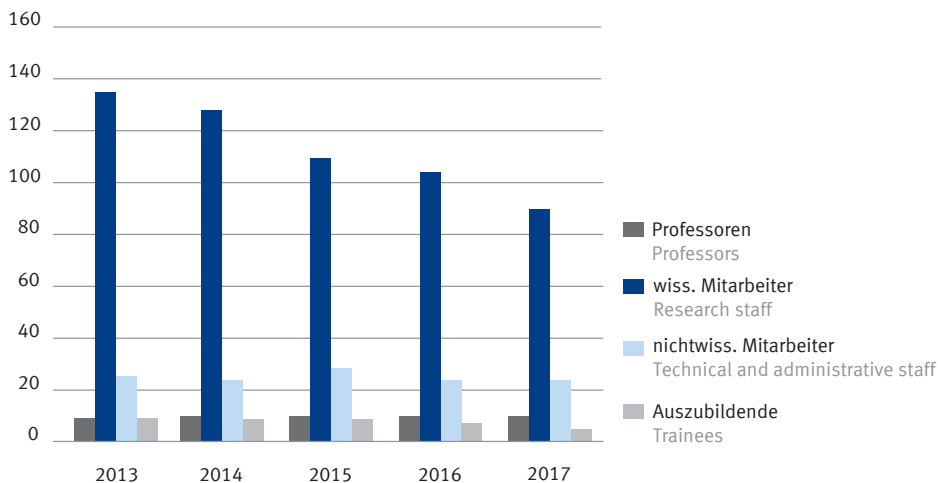
Drittmittel in Mio. EURO  
Third-party funds in Mill. EUR

\*geschätzter Wert  
\*estimated value



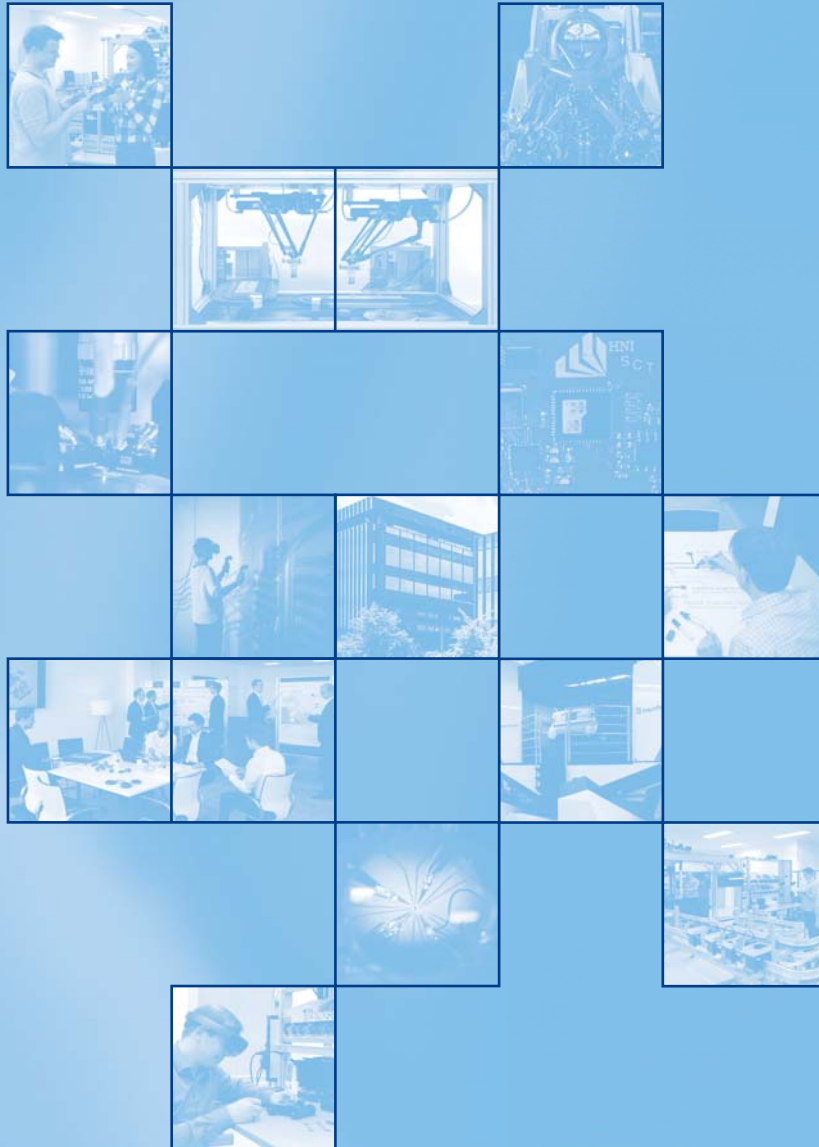
## Anzahl der Beschäftigten

### Number of employees





# HEINZ NIXDORF INSTITUT INSTITUTE



---

## Wir sind ...

---

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

Auf dem Weg zu diesen Systemen wachsen Informatik und Ingenieurwissenschaften zusammen. Dies bestimmt unser Denken und Handeln: Wir entwerfen kühne Konzeptionen für intelligente technische Systeme, die anpassungsfähig und robust sind, die vorausschauend handeln und benutzungsfreundlich sind. Das erfordert neue Herangehensweisen und Techniken, die wir liefern. Unsere Leitidee ist eine neue Schule des Entwurfs der technischen Systeme von morgen.

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 Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftler.

---

## We are ...

---

...an interdisciplinary research institute. Our goal: intelligent technical systems.

The way to these systems is via increased integration of computer science and engineering. This shapes the way we think and act: we develop bold concepts for intelligent, adaptable and robust technical systems that think ahead and are user-friendly. Developing these systems requires new approaches and new techniques – and we deliver both. Our aim is to be a new school for the design and development of tomorrow's technological systems.

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 32	Smart Automation Laboratory
Seite 34	Fraunhofer IEM
Seite 38	Internationalität
Seite 40	Engagement in der Nachwuchsförderung

### Fachgruppen des Instituts

Seite 50	Softwaretechnik Prof. Dr. Eric Bodden
Seite 62	Wirtschaftsinformatik, insbesondere CIM Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhelm Dangelmaier Prof. Dr. Michaela Geierhos (seit November 2017 Digitale Kulturwissenschaften, Universität Paderborn)
Seite 74	Verteilte Eingebettete Systeme Prof. Dr.-Ing. habil. Falko Dressler Jun.-Prof. Dr.-Ing. Christoph Sommer
Seite 84	Strategische Produktplanung und Systems Engineering Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier (Seniorprofessor)
Seite 96	Produktentstehung Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler
Seite 108	Kontextuelle Informatik Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil
Seite 120	Algorithmen und Komplexität Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide Prof. Dr.-Ing. Heiko Hamann (seit April 2017 Service-Robotik, Universität zu Lübeck) Jun.-Prof. Dr. Alexander Skopalik
Seite 136	Schaltungstechnik Prof. Dr.-Ing. Christoph Scheytt
Seite 148	Regelungstechnik und Mechatronik Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler

---

## Contents

---

### General description

Institute Statistics	Cover inside
Our Guiding Principles	Page 7
Our Research Programme and Priority Projects in Research	Page 9
Smart Automation Laboratory	Page 33
Fraunhofer IEM	Page 35
Internationality	Page 39
Commitment to Support Young Researchers	Page 41

### Workgroups of the Institute

Software Engineering Prof. Dr. Eric Bodden	Page 51
Business Computing, especially CIM Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhelm Dangelmaier Prof. Dr. Michaela Geierhos (since November 2017 Digital Humanities, Paderborn University)	Page 63
Distributed Embedded Systems Prof. Dr.-Ing. habil. Falko Dressler Assistant Prof. Dr.-Ing. Christoph Sommer	Page 75
Strategic Product Planning and Systems Engineering Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier (Senior Professor)	Page 85
Product Creation Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler	Page 97
Contextual Informatics Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil	Page 109
Algorithms and Complexity Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide Prof. Dr.-Ing. Heiko Hamann (since April 2017 Service Robotics, Universität zu Lübeck) Assistant Prof. Dr. Alexander Skopalik	Page 121
System and Circuit Technology Prof. Dr.-Ing. Christoph Scheytt	Page 137
Control Engineering and Mechatronics Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler	Page 149

## Assoziierte Fachgruppe

Seite 160 **Wissenschaftstheorie und Philosophie der Technik**  
Prof. Dr. phil. Volker Peckhaus

## Associated Workgroup

Philosophy of Science and Technology **Page 161**  
Prof. Dr. phil. Volker Peckhaus

## Weitere Aktivitäten

Seite 168 **Publikationen**  
**Promotionen**  
**Messen, Tagungen, Seminare**  
**Patente, Preise, Auszeichnungen**  
**Weitere Funktionen**  
**Spin-Offs**  
**Graduiertenprogramme**  
**Aktuelle Forschungsprojekte**  
**Aktuelle Industriekooperationen**  
**Wissenschaftliche Kooperationen**  
 Seite 202 **So finden Sie uns**  
 Umschlag **Impressum**

## Additional Activities

**Publications** **Page 169**  
**PhD Theses**  
**Fairs, conferences, seminars**  
**Patents, prizes, awards**  
**Additional functions**  
**Spin-offs**  
**School programmes**  
**Current research projects**  
**Current industry cooperations**  
**Scientific cooperations**  
**How to find us** **Page 202**  
**Imprint** **Cover**





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 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, braucht 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

## Our Guiding Principles

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.

### Engagement in der Nachwuchsförderung

Wir engagieren uns intensiv in der Lehre und der Ausbildung unserer Studierenden, Doktorandinnen und Doktoranden 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/inn/en sollen einen adäquaten Arbeitsplatz in der Wirtschaft bzw. im wissenschaftlichen Umfeld erhalten.

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

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 three things: employment, innovation and education. Everything we do is based on this guiding principle.

### 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.

### Commitment to supporting young talent

We are deeply committed to providing our students and postgraduate doctoral candidates with all the 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.



## Unser Forschungsprogramm



Wir haben in erster Linie technische Systeme im Blick, die auf dem Zusammenwirken von Ingenieurwissenschaften, 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 künftig durch Ressourceneffizienz, Usability und Verlässlichkeit besonders stark bestimmt.

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.
- 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.

Dies erfordert neue Ansätze zur Gestaltung der technischen Systeme von morgen: Die Informationstechnik und auch nicht-technische Disziplinen, wie 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.

### Wir wollen eine neue Schule des Entwurfs technischer Systeme erarbeiten und etablieren.

Diese umfasst prinzipiell Vorgehensmodelle, Spezifikations- und Modellierungstechniken, dedizierte Methoden und IT-Werkzeuge zur Synthese und Analyse sowie Aus- und Weiterbildungsprogramme. Das Ganze soll auf einer wohl fundierten Theorie beruhen und die in den Unternehmen mit der Produktentstehung befassten Entwickler/innen erreichen. Die Plattform bilden zum einen bisherige Arbeiten und zum anderen Systems Engineering. Systems Engineering ist ein domänenübergreifender Ansatz zur zweckmäßigen und zielgerichteten Gestaltung komplexer Systeme. Ziel ist, verschiedene Domänen zu integrieren und vom Konzept bis zur Betriebsphase einen strukturierten Entwicklungsprozess zu beschreiben. Bisher ist Systems Engineering eine kühne Vision, die es zu verwirklichen gilt. Eine umfassende, in sich schlüssige Schule des Entwurfs komplexer

## Our Research Programme

We primarily 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 and medical industry. The market success of products deriving from these industries will, in future, 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; we are active in such fields as energy-efficient machines and motor vehicles.
- 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.

All of the above demands new approaches for the creation of the technical systems of tomorrow; it includes information technology and non-technologically oriented disciplines. This interdisciplinary approach offers a wide range of methods, techniques, and processes with which sensor, actuator, and cognitive functions – that were up until now only known to exist

in biological systems – can 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 want to develop and establish a new school of thought for the design of technical systems.

In principle, this new school of thought considers procedure models, specification, and modelling techniques, fixed methods and IT tools for syntheses and analyses. It also includes training and education programmes. This approach should be based on sound theory and must appeal to product developers and designers in the target companies. The creation of the basic conceptual platform is in an ongoing process that combines the work completed to date and systems engineering, in general. Systems engineering is intentionally cross-domain. It is a functional and target-oriented approach for the creation of complex systems that aims to integrate a variety of different domains and describe a structured process of development starting with the concept and extending well into the operational phase. Systems engineering remains a bold vision; a vision we want to turn into reality. Today, systems engineering is more of a compilation of practices than a

multidisziplinärer Systeme fehlt bisher. Vor diesem Hintergrund eröffnet sich für uns eine ausgezeichnete Möglichkeit zur Profilierung: Wir wollen uns als das führende Institut auf dem Gebiet Systems Engineering 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) Selbstkoordination, Selbstoptimierung und Rekonfiguration: Wir können heute das Phänomen beobachten, dass komplexe Systeme funktionieren, obwohl es keine zentrale Koordination gibt. Diesen Systemen ist ein hoher Grad an Verteilung, Volatilität und Emergenz gemeinsam. Ihr Betrieb kann weder zentral beobachtet noch zentral gesteuert werden. Stattdessen gilt es, Konzepte für dezentralen Entwurf, Realisierung, Wartung und Adaption zu erforschen.
- 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 and 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 Wissensorganisation: 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
- 3) Wissensbasierte soziotechnische Systeme

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

comprehensive, coherent school of thought for the design of complex multidisciplinary systems. In the light of this, we see a whole panorama of potential opportunities for us make our profile and position clear: we intend to establish ourselves as the leading systems engineering institute.

**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 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) Self-coordination, self-optimisation, and reconfiguration: Nowadays we can observe the phenomenon that certain complex systems function although they exhibit no central coordination. Such systems have typically a high degree of distribution, volatility, and emergence in common. Their operation can neither be observed centrally nor controlled centrally. Instead it is essential that concepts for the decentralised design, realisation, maintenance, and adaption are investigated.
- 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 knowledge management: 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
- 3) Knowledge-based socio-technical systems

Research Competencies / Application Areas	1 Self-Coordination, Self-Optimisation and Reconfiguration	2 Mechatronics, Sensing & Communication in Distributed Systems	3 Safety & Security	4 Design Methodology	5 Strategic Planning and Knowledge Management
A Intelligent Technical Systems, Cyber-Physical Systems	it's OWL	it's OWL	it's OWL	it's OWL	it's OWL
		Smart Headlamp Technology	Smart Headlamp Technology	Smart Headlamp Technology	INLUMIA
	Flexible Arbeitswelten	ELab/LLab		Flexible Arbeitswelten	Flexible Arbeitswelten
	Cute Machining	Cute Machining			GEMINI
	Hy-Nets	Hy-Nets			
	BATS	BATS			
B Distributed IT-Systems	SFB 901	SFB 901	SFB 901	SFB 901	
	Hy-Nets				
C Knowledge-Based Sociotechnical Systems					Digital Humanities

Die Struktur des Forschungsprogramms des Heinz Nixdorf Instituts und darin positionierte Schwerpunktprojekte  
Structure of Heinz Nixdorf Institute’s research programme and the positioning of priority projects in this structure

- SFB 901: Sonderforschungsbereich 901 (Seite 12)  
Collaborative Research Center 901 (Page 13)
- Flexible Arbeitswelten:  
Fortschrittskolleg Nordrhein-Westfalen (Seite 18)  
Fortschrittskolleg North Rhine-Westphalia (Page 19)
- it's OWL: Spitzencluster it's OWL (Seite 20)  
Leading-Edge Cluster it's OWL (Page 21)
- INLUMIA: Instrumentarium zur Leistungssteigerung von Unternehmen durch Industrie 4.0 (Seite 88)  
Instruments for increasing the performance of enterprises through “Industrie 4.0” (Page 89)
- Smart Headlamp Technology:  
Ressourceneffizienter und vernetzter Entwicklungsprozess für dynamische Scheinwerfersysteme (Seite 154)  
Resource-efficient and networked development process for dynamic headlamp systems (Page 155)

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



## 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 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 Akteure in den Märkten garantieren sowie
- die Organisation und die Weiterentwicklung dieser Märkte und die für diese Aufgaben notwendige Interaktion zwischen den Akteuren 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.

On an organisational level, CRC 901 is represented by its Executive Board, consisting of Professor Friedhelm Meyer auf der Heide as Chairman with Professor Heike Wehrheim, Professor Marco Platzner and Professor Claus Jochen Haake as Deputy



Organisatorisch wird der SFB durch den Vorstand, bestehend aus Professor Meyer auf der Heide als Sprecher und Professorin Wehrheim, Professor Platzner und Professor Haake als stellvertretende Sprecher, vertreten. Dr. Schroeder hat die Position des Geschäftsführers inne. Insgesamt sind vier Fachgruppen aus dem Heinz Nixdorf Institut, acht Lehrstühle aus dem Institut für Informatik, fünf Lehrstühle aus der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften sowie vier Juniorprofessoren am SFB 901 beteiligt.

#### Erste Förderperiode des SFB 901: Juli 2011 bis Juni 2015

In der ersten Förderperiode haben wir wesentliche Schritte in Richtung der Demonstration der Machbarkeit des On-The-Fly Computing gemacht, indem wir die Methoden und Techniken zur Lösung zentraler Teilprobleme entwickelt haben. Wir haben Beschreibungssprachen für Services, die genügend Information enthalten, um Servicekonfigurationen zu erlauben, sowie erste Methoden für den automatischen Konfigurationsprozess entwickelt. Zur Unterstützung der ressourceneffizienten Ausführung konfigurierter Services haben wir Scheduling-Verfahren in heterogenen Ausführungsumgebungen entworfen. Wir haben Verifikations- und Testmethoden entwickelt, die die Bewertung der Qualität von konfigurierten IT-Dienstleistungen erlauben. Für die Organisation des strategischen Verhaltens der Akteure im On-The-Fly Computing, also der Nutzer, die Dienstleistungen anfragen, der Provider, die diese Dienstleistungen aus Teilservices konfigurieren, und der Anbieter von Teilservices und Ausführungsressourcen, haben wir ökonomische Untersuchungen zur Preisbildung und zur Entwicklung von Reputation durchgeführt. Für die Unterstützung der für die oben genannten Aufgaben notwendigen Interaktion der Akteure haben wir Peer-to-Peer-basierte Verfahren entwickelt, die die Interaktionswünsche der Akteure durch Anpassung des dem Peer-to-Peer-System zugrunde liegenden Overlay-Netztes unterstützen. Diverse Publikationen zu Einzelfragestellungen und prototypische Entwicklungen von Tools und Demonstratoren überzeugten die DFG-Gutachter vom Stand des SFB. Professor Dr. Meyer auf der Heide erklärt: „Mit der Verlängerung der Förderung durch die DFG können wir den nächsten Schritt gehen und u. a. Konzepte für die Nutzerfreundlichkeit, die Sicherheit und die Kosteneffizienz des On-The-Fly Computing erarbeiten. Damit wird aus der Vision ein konkurrenzfähiges Paradigma für zukünftige Märkte für IT-Dienstleistungen.“

#### Zweite Förderperiode des SFB 901: Juli 2015 bis Juni 2019

In der zweiten Förderperiode werden einige neue Schwerpunkte in der Grundlagen-orientierten Forschung des SFB im Vordergrund stehen. Dazu gehören z. B. die Weiterentwicklung der Beschreibungssprachen im Hinblick auf Nutzerfreundlichkeit, die stärkere Einbeziehung von Methoden des Maschinellen Lernens bei der Konfiguration und der Qualitätsbewertung



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



Gefördert durch: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)



sfb901.upb.de

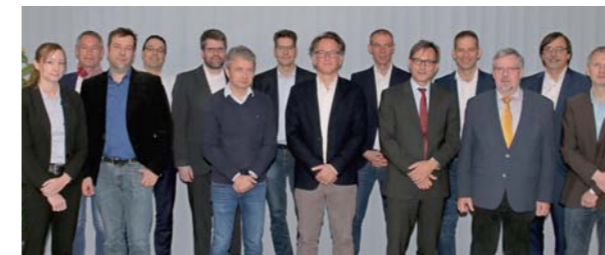
von Servicekonfigurationen, die Effizienzsteigerung von Compute Centern durch Re-Konfigurierbarkeit, die Untersuchung der Dynamik von Interaktionswünschen der Akteure in den Märkten und der Overlay-Netze sowie die stärkere Einbeziehung empirischer Methoden zur Analyse und Beeinflussung des strategischen Verhaltens der Akteure. Unsere Teilprojekt-übergreifenden Diskussionen, Forschungen und Entwicklungen von Architekturen, Demonstratoren und Prototypen werden wir weiter intensivieren. Zur Organisation dieser Aktivitäten richten wir orthogonal zu den Forschungsarbeiten der einzelnen Teilprojekte Querschnittsthemen ein. Einen Schwerpunkt für die zweite Förderphase bildet dabei die engere Verzahnung von den Wirtschaftswissenschaften und der Informatik.

Ein anderer Schwerpunkt für die zweite Förderphase ist die exemplarische Umsetzung einer Variante einer On-The-Fly Software-Architektur im Rahmen eines TestBeds. Dieses TestBed soll vor allem den SFB-Teilprojekten als Experimentier- und Evaluations-Plattform für ihre implementierten Komponenten dienen. Darüber hinaus soll dieses TestBed dann auch als ganzheitlicher Demonstrator für die Machbarkeit des On-The-Fly Computing bei der Evaluation am Ende der zweiten Förderphase stehen.

Am 10. November 2017 haben wir mit dem Beirat des SFB den Entwicklungsstand des TestBeds sowie ein Anwendungsszenario des OTF Computing im Bereich Machine Learning diskutiert. Mit diesem On-The-Fly-Machine-Learning-(OTF-ML)-Konzept wollen wir zukünftig einen veritablen Beitrag zu den Entwicklungen liefern, die sich in der wissenschaftlichen Community unter dem Begriff AutoML – Machine Learning for Automated Algorithm Design – etabliert haben. Bei der Beiratssitzung wurden zudem Fragen zur Verstetigung resp. zu weiteren Industrie-Transfermöglichkeiten des On-The-Fly-Computing-Paradigma diskutiert.

OTF COMPUTING  
TESTBED

Chairmen and Dr. Ulf-Peter Schroeder as Executive Officer. In total, four workgroups from the Heinz Nixdorf Institute, eight university chairs from Computer Sciences, five university chairs from the Faculty of Economics, and four junior professors are involved in the CRC.



Die Teilnehmer des Beiratstreffens im November 2017. Neben den internen Mitgliedern durften wir folgende hochkarätige Persönlichkeiten begrüßen: Dr. Uwe Dumsloff, Capgemini Deutschland GmbH (2. v.l.); Prof. Dr. Michael Kosfeld, Goethe Universität Frankfurt (8. v.l.); Udo Littke, Atos IT Solutions and Services GmbH (5. v.r.); Christoph Plass, Unity AG (4. v.r.).

The participants of the advisory board meeting in November 2017. Besides the intern members we were happy to welcome the following highly distinguished persons: Dr. Uwe Dumsloff, Capgemini Deutschland GmbH (2<sup>nd</sup> f.l.); Prof. Dr. Michael Kosfeld, Goethe Universität Frankfurt (8<sup>th</sup> f.l.); Udo Littke, Atos IT Solutions and Services GmbH (5<sup>th</sup> f.r.); Christoph Plass, Unity AG (4<sup>th</sup> f.r.).

#### First Funding Period for CRC 901: July 2011 – June 2015

During the first funding period, we made significant progress towards demonstrating the feasibility of On-The-Fly Computing, developing the methods and techniques required to solve critical sub-issues. We developed description languages for services that contain sufficient information to allow service configurations as well as initial methods for an automatic configuration process. To support the resource-efficient execution of configured services, we designed scheduling algorithms in heterogeneous execution environments. We also developed verification and test methods that enable the quality of the configured IT services to be assessed. To organise the strategic behaviour of the actors in On-The-Fly Computing (i.e. the users who request services, the providers who configure these services from sub-services and the suppliers of sub-services and execution resources), we conducted economic studies on the costs and reputation development. To support the interaction between the actors necessary for the above tasks, we developed peer-to-peer based methods that support the interaction needs of the actors by adapting the overlay network underneath the peer-to-peer system.

Various publications about single research issues and prototypical developments of tools and demonstrators convinced the DFG reviewers from the state of the CRC. Professor Meyer auf der Heide explains: “With the renewal of funding by the DFG, we can take the next step and, inter alia, develop concepts for the user-friendliness, safety and cost-effectiveness

of On-The-Fly Computing. Thus, the vision becomes a competitive paradigm for future markets of IT services.”

#### Second Funding Period for CRC 901: July 2015 – June 2019

In the second funding period, we will focus on some new basic research issues. This includes further developing the user friendliness of the description languages, achieving greater involvement of machine learning methods in the configuration and quality assessment of service configurations, increasing the efficiency of OTF Compute Centres through re-configurability, researching the dynamics of the actors' interaction requirements in the markets and overlay networks, and increasing the use of empirical methods to analyse and influence the strategic behaviour of the actors. We will continue to intensify our project-wide discussions, research and development of architectures, demonstration systems and prototypes. To organise these activities, we will set up cross-cutting issues orthogonally to the research in the individual subprojects. One main focus during the current funding period will be to create closer ties between the economic sciences and computer science.

Another main focus for the second funding period is the exemplary implementation of a variant of an on-the-fly software architecture within a testbed. This testbed is primarily intended to serve as an experimental and evaluation platform for the CRC subprojects with respect to their implemented components. In addition, this testbed may also be used as integral demonstrator concerning the feasibility of on-the-fly computing for the evaluation at the end of the second phase.

On 10 November 2017 we discussed the development status of the TestBed and an application scenario of OTF Computing in the field of machine learning with the advisory board of the CRC. With this on-the-fly machine learning (OTF-ML) concept, we want to make a veritable contribution to the developments that have become established in the scientific community under the term AutoML - Machine Learning for Automated Algorithm Design. At the advisory board meeting, we discussed also about questions concerning the stabilisation and further industry transfer options of the on-the-fly computing paradigm.



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



Supported by: German Research Foundation (DFG)



sfb901.upb.de

## Aufbau und Begleitung regionaler Bildungsnetze




Das Heinz Nixdorf Institut gehört zu den Pionieren des E-Learning. Seit mehr als 20 Jahren werden hier internet-basierte Dienste konzipiert, entwickelt und eingesetzt, um das Lehren und Lernen zu unterstützen. Die Alltagstauglichkeit der entwickelten Systeme zeigt sich seit vielen Jahren in mehreren erfolgreich etablierten regionalen Bildungsnetzen.


„Lernstatt Paderborn“ ist eine flächendeckende und wartungsarme Infrastruktur für alle Schulen der Stadt. Neben vernetzten Lern- und Arbeitsplätzen sowie Präsentationsmöglichkeiten steht vor allem die Bereitstellung von Diensten im Mittelpunkt, mit denen sowohl Schüler als auch Lehrer aktiv im Netz arbeiten können, sodass individuelle und kooperative Lernprozesse optimal durch digitale Medien unterstützt werden. Mit dem Projekt Lernstatt 2020 werden durch den Einsatz mobiler Endgeräte digitale Medien im Lernprozess durchgängig verfügbar. Im Beirat begleiten Vertreter des Heinz Nixdorf Instituts die Weiterentwicklung.

„Bildung im Dialog“ ist eine Arbeits- und Kommunikationsplattform, die das selbstständige und kooperative Arbeiten in den Schulen in Ostwestfalen-Lippe unterstützt. Dieses Bildungsnetz steht allen zur Verfügung, die sich mit dem Thema Bildung beschäftigen und unter einem Dach miteinander kooperieren wollen. Speziell die Zusammenarbeit mit außerschulischen Partnern (Unternehmen, Behörden, öffentliche Einrichtungen) steht bei den Trägern – der Bezirksregierung Detmold, der Universität Paderborn und InnoZent OWL e.V. – in der zunächst bis 2019 beschlossenen Bildungspartnerschaft im Vordergrund. Auf diese Weise profitiert nicht nur der Schulunterricht vom Ein-

satz digitaler Medien; auch der Übergang von der Schule zum Beruf wird somit unterstützt.

Der innovative MokoDesk ist speziell für die individuelle Förderung und Betreuung von Lernenden mit unterbrochenen Lernwegen entwickelt worden. Ein virtueller Schreibtisch – realisiert durch die mit dem E-Learning Award ausgezeichnete Web-Anwendung MokoDesk – ermöglicht es Lehrern, auf Einladung der Schüler über das Netz den individuellen Förderbedarf einzusehen, sie individuell zu unterstützen, passende Materialien zur Verfügung zu stellen und mit ihnen über die gerade behandelten Inhalte zu diskutieren. Auf diese Weise können Schüler, die nicht dauerhaft am regulären Unterricht in einer Schule teilnehmen können, unterstützt werden und einen Schulabschluss erreichen.

 **Dr. rer. nat. Harald Selke**  
E-Mail: Harald.Selke@hni.upb.de  
Telefon: +49 5251 | 60 64 13

 Projektpartner: Lernstatt Paderborn: Stadt Paderborn, GKD Paderborn; Bildung im Dialog: Bezirksregierung Detmold, Medienzentrum Kreis Gütersloh, InnoZent OWL e.V.; MokoDesk: Bildungsnetz Förderung: Individuell e.V.


## Development and Support of Regional Platforms for Education


The Heinz Nixdorf Institute is one of the pioneers in the field of e-learning. For more than 20 years, Internet-based services have been designed, developed and used to support teaching and learning. The suitability for everyday use has been proved over many years in a number of successfully established regional networks for education.


„Lernstatt Paderborn“ is a city-wide low-maintenance infrastructure for all schools. In addition to networked places for learning and working as well as facilities for presentations, a major focus is on providing services that allow pupils and teachers to actively work on the Internet, supporting individual and cooperative learning processes with digital media in the best possible way. With the project Lernstatt 2020, the use of mobile devices will be supported in all schools, thus making digital media available throughout all learning processes. Representatives of the Heinz Nixdorf Institute offer their expertise on future developments by way of an advisory council.

„Education in Dialogue“ is a platform to support work and communication in order to facilitate individual and cooperative work in schools in Ostwestfalen-Lippe. This educational network is available to anyone involved in education in order to allow them to collaborate under just one roof. Cooperation with partners outside school (companies, authorities or public institutions) is a major focus of the education partnership that the Bezirksregierung Detmold, Paderborn University and InnoZent OWL e.V. have agreed on. On the one hand, education in schools benefits from the use of digital media while, on the other hand, the transition from school to working life is also eased.

The innovative MokoDesk has been developed for the specific purpose of supporting and supervising learners with disrupted learning pathways. A virtual desktop – implemented via the MokoDesk, which is a web application that was awarded the E-Learning Award at Didacta, Germany’s largest trade fair for education – allows teachers who have been invited by the students to be their mentors to assess the educational needs of individual students, support them according to their needs, provide appropriate learning material and discuss the learning content of the virtual lessons. By these means, students who cannot participate regularly in school classes can be supported in learning to enable them to graduate from school.

 **Dr. rer. nat. Harald Selke**  
E-mail: Harald.Selke@hni.upb.de  
Phone: +49 5251 | 60 64 13

 Project partners: Lernstatt Paderborn: Stadt Paderborn, GKD Paderborn; Education in Dialogue: Bezirksregierung Detmold, Medienzentrum Kreis Gütersloh, InnoZent OWL e.V.; MokoDesk: Bildungsnetz Förderung: Individuell e.V.

 [www.lernstatt-paderborn.de](http://www.lernstatt-paderborn.de) (Lernstatt Paderborn)  
[bid-owl.de](http://bid-owl.de) (Education in Dialogue)  
[lar-s.de](http://lar-s.de) (MokoDesk)



## Fortschrittskolleg Nordrhein-Westfalen

Forschung auf den Feldern der großen gesellschaftlichen Herausforderungen des Landes NRW





Das Heinz Nixdorf Institut ist seit Ende 2014 in dem aktuellen Förderprogramm des Landes Nordrhein-Westfalen „Fortschrittskolleg NRW“ mit zwei Fortschrittskollegs vertreten. Eines davon beschäftigt sich mit den Auswirkungen von Industrie 4.0 auf die Arbeitswelt. Das andere untersucht hybride Leichtbautechnologien, die leichte, effiziente und mobile Anwendungen ermöglichen werden.


Das Wissenschaftsministerium NRW fördert im Rahmen der Forschungsstrategie „Fortschritt NRW“ inter- und transdisziplinäre Forschungsansätze zur Lösung der komplexen Fragestellungen unserer Zeit. An sechs Einrichtungen wird zu den großen gesellschaftlichen Herausforderungen geforscht. Das Heinz Nixdorf Institut ist durch Professorin Iris Gräßler und Professor Eric Bodden an zwei Fortschrittskollegs (FSK) beteiligt.

### Gestaltung von flexiblen Arbeitswelten – menschenzentrierte Nutzung von Cyber-Physical Systems in Industrie 4.0 (FSK GfA)

Erforscht wird, welche Auswirkungen Industrie 4.0 auf die Arbeitswelt und die Rolle des Menschen hat. Cyber-Physical Systems eröffnen für Unternehmen neue Möglichkeiten zur flexiblen

 Alexander Pöhler, M.Sc.  
E-Mail: Alexander.Poehler@hni.upb.de  
Telefon: +49 5251 | 60 62 62

 Xiaojun Yang, M.Sc.  
E-Mail: Xiaojun.Yang@hni.upb.de  
Telefon: +49 5251 | 60 62 57

 Gefördert durch: Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen

Rekonfiguration von Wertschöpfungsketten und damit einhergehend Effizienzsteigerungen. Neben den technischen Herausforderungen bei der Entwicklung solcher Systeme erfährt insbesondere die Rolle der Beschäftigten über die gesamte Wertschöpfungskette einen erheblichen Wandel. Die Entwicklung von menschenzentrierten Steuerungssystemen und die Sicherheit solcher neuen Systeme sind die beiden Hauptaspekte.

### Leicht, Effizient, Mobil – Energie- und kosteneffizienter Extremleichtbau mit Hybridwerkstoffen (FSK LEM)

Das FSK LEM ist durch die Anwendung von hybriden Bauteilen und hybriden Werkstoffen motiviert: Neue Methoden zur Auslegung, Entwicklung und Fertigung ermöglichen die gezielte Absenkung der Massen von Komponenten im Maschinen-, Anlagen- und Fahrzeugbau. Unter anderem im Rahmen einer „Denkschule“ im September 2017 wurden mit Vertretern der Zivilgesellschaft – Rettungswesen, Sicherheit, Gesundheit, Pflege und Mobilität – mögliche Anwendungsbereiche und Effekte dieser Technologien diskutiert. Eine zentrale Rolle nimmt das Vorhaben der Fachgruppe „Produktentstehung“ ein: Wie können widersprüchliche Anforderungen aus wirtschaftlicher Modulbauweise und ressourcensparendem Leichtbau mithilfe eines geeigneten Komplexitätsmanagements optimal adressiert werden?

## Fortschrittskolleg North Rhine-Westphalia


Research on the major societal challenges of the State of NRW


The Heinz Nixdorf Institute contributes to the current funding programme “Fortschrittskolleg NRW” of the State of North Rhine-Westphalia. The Heinz Nixdorf Institute has engaged in two of these “Fortschrittskollegs” since the end of 2014. One of them deals with the impact of “Industrie 4.0” on the working staff. The other one investigates hybrid lightweight design enabling light, efficient and mobile applications.


As part of its research strategy “Progress NRW”, the Ministry of Science is funding inter- and transdisciplinary research projects to solve the complex problems of our time. At six institutions, PhD students research on major societal challenges. Members of the Heinz Nixdorf Institute, namely Professor Iris Gräßler and Professor Eric Bodden, are involved in two Fortschrittskollegs.

### FSK GfA: Design of flexible working environments – human-centric use of Cyber Physical Systems (FSK GfA)

The FSK GfA investigates the impact of Intelligent Technical Systems on working environments and the future role of humans in such systems. Cyber Physical Systems enable new

 Alexander Pöhler, M.Sc.  
E-mail: Alexander.Poehler@hni.upb.de  
Phone: +49 5251 | 60 62 62

 Xiaojun Yang, M.Sc.  
E-mail: Xiaojun.Yang@hni.upb.de  
Phone: +49 5251 | 60 62 57

 Supported by: Ministry of Innovation, Science and Research North Rhine-Westphalia

possibilities for the flexible reconfiguration of value chains and, therefore, an increasing efficiency. In addition to the existing technical challenges in developing such systems, the role of employees is facing a significant change across the entire value chain. The development of human-centred control systems and the safety of such new systems are the two main aspects being explored by the Heinz Nixdorf Institute.

### FSK LEM: Light, efficient, mobile – Energy- and cost-efficient extreme lightweight design with hybrid systems

The motivation behind the FSK LEM is driven by hybrid components and hybrid materials: New methods for the design, development and manufacturing enable the reduction of weight in machinery, plant and vehicle construction. Amongst other events, the young scientists discussed use cases and effects of these technologies with representatives from society – rescue services, safety, health, care and mobility – during their summer school entitled “Denkschule 2017” in September 2017. The project of the “Product Creation” workgroup takes over a core role: Requirements from economically driven modularisation of products and resource efficient lightweight design are often contradictory; how could complexity management help to find optimal trade-offs between these concepts?

## Spitzencluster it's OWL: Auf dem Weg zu Industrie 4.0

Intelligente Technische Systeme für die Märkte von morgen



High-tech für die Herausforderungen der Zukunft: In Ostwestfalen-Lippe ist seit 2011 ein Technologie-Netzwerk aus Wirtschaft und Wissenschaft entstanden, das weltweit Maßstäbe für intelligente Systeme setzt. Der BMBF-Spitzencluster it's OWL (Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe) ist mit einem Projektvolumen von ca. 100 Millionen Euro bundesweit eine der größten Initiativen zu Industrie 4.0 geworden.

Die maschinenbaulichen Systeme von morgen werden auf einem engen Zusammenwirken von Mechanik, Elektronik, Regelungstechnik, Softwaretechnik und neuen Werkstoffen beruhen und über die Mechatronik hinausgehend eine inhärente Intelligenz aufweisen. Die Informationstechnik und auch nicht technische Disziplinen, wie die Kognitionswissenschaft, die Neurobiologie oder die Linguistik, bringen eine Vielfalt an Methoden, Techniken und Verfahren hervor. Mit diesen werden sensorische, aktorische und kognitive Funktionen in technische Systeme integriert, die man bislang nur von biologischen Systemen kannte. Derartige Systeme bezeichnen wir als intelligente technische Systeme. Sie sind adaptiv, robust, vorausschauend und benutzungsfreundlich.

Intelligente technische Systeme passen sich ihrer Umgebung und den Wünschen ihrer Anwender an. Sie stiften Nutzen im Haushalt, in der Produktion, im Handel, auf der Straße; sie sparen Ressourcen, sind intuitiv zu bedienen und verlässlich. Beispiele sind ein Trockner, der sich sekundenschnell an den sich ändernden Strompreis anpasst und gleichwohl dank Selbstoptimierung ein Spitzenergebnis liefert, eine Produktionsmaschine, die vom Werker auch bei schwierigsten Aufgaben leicht zu bedienen ist und die weiß, wann es Zeit für

ihre Wartung wird, und eine Großwäschereianlage, die jedes Wäschestück automatisch wäscht, trocknet, bügelt und faltet, und das in höchster Qualität und unter minimalem Einsatz von Wasser, Energie und Waschmittel.

200 Partner-Unternehmen, Hochschulen, Forschungszentren und Organisationen beteiligen sich an der Umsetzung der Spitzencluster-Strategie, die unter der Federführung des Heinz Nixdorf Instituts entstanden ist. Im Schulterschluss von Wirtschaft und Wissenschaft wurden in bisher 170 Transferprojekten Produkt- und Produktionsinnovationen entwickelt.

Das Spektrum reicht von intelligenten Sensoren, Antrieben und Automatisierungskomponenten über Maschinen, Haus-



Broschüre „Auf dem Weg zu Industrie 4.0: Gestaltung digitalisierter Arbeitswelten“



## Leading-Edge Cluster it's OWL – “Industrie 4.0” pioneer

Intelligent Technical Systems for Future Markets



High-tech for tomorrow's markets. A technology network encompassing economy and science that is about to set world standards for intelligent systems is growing in OstWestfalenLippe. The cluster Intelligent Technical Systems OstWestfalenLippe – in short, it's OWL – is regarded as a pioneer for “Industrie 4.0” and makes important contributions to Germany's competitiveness as an industry location.

The technical systems of tomorrow will be based on the close interaction of mechanics, electrics/electronics, control engineering, software technology and new materials, as well as possessing inherent intelligence that will make them superior to mechatronics. Information technology as well as non-technical disciplines, such as cognitive science, neurobiology and linguistics, are developing a variety of methods, technologies and procedures. With these, sensory, actuator and cognitive functions are integrated in technical systems in ways that were previously only known in biological systems. We call such systems Intelligent Technical Systems; they are adaptive, robust, proactive and user friendly.

Intelligent technical systems adapt to their environment and the requirements of their users. They provide practical ease of use in households, in production and on the roads; they conserve resources and can be operated intuitively as well as reliably. To give a few examples: a tumble dryer that adapts in seconds to changing electricity prices yet nevertheless achieves a premium drying result due to self-optimisation; a production machine capable of performing even the most difficult tasks, but still simple to operate and knowing when its next maintenance is due; a large-scale laundry that automatically

washes, dries, irons and folds each piece of laundry to the highest quality standards despite using a minimum of water, electricity and detergent.

About 200 companies, industry initiatives, universities and research institutions participate in the leading-edge cluster strategy, which is led by the Heinz Nixdorf Institute. Product and production innovations are being developed as part of a close alliance of business and science, consisting of 47 projects with a total volume of around 100 million euros.

The range covers intelligent sensors, drives and automation components for machines, white goods and vehicles, as well as interconnected systems such as production facilities, smart grids and cash management systems, which are referred to as ‘cyber physical systems’. High-tech products and production processes that are not ends in themselves, but they provide their users with very specific advantages in terms of usability, reliability, security, cost efficiency and resource conservation.

The basis for the companies' innovation projects have been five cross-sectional projects in which universities provide industry with application-oriented research. The areas self-op-



haltsgeräte und Fahrzeuge bis hin zu vernetzten Systemen wie Produktionsanlagen, Smart Grids und Cash-Management-Systemen, wofür der Begriff Cyber-Physical Systems steht. High-tech-Produkte und Produktionsverfahren also, die kein Selbstzweck sind, sondern ihren Anwendern ganz konkrete Vorteile in puncto Bedienung, Verlässlichkeit, Sicherheit, Kosteneffizienz und Ressourcenschonung bieten.

Grundlage für die Innovationsprojekte der Unternehmen waren Querschnittsprojekte, in denen die Hochschulen anwendungsorientierte Technologien und Verfahren bereitstellten. Der Fokus lag dabei auf den Bereichen Selbstoptimierung, Mensch-Maschine-Interaktion, Intelligente Vernetzung, Energieeffizienz und Systems Engineering.

Das Ergebnis ist eine einzigartige Technologieplattform, mit der Unternehmen die Zuverlässigkeit, Ressourceneffizienz und Benutzungsfreundlichkeit ihrer Produkte und Produktionssysteme steigern können.

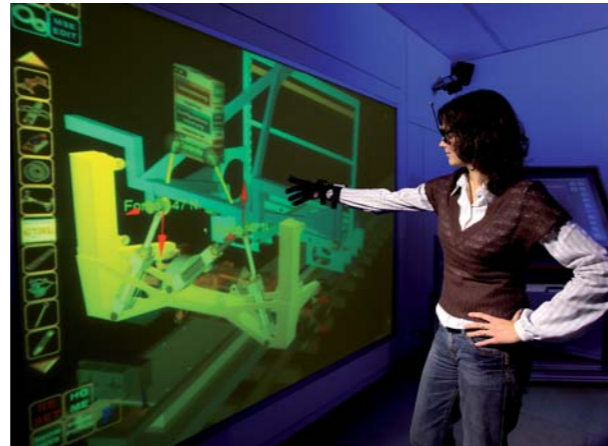
Das Heinz Nixdorf Institut setzt im Rahmen des Spitzenclusters seine Stärken als interdisziplinäres Forschungsinstitut für die Region ein und trägt maßgeblich zur Realisierung der Vision intelligenter technischer Systeme bei. Besondere Schwerpunkte sind Systems Engineering, Selbstoptimierung und Mensch-Maschine-Interaktion.

**Systems Engineering**

Intelligente Systeme sind multidisziplinär, daher ist auch die Entwicklung dieser Systeme fachdisziplinübergreifend zu gestalten. Systems Engineering wird diesem Anspruch gerecht, es ist ein durchgängiger fachdisziplinübergreifender Ansatz zur Entwicklung multidisziplinärer Systeme. Mehrere Fachgruppen des Heinz Nixdorf Instituts arbeiten gemeinsam an Methoden zur durchgängigen Systemmodellierung und -analyse. In enger Kooperation mit den Clusterunternehmen



Design Review am virtuellen Prototypen  
Design Review for a virtual prototype



Virtual Reality zur Unterstützung einer intelligenten Entwicklung  
Virtual Reality to support intelligent developments

entsteht ein Systems-Engineering-Instrumentarium für die Anwendung in den Unternehmen.

**Selbstoptimierung**

Selbstoptimierende Systeme sind intelligente technische Systeme, sie sind adaptiv, robust und vorausschauend. Für die Entwicklung von selbstoptimierenden Systemen wird u. a. Expertenwissen aus den Bereichen der mathematischen Optimierung und der Regelungstechnik benötigt. In den überwiegend mittelständischen Unternehmen des Spitzenclusters ist dieses Wissen jedoch meist nicht verfügbar. Das Heinz Nixdorf Institut erarbeitet hierzu mit weiteren Partnern der Universität Paderborn Methoden, die das Expertenwissen anwendergerecht beschreiben und somit die Entwicklung selbstoptimierender Systeme fördern.

**Mensch-Maschine-Interaktion**

Der Erfolg von intelligenten technischen Systemen basiert im Wesentlichen auf der einfachen Bedienbarkeit. Das Heinz Nixdorf Institut entwickelt in Kooperation mit Partnern des Spitzenclusters Methoden und Verfahren für eine intuitive Mensch-Maschine-Interaktion. Der Schwerpunkt der Arbeiten liegt auf dem Entwurf innovativer Interaktionstechniken für eine Virtual-Reality-basierte Design-Review-Umgebung. Die Design-Review-Umgebung ermöglicht eine intuitive Interaktion mit dem virtuellen Prototypen und unterstützt die frühzeitige digitale Absicherung intelligenter technischer Systeme im Rahmen des Produktentwicklungsprozesses.

**Innovationsprojekte**

Das Heinz Nixdorf Institut war an fünf Innovationsprojekten von führenden Unternehmen in der Region beteiligt. Hier wurden die in den Querschnittsprojekten entwickelten Technologien und Methoden eingesetzt:

timisation, human-machine interaction, intelligent networking, energy efficiency and systems engineering are covered.

Within the leading-edge cluster, the Heinz Nixdorf Institute applies its strengths as an interdisciplinary research institute for the benefit of the region by focusing on the following topics:

**Systems Engineering**

Intelligent systems are multidisciplinary and, therefore, the development of these systems is to be conducted in a discipline-spanning manner. Systems Engineering meets this claim; it is a continuous discipline-spanning approach for the development of multidisciplinary systems. Several workgroups of the Heinz Nixdorf Institute strive together for continuous system modelling and analysis. In close cooperation with the leading-edge cluster enterprises, an SE method toolkit is developed that connects procedures, methods as well as tools. It is supposed to support the practical application within the enterprises.

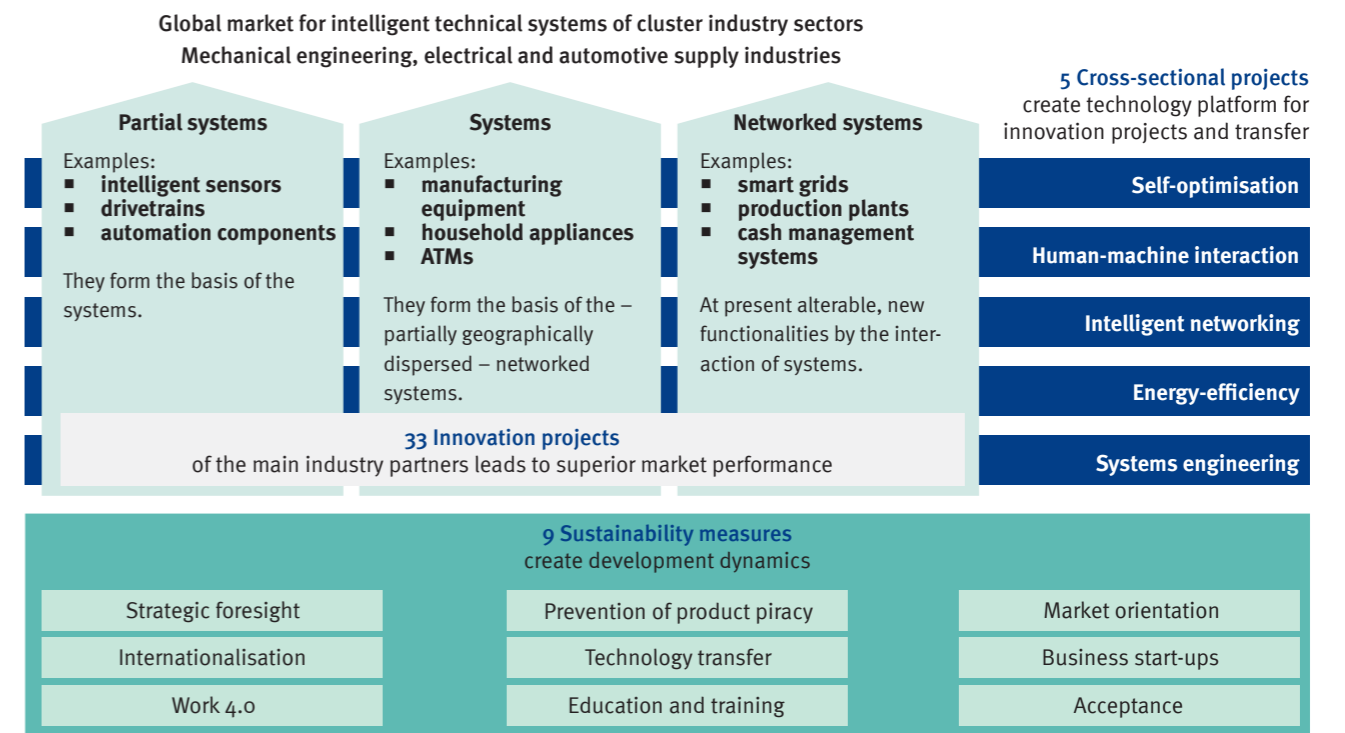
**Self-Optimisation**

The innovation leap from mechatronics to systems with inherent partial intelligence is of utmost importance for the interna-

tional competitiveness of the engineering industry and related fields. Self-optimising systems are a showcase example for intelligent technical systems that are adaptive, robust and anticipatory. The development of self-optimising system requires, amongst other things, expert knowledge from fields such as mathematical optimisation and control theory. However, this knowledge is mostly not available in the medium-sized enterprises of the leading-edge cluster. The Heinz Nixdorf Institute elaborates methods for this purpose that describe the expert knowledge in an application-oriented way and, therefore, promote the development of self-optimising systems.

**Human-Machine Interaction**

The success of intelligent technical systems is primarily based on simple usability. In cooperation with the leading-edge cluster companies, the Heinz Nixdorf Institute develops methods and procedures for an intuitive human-machine interaction. The common work focuses on the design of innovative interaction techniques for a Virtual Reality-based design review environment. The design review environment enables an intuitive interaction with a virtual prototype and facilitates the early digital validation of intelligent technical systems within the product development process.



Projektstruktur  
Project Structure

- Ressourceneffiziente selbstoptimierende Großwäscherei „Die grüne Wäscherei“ (Herbert Kannegiesser GmbH)
- Intelligente vernetzte Systeme für automatisierte Geldkreisläufe „Sicheres und effizientes Handling von Banknoten“ (Wincor Nixdorf International GmbH)
- Integrierte Fertigungsplanung und -steuerung „Intelligente Planung mit virtuellen Werkzeugmaschinen, Optimale Maschinenauslastung“ (DMG MORI AG)
- Scientific Automation Plattform „Nachhaltige Produktion durch intelligente Automatisierungstechnik“ (Beckhoff Automation GmbH & Co. KG)
- Intelligenter Knetprozess „Knetmaschinen fühlen den Teig“ (WP Kemper GmbH)



Das Wissenschafts- und IndustrieForum bot mit 300 Teilnehmern in 2017 erneut Gelegenheit zum Erfahrungsaustausch. In 2017, the “Wissenschafts- und IndustrieForum” once again offered an opportunity for 300 attendees to share experiences.

### Nachhaltigkeitsmaßnahmen

Die neun Nachhaltigkeitsmaßnahmen adressieren die Stärkung der Strategiekompetenz der Unternehmen, die Teilhabe möglichst vieler Unternehmen an der Technologieplattform, die Sicherstellung des Markterfolgs und der Sozialverträglichkeit von intelligenten technischen Systemen, den Schutz vor Nachahmung sowie die Gewinnung von Fachkräften und Unternehmensgründungen. Mit ihnen soll eine hohe Entwicklungsdynamik in der Region über die Förderdauer hinaus erzeugt werden. Das Heinz Nixdorf Institut war an mehreren Maßnahmen beteiligt, wovon nachfolgend drei beispielhaft vorgestellt werden.

#### » Nachhaltigkeitsmaßnahme Vorausschau – Die Zukunft vorausdenken und gestalten

Um sich im globalen Wettbewerb zu behaupten, müssen Unternehmen frühzeitig Erfolgspotenziale von morgen erkennen und erschließen. Dazu müssen sie Entwicklungen von Märkten, Technologien und Geschäftsumfeldern antizipieren, was als Vorausschau bezeichnet wird. Vielen Unternehmen, insbesondere kleinen und mittleren Unternehmen, mangelt es hierfür an Ressourcen. Sie betreiben Vorausschau bislang nicht systematisch, sondern setzen auf die Fortschreibung bewährter Innovationskonzepte und ihre gute Reaktionsfähigkeit.

Insbesondere auf dem Gebiet der intelligenten technischen Systeme ist dies nicht ausreichend, um den Markterfolg sicherzustellen. Gesamtziel des Vorhabens ist ein Instrumentarium, bestehend aus Zukunftswissen, Methoden und IT-Werkzeugen, das Unternehmen befähigt, wirkungsvoll und effizient Vorausschau zu betreiben. Sie werden in die Lage versetzt, daraus die erforderlichen Schlüsse für die Entwicklung von Geschäfts-, Produkt- und Technologiestrategien zu ziehen. Damit zielt das Projekt insbesondere auf den Ausbau der Strategiekompetenz von kleinen und mittleren Unternehmen.

#### » Nachhaltigkeitsmaßnahme Prävention gegen Produktpiraterie – Innovationen schützen

Produktpiraterie vernichtet Arbeitsplätze, bringt die Industrie um die Rendite ihrer Forschungs- und Entwicklungsinvestitionen und bedroht die Wettbewerbsfähigkeit vieler Unternehmen. Zum Schutz vor Produktimitationen bedarf es der Entwicklung innovativer, technischer Schutzmaßnahmen und ganzheitlicher Schutzkonzeptionen. Dieses Vorhaben zeigt, wie solche Schutzkonzeptionen erarbeitet und implementiert werden können. Zentral dabei ist die Identifizierung des individuellen Bedrohungspotenzials und die Realisierung umfassenden Produktschutzes auf Basis von Schutzmaßnahmen.

#### » Innovatives Transferkonzept

Das Ziel des Spitzenclusters ist, möglichst viele kleine und mittlere Unternehmen von den in den Querschnittsprojekten entwickelten und in den Innovationsprojekten angewandten Technologien partizipieren zu lassen. In dem entsprechenden Transferkonzept werden dafür in dem Zeitraum 2014 bis 2017 170 Transferprojekte durchgeführt. Das Heinz Nixdorf Institut war in der vierten Tranche an vier Transferprojekten beteiligt.

„Konzipierung und Regelungsentwurf einer semiaktiven Sitzfederung“ (ReSiFe)

Die Fa. ISRINGHAUSEN aus Lemgo fertigt innovative Sitzsysteme für Nutzfahrzeuge. Heute am Markt befindliche Sitze beinhalten üblicherweise einen manuell einstellbaren hydraulischen Stoßdämpfer. In dem Transferprojekt hat das Heinz Nixdorf Institut eine leistungsfähigere, intelligent geregelte semiaktive Sitzfederung, die sich selbsttätig an die aktuelle Fahrsituation anpasst, konzipiert und einen Prototypen entwickelt und aufgebaut. Näheres zum Projekt ReSiFe findet sich auf den Seiten der Fachgruppe „Regelungstechnik und Mechatronik“ (Seite 156).

„Entwicklung einer Geschäftsmodellroadmap für Additive Manufacturing“ (Road2AM)

Die absehbare Entwicklung des Technologiefelds Additive Fertigung (AM) eröffnet große Nutzen- und Geschäftspotenziale.

### Innovation projects

The Heinz Nixdorf Institute also participated in a total of five innovation projects of leading enterprises. In these projects, new technologies and methods are deployed that are being developed in these cross-sectional projects:

- Resource-efficient, self-optimising industrial laundry “The green laundry” (Herbert Kannegiesser GmbH)
- Intelligent networked systems for automated currency circuits “Secure and efficient banknote handling” (Wincor Nixdorf International GmbH)
- Virtual machine tools for production planning “Intelligent planning – optimum utilisation of machinery” (DMG MORI AG)
- Scientific Automation Plattform “Sustainable production through intelligent automation technology” (Beckhoff Automation GmbH & Co. KG)
- Intelligent kneading process “Kneading machines that feel the dough” (WP Kemper GmbH)

### Sustainability measures

The nine sustainability measures aim at a strengthening of the strategic competence of companies, participation of a multitude of companies at the technology platform, ensuring the market success and social acceptability of intelligent technical systems, the protection against product piracy and the attraction of professionals and business start-ups. Primarily, the measures are used to implement a powerful dynamic development within the region beyond the end of the project. The Heinz Nixdorf Institute is involved in several measures subsequently presented by three examples.

#### » Foresight – thinking ahead and shaping the future

To cope with global competition, companies should identify and exploit tomorrow’s success potentials early on. Therefore, future developments concerning markets, technologies and business environments need to be anticipated, which is also referred to as foresight. Many companies lack the resources to do so, in particular small and medium-sized companies. Subsequently, foresight is practised unsystematically while companies stick to once proven innovation concepts and rely on their response capability. Especially when it comes to innovation in intelligent technical systems, this might not be sufficient to ensure market success. The overall objectives of the project are contents, methodologies and IT tools enabling companies to practise foresight effectively and efficiently. They will be empowered to draw conclusions for the development of fitting business, product and technology strategies. Therefore, the project

aims at the expansion of the strategic competence of small and medium-sized companies.

#### » Prevention against product piracy – Protecting innovations

Product piracy destroys jobs, ruins the return on research and development investments of the industry and threatens the competitiveness of many companies. For protection against product imitations, the development of innovative, technical protective measures and holistic protection concepts is required. This project shows how such protection concepts are developed and implemented. Key aspects are the identification of the individual threat potential and the realisation of a wide range of product protection based on protective measures.

#### » Innovative technology transfer

The elaborated technology platform of the cross-sectional projects also serves as a foundation for the transfer of results to small and medium-sized enterprises. From the beginning of July 2014, the transfer projects will be conducted. In total, a number of 170 transfer projects have been realised. The Heinz Nixdorf Institute is responsible for four transfer projects in the fourth tranche.

„Conception and control design for a semi-active seat suspension system“ (itsowl-TT-ReSiFe)

The company ISRINGHAUSEN from Lemgo produces innovative seat systems for commercial vehicles. Current available seats usually include a manually adjustable hydraulic shock absorber. In this transfer project, the Heinz Nixdorf Institute has developed a powerful semi-active shock absorber with an intelligent control which is able to adapt itself to varying driving conditions. Further, a prototype has been realised. More information on the project “ReSiFe” can be found on the pages of the “Control Engineering and Mechatronics” workgroup (page 157).

„Development of a business model road map for additive manufacturing“ (Road2AM)

The estimated development of the additive manufacturing (AM) technology field promises great benefits and business potentials. Additive manufacturing will enable companies to achieve various competitive advantages in the future, such as the individualisation of end products or the reduction of logistics costs. In order to systematically tap this potential, it is necessary to anticipate future technological developments, possible applications and business models. This was the focus of the transfer project Road2AM. The result is an AM business model road map for Miele & Cie. KG. Hence, potential business models were identified and the requirements for their imple-



Mit additiver Fertigung lassen sich in Zukunft diverse Wettbewerbsvorteile erzielen, wie z. B. die Individualisierung von Endprodukten oder die Reduzierung von Logistikkosten. Um diese Potenziale systematisch erschließen zu können, ist es notwendig, die zukünftigen technologischen Entwicklungen, mögliche Anwendungen und Geschäftsmodelle vorzudenken. Dies stand im Fokus des Transferprojekts Road2AM. Das Resultat ist eine AM-Geschäftsmodellroadmap für das Unternehmen Miele & Cie. KG. Dazu wurden zunächst potenzielle Geschäftsmodelle aufgenommen und Anforderungen für deren Umsetzung abgeleitet. Die Vorausschau mithilfe der Szenario-Technik ermöglichte es, dafür relevante Entwicklungsmöglichkeiten vorzudenken und die möglichen Umsetzungszeitpunkte und -maßnahmen der Geschäftsmodelle zu ermitteln. Zur Umsetzung von AM-Geschäftsmodellen bedarf es oftmals vieler, hoch spezialisierter Partner, die im Projekt identifiziert und ausgewählt wurden. Die Arbeiten bilden die Leitlinie für das Partnerunternehmen, die Nutzen- und Geschäftspotenziale zeitgerecht zu erschließen.

#### „Strategische Positionierung im Technologiefeld Additive Fertigung“ (StraPoT)

Additive Fertigung ermöglicht einerseits neue Möglichkeiten zur Gestaltung von Bauteilen, andererseits entstehen um das Technologiefeld neue Wertschöpfungsnetzwerke. So profitieren von der steigenden Verbreitung der Fertigungstechnologien nicht nur die Maschinenhersteller, sondern beispielsweise auch Dienstleister, Hersteller für dedizierte Software, Komponentenhersteller, Modulanbieter usw. Im Fokus des Transferprojekts StraPoT stand daher die Planung des Einstiegs des Unternehmens Krause-Biagosch in das Technologiefeld. Als Basis diente die bestehende Expertise im Bereich Computer-to-Plate, einer Belichtungstechnologie für Druckplatten. Nach einer eingehenden Analyse der CTP-Technologie wurden mögliche Transferpotenziale in das Technologiefeld Additive Fertigung identifiziert. Unter Berücksichtigung von Trends wurden anschließend Potenziale für mögliche Marktleistungen abgeleitet. Damit waren vielfältige Optionen der Positionie-

rung des Unternehmens in der Wettbewerbsarena möglich. Die Bewertung der existierenden Unternehmen und somit die Rollenübersicht des Wertschöpfungsnetzwerks wurde zur Entscheidungsunterstützung in einer multidimensionalen Skalierung dargestellt. Mit der Konzipierung von Marktleistungen und der Erarbeitung einer Roadmap wurde die Planung des Eintritts von Krause-Biagosch in das Technologiefeld Additive Fertigung erfolgreich abgeschlossen.

#### „Strategische Planung eines Markteintritts in die Medizintechnik“ (StraMaMed)

Diversifikation sichert durch Risikostreuung auch in schwierigen Marktsituationen Arbeitsplätze. Diese strategische Stoßrichtung strebt das ostwestfälische Traditionsunternehmen Stükerjürgen Aerospace Composites GmbH & Co. KG (SAC) nach intensiven Investitionen in den eigenen, hochmodernen Maschinenpark an. Durch die Modernisierung wurde der Wettbewerbsvorsprung sowohl in der Luftfahrt als auch im Yachtbau gesichert. Die Ähnlichkeit der Kundenanforderungen der Medizintechnik zu den angestammten Branchen macht einen Markteintritt sehr attraktiv. Ziel des Transferprojekts StraMaMed ist daher eine Produkt- und Geschäftsmodellroadmap für den Markteintritt in die Medizintechnik. Im Fokus stehen eine zukunftsorientierte Produktanalyse der Branche und die Formalisierung und Antizipation der Marktlogik. Auf Basis der dabei erarbeiteten Ergebnisse wird unter Berücksichtigung der Kompetenzen von SAC eine entsprechende Roadmap zum Markteintritt generiert. Diese wird einen gewichtigen Baustein der strategischen Ausrichtung des Unternehmens darstellen und entscheidend zu einem zukünftigen Technologievorsprung beitragen.

#### Entwicklungsschub für OWL

Der Spitzencluster it's OWL gibt der Region einen großen Entwicklungsschub. Die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen steigt, Wachstum und Beschäftigung werden gesichert. Die Sichtbarkeit von Ostwestfalen-Lippe als Technologieregion wird gestärkt. Die Attraktivität der Region für Fach- und Führungskräfte steigt. So stärkt der Spitzencluster das Renommee der Universität als exzellente Forschungseinrichtung, sodass neue Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler für die Region gewonnen werden können. Mit Unterstützung des Landes Nordrhein-Westfalen sollen die Aktivitäten von it's OWL von 2018 bis 2022 weitergeführt werden. Dabei geht es unter anderem darum, neue Technologien für den Mittelstand zu erschließen, beispielsweise in den Bereichen IT-Sicherheit und offene Datenplattformen. Gemeinsam sollen neue Services, Geschäftsmodelle und Qualifizierungsangebote entwickelt werden. Kleine und mittlere Unternehmen werden unterstützt, neue Technologien zu implementieren und gemeinsam mit ihren Beschäftigten die Arbeitsbedingungen zu optimieren.

 **Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier**  
E-Mail: Juergen.Gausemeier@hni.upb.de  
Telefon: +49 5251 | 60 62 67



Projekträger: Projektträger Karlsruhe (PTKA)

 [www.its-owl.de](http://www.its-owl.de)

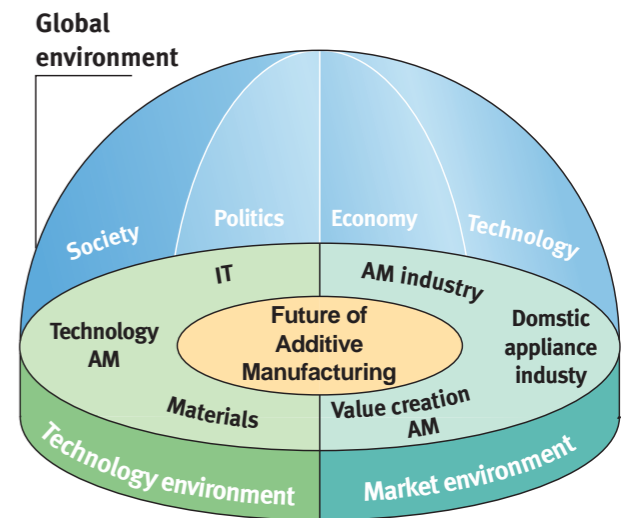
mentation were derived. Foresight using the scenario technique made it possible to anticipate the relevant developments and to determine the possible implementation dates and necessary measures for the business models. Furthermore, the implementation of AM business models often requires many highly specialised partners who have been identified and selected in the project. The work forms the guideline for the partner company to tap the benefits and business potentials of AM in a timely manner.

#### “Strategic positioning in the technology field of additive manufacturing” (StraPoT)

Additive manufacturing opens up new possibilities for the design of components, on the one hand, and new value-added networks are emerging around the technology field, on the other hand. The increasing spread of manufacturing technologies not only benefits machine manufacturers, but also service providers, manufacturers of dedicated software, component manufacturers, module suppliers, etc. The focus of the StraPoT transfer project was, therefore, on planning Krause-Biagosch's entry into the technology field. The basis was the existing expertise in the field of computer-to-plate, an exposure technology for printing plates. After an in-depth analysis of the CTP technology, potential transfer potentials to the field of additive manufacturing were identified. Taking into account the trends, potentials for possible market services were then derived. This offered a wide range of options for positioning the company in the competitive arena. The evaluation of existing companies and, therefore, the role overview of the value network was presented in a multidimensional scale for decision support. Krause-Biagosch's entry into the Additive Manufacturing technology field was successfully completed with the development of market offerings and a road map.

#### “Strategic Planning for a Medical Technology Market Launch” (StraMaMed)

Diversification safeguards jobs even in difficult market situations by spreading risk. This is the strategic focus currently being targeted by the traditional East-Westphalian company Stükerjürgen Aerospace Composites GmbH & Co. KG (SAC) following significant investment in its own state-of-the-art machinery pool. Modernisation has ensured a competitive edge in both the aerospace and yacht building sectors, and the similarities between the needs of clients in these traditional sectors and those in the medical technology industry make market launch a very attractive prospect. The aim of the StraMaMed transfer project is, therefore, to create a product and business model road map for a medical technology market launch. Its primary focus is a future-oriented product analysis of the sector, as well as aiming to formalise and anticipate market logic. Taking





Szenariofeld für die Zukunft der additiven Fertigung aus dem Projekt StraPoT  
Scenario field for the future of additive manufacturing from StraPoT project

SAC's competencies into account, the findings will be used to generate a corresponding road map for market launch. This will represent a key building block of the company's strategic orientation, and will make a crucial contribution to ensuring a technological edge in the future.

#### A boost for the region OWL

The leading-edge cluster strengthens the reputation of the university as an excellent research facility in the area of intelligent technical systems, so that new scientists can be drawn to the region. Furthermore, promising new study programmes in engineering and IT offer the opportunity to attract students from all over Germany and beyond to Paderborn. With support from the state of North Rhine-Westphalia (NRW), the activities of it's OWL will be continued from 2018 to 2022. Activities include making accessible new technologies to small and medium sized companies (SMEs), for example in the field of IT security or open data platforms. New services, business models and qualification programmes will be developed. SMEs will obtain support in implementing new technologies and in optimising the working conditions, working places etc.

 **Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier**  
E-mail: Juergen.Gausemeier@hni.upb.de  
Phone: +49 5251 | 60 62 67

 Supported by: Federal Ministry of Education and Research (BMBF)  
Project management: Project Management Agency Karlsruhe (PTKA)

## Industrielles Internet-der-Dinge

Innovationen im Rahmen der Industrie-4.0-Strategie




Das industrielle Internet-der-Dinge (Industrial Internet-of-Things – IIoT) bildet die Grundlage für zukünftige intelligente vernetzte Innovationen in der Industrieautomatisierung. Es besteht aus einer Menge von teilweise drahtlos vernetzten, sehr kleinen elektronischen Einheiten mit sehr hohen Anforderungen bzgl. Energieverbrauch und Lebensdauer. Dies stellt an ihren technischen Entwurf und ihren Betrieb große Herausforderungen.

Im Rahmen der Industrie-4.0-Strategie ist die Vernetzung von dezentralen mit Sensoren und Aktoren bestückten elektronischen Komponenten von hoher Bedeutung. Unter der Bezeichnung industrielles Internet-der-Dinge (Industrial Internet-of-Things – IIoT) finden momentan weltweit Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten statt, die die Grundlagen für eine Vielzahl von Innovationen auf diesem Gebiet schaffen. Diese gelten als einer der wichtigsten Treiber des digitalen Zeitalters.

Bei den IIoT-Komponenten handelt es sich um extrem kleine elektronische Einheiten, an die trotz stark begrenzter Rechenleistung, geringer Speicherkapazität und niedrigem Energieverbrauch hohe Anforderungen bzgl. Signalverarbeitung und Datenübertragungsraten gestellt werden. Im Betrieb spielen hier außerdem eine hohe Sicherheit über eine sehr lange Lebensdauer und somit die hohe Konfigurierbarkeit der Komponenten eine zentrale Rolle, was nur durch eine effiziente Abstimmung der Software mit der Hardware in Verbindung mit einem hohen Grad an Automatisierung in der Software-Generierung speziell für IIoT-Komponenten erreicht werden kann.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert die Fachgruppe „Schaltungstechnik“ des Heinz Nix-

dorf Instituts in diesem Bereich mit zwei Projekten, die beide von der Infineon Technologies AG geleitet werden: COMPACT (Cost-Efficient Smart System Software Synthesis) und SAFE4I (Sicherer Automatischer Entwurf für Industrieanlagen). Die Fachgruppe „Schaltungstechnik“ beteiligt sich an diesen Projekten mit der Entwicklung von quelloffenen Implementierungen eines QEMU-basierten RISC-V-CPU-Emulators und einer quelloffenen intelligenten IIoT-Komponente auf Basis eines energieeffizienten RISC-V-Prozessorkerns, der zur Demonstration der Projektergebnisse als Chip gefertigt werden soll.

 **Prof. Dr.-Ing. Christoph Scheytt**  
E-Mail: [Christoph.Scheytt@hni.upb.de](mailto:Christoph.Scheytt@hni.upb.de)  
Telefon: +49 5251 | 60 63 50

 Gefördert durch: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

 [www.hni.upb.de/sct](http://www.hni.upb.de/sct)

## Industrial Internet of Things


Innovations for the “Industrie 4.0” Strategy

The Industrial Internet of Things (IIoT) forms the basis for future intelligent innovations in the network for industrial automation. It consists of many networked, very small and partially wireless-connected electronic devices with challenging requirements in terms of power dissipation and a very long lifetime. This poses great challenges for their technical design and operation.

In the course of the “Industrie 4.0” strategy, network-based decentralised electronic devices equipped with sensors and actuators become increasingly important. The term Industrial Internet of Things (IIoT) is currently used worldwide for the research and development activities that create the basis for a large number of innovations in this field, which are considered as one of the most important drivers of the digital transformation age.

IIoT devices are extremely small, intelligent electronic devices with very high demands in spite of their highly limited technical properties such as the very limited computing power, storage capacity and very low power dissipation combined with demand for high data transfer rates. In operation, a high degree of security and safety over a very long lifetime and thus a high configurability of the devices plays a central role. This can only be achieved through the accurate dimensioning of the software with the hardware in combination with a high degree of automation in the software generation tool chain dedicated for IIoT devices.

The German Federal Ministry of Education and Research (BMBF) is funding the “Circuit and System Technologies”

 **Prof. Dr.-Ing. Christoph Scheytt**  
E-mail: [Christoph.Scheytt@hni.upb.de](mailto:Christoph.Scheytt@hni.upb.de)  
Phone: +49 5251 | 60 63 50

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

 [www.hni.upb.de/en/sct](http://www.hni.upb.de/en/sct)

workgroup of the Heinz Nixdorf Institute in this area with two projects, both of which are led by Infineon Technologies AG: COMPACT (Cost-Efficient Smart System Software Synthesis) and SAFE4I (Safer Automatic Design for Industrial Plants). The “Circuit and System Technologies” workgroup contributes to the projects an open-source implementation of a QEMU-based RISC-V CPU emulator and an open-source intelligent IIoT device based on an energy-efficient RISC-V processor core, which is manufactured as a chip for the demonstration of the project achievements.



## Fahrzeugachsprüfstand mit hochdynamischem Hexapod

DFG-Projekt zur Hardware-in-the-Loop-Simulation mechatronischer Fahrzeugachsen



Heutzutage weisen Fahrzeugachsen eine steigende Anzahl elektronischer Komponenten auf, die den Fahrkomfort und die Fahrsicherheit verbessern. Die Entwicklung und Prüfung solcher mechatronischer Systeme erfordert den Einsatz effizienter Prüfsysteme. Das Ziel ist es, die Anzahl aufwendiger Fahrversuche zu minimieren und diese durch schnell durchzuführende und reproduzierbare Tests ins Labor zu verlagern.

### Multidirektionale Achsprüfung mit einem Hexapod

Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) wurde ein neuartiges Prüfkonzept zur multidirektionalen Belastung von gesamten Fahrzeugachsen realisiert. Der Prüfstand besteht aus einem hydraulischen Hexapod mit sechs parallelkinematisch angeordneten Hydraulikzylindern und ermöglicht die realitätsnahe räumliche Belastung von Fahrzeugachsen. Der Clou dieses Prüfstands besteht in seinem Regelungskonzept und der dynamischen Auslegung und Abstimmung seiner Komponenten, welche die hochdynamische Regelung ermöglichen. Während bei gängigen Prüfständen für Betriebsfestigkeitsuntersuchungen die Anregungssignale durch aufwendige, in vielen Iterationen zu erlernende und damit unflexible Steuerungen realisieren, werden sie hier direkt online aus Messdaten eingeregelt.

### Hardware-in-the-Loop-Simulation

Neben dem Einsatz des Prüfkonzepts zur konventionellen Achsprüfung, in der gemessene oder synthetische Fahrbahnprofile direkt aufgeprägt werden, ist auch der Einsatz in einer Hardware-in-the-Loop (HiL) Simulation möglich. Diese aus dem Bereich der Steuergeräteentwicklung bekannte Methode zielt darauf ab, eine Komponente zu testen, ohne das Rest-

system physikalisch zu realisieren. Bei der HiL-Simulation einer mechatronischen Fahrzeugachse wird also nur diese real aufgebaut, während die restlichen Komponenten des Gesamtsystems „Fahrzeug“, u. a. Karosserie, Reifen, Fahrer und Umwelteinflüsse, auf einem Echtzeitrechner simuliert werden. Die Kopplung von realer Fahrzeugachse und Restfahrzeugmodell geschieht über den Hexapoden und Sensorik (Kraft-, Wegsensoren). Die HiL-Technik ermöglicht den Test von Achsen mit aktiven Fahrwerkregelsystemen (regelbare Dämpfer, Stabilisatoren) im Systemverbund. Dieses Vorhaben wird ebenfalls von der DFG gefördert.



Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler  
E-Mail: [Ansgar.Traechtler@hni.upb.de](mailto:Ansgar.Traechtler@hni.upb.de)  
Telefon: +49 5251 | 60 62 77



Gefördert durch: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)



[www.hni.upb.de/Video/achspruefstand](http://www.hni.upb.de/Video/achspruefstand)

## Vehicle suspension test rig with highly dynamic hexapod

DFG project on hardware-in-the-loop simulation of mechatronic vehicle axles

Nowadays, vehicle suspensions have an increasing number of electronic components that improve driving comfort and safety. The development and testing of such mechatronic systems requires the use of efficient testing systems. The aim is to minimise the number of time-consuming test drives and to replace them by means of fast and reproducible tests in the laboratory.

### Multidirectional vehicle suspension testing with a hexapod

With the support of the German Research Foundation (Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG), a novel test concept for the multidirectional excitation of entire vehicle axles has been realised. The test rig consists of a hydraulic hexapod with six hydraulic cylinders in a parallel-kinematic arrangement and allows to simulate a realistic spatial load on the vehicle axle. The key feature of the test rig is its control concept and the underlying design of the dynamic behavior of its components which together facilitate high-dynamical closed-loop control operation. In common test rigs for operational stability, the excitation signals are realized via unflexible open-loop control involving time-consuming iterative learn procedures. In contrast, in our test rig, the excitation signals are realized by a closed-loop control structure in real-time directly from the measurement data.

### Hardware-in-the-Loop simulation

Beside conventional suspension and axle testing, where measured or synthetic road profiles are directly applied, also the use in Hardware-in-the-Loop (HiL) simulation is possible. Widely used in the development of electronic control units,



Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler  
E-mail: [Ansgar.Traechtler@hni.upb.de](mailto:Ansgar.Traechtler@hni.upb.de)  
Phone: +49 5251 | 60 62 77



Supported by: German Research Foundation (DFG)

the HiL-method aims to test a component without physically realising the remaining system. Analogously, within a HiL simulation of mechatronic vehicle suspension systems only the suspension system is physically built up, while the remaining vehicle components (car body, tires, driver and environmental influences) are simulated on a real-time computer. The coupling of the vehicle suspension and the remaining vehicle models is realised by the hexapod as actuator and sensors (e.g. force sensors). The HiL technique enables development and testing of active chassis control systems like active roll stabilisers or dampers within the entire system assembly. This research project is also funded by the DFG.

## Smart Automation Laboratory

Praxisnahe Forschung und Entwicklung in der Fabrik der Zukunft




Industrie 4.0 ist als Forschungsthema bezogen auf Innovationen von Produkt und Produktion allgegenwärtig. Konkret geht es unter anderem darum, dass sich alle Einheiten eines Produktionssystems über das Internet dezentral koordinieren und bei Bedarf flexibel rekonfigurieren. In aktuellen Projekten im Smart Automation Laboratory wird die Umsetzung dieses Aspekts von Industrie 4.0 praxisnah erforscht.

Industrie 4.0 beschreibt den Innovationssprung von Produkt und Produktion hin zu intelligenten, vernetzten Systemen. Durch die Vernetzung von Maschinen, Betriebsmitteln, Werkstücken sowie Lager- und Transportsystemen über das Internet koordiniert sich die Produktion dezentral und rekonfiguriert sich bei Bedarf flexibel. Gleichzeitig ermöglicht die unternehmensübergreifende Vernetzung von Geschäfts- und Produktionsprozessen ein durchgängiges Engineering und die Bildung von Wertschöpfungsnetzwerken. Ziel des Smart Automation Laboratory ist die Erforschung der Umsetzung von Industrie 4.0. Mit Industrie 4.0 verbundene Veränderungen werden sichtbar gemacht und mögliche Auswirkungen dargestellt.

Im Wesentlichen besteht das Labor aus zwei Fertigungszellen (einer Drehmaschine und einer Fräsmaschine), einem 3D-Drucker, einem Materialflusssystem, einem Montageroboter und weiteren Robotern, die die Fertigungszellen und den Montage-roboter mit dem Materialflusssystem verbinden. Jede Einheit

ist hierbei mit einem lokalen Rechnersystem ausgestattet, welches jeweils die Überwachung und Steuerung des jeweiligen Teiles des Produktionssystems übernimmt und eine Kommunikationsschnittstelle bereitstellt. Jede Komponente ist anhand dieser lokalen Rechnersysteme über ein dynamisches Peer-to-Peer-Netzwerk vernetzt. Dadurch können die Aufträge an das Produktionssystem automatisiert ausgeführt werden und sich die Einheiten des Produktionssystems selbstständig vernetzen und konfigurieren (Plug & Produce).

Der aktuelle Forschungsschwerpunkt liegt hierbei auf einem dezentralen Produktionssteuerungssystem, bei dem durch die Einheiten des Produktionssystems selber eine Steuerung des Gesamtsystems erfolgen soll. Auf Basis von kundenindividuellen Produktmodellen koordinieren sich die Maschinen, Lager- und Transportsysteme auftragsabhängig selber. Um diese Selbststeuerung des Produktionssystems zu ermöglichen und die Vorteile davon zu nutzen, ist eine neue Qualität von Produktdaten erforderlich. Das Labor bietet eine einmalige Möglichkeit, um die Auswirkungen von Industrie 4.0 auf Beschäftigte zu untersuchen und bei der Gestaltung neuer Systeme deren Bedürfnisse zu berücksichtigen.

 **Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler**  
E-Mail: [Iris.Graessler@hni.upb.de](mailto:Iris.Graessler@hni.upb.de)  
Telefon: +49 5251 | 60 62 75

## Smart Automation Laboratory

Practical research and development in the factory of the future


“Industrie 4.0” has become a ubiquitous term to describe research topics concerning product and production innovations. Specifically, “Industrie 4.0” includes the objective of self-controlling production with the decentral coordination of all production system units. Flexible reconfiguration is realised on demand. The Smart Automation Laboratory serves as an environment to practically implement aspects of “Industrie 4.0”.

“Industrie 4.0” describes the innovation leap from product and production to intelligent, connected systems. By connecting machines, equipment, workpieces as well as storage and transport systems over the Internet, the production is de-centrally controlled and, if necessary, flexibly reconfigured. At the same time, the cross company connection of business and production processes enables comprehensive engineering and the creation of value-adding networks. The aim of the Smart Automation Laboratory is to research aspects on implementing “Industrie 4.0”. In this way, changes related to “Industrie 4.0” are made visible and possible effects are demonstrated.

The laboratory consists of two production cells (a lathing machine and a milling machine), a 3D-printer, a material flow system, an assembly robot and other robots which connect the production cells and the assembly robot with the material flow system. All the units of the production system are equipped with a local computer system which monitors and controls its part of the production system and provides a communication interface. Each component is connected by these local computer systems to achieve an automated coordination of the system using a dynamic peer-to-peer network. As a result, the order processing in the production system can be automated

and units of the production system can be independently interconnected and configured (Plug & Produce).

The current research focus is on a decentralised production control system. The entire production system is controlled by the involved units themselves. On the basis of customer-specific product models, the machines, storage and transport systems coordinate themselves. In order to enable this self-control of the production system, a new quality of product data is necessary. The laboratory offers a unique opportunity to examine the effects of “Industrie 4.0” on employees and to consider their needs when engineering the systems.

 **Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler**  
E-mail: [Iris.Graessler@hni.upb.de](mailto:Iris.Graessler@hni.upb.de)  
Phone: +49 5251 | 60 62 75



## Fraunhofer IEM

Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM



Das Fraunhofer IEM bietet umfangreiche Expertise für intelligente Mechatronik im Kontext Industrie 4.0 und Digitalisierung. Mit der Stoßrichtung „Advanced Systems Engineering“ werden zukunftsweisende Methoden und Werkzeuge für die Entwicklung intelligenter Produkte, Produktionssysteme und Dienstleistungen anwendungsnah erforscht. Kernkompetenzen sind intelligente mechatronische Systeme, Automation, Systems Engineering und Virtual Prototyping.

Seit Januar 2017 hat das Fraunhofer IEM vollen Institutsstatus. Am 31. März feierten Forscherinnen und Forscher die offizielle Institutseröffnung mit der damaligen NRW-Wissenschaftsministerin Svenja Schulze und dem Direktor Forschung der Fraunhofer-Gesellschaft, Dr. Raoul Klingner. Das Fraunhofer IEM ist die erste eigenständige Fraunhofer-Einrichtung in Ostwestfalen-Lippe und stärkt in enger Kooperation mit dem Heinz Nixdorf Institut der Universität Paderborn den Forschungsstandort Paderborn. Es bedient den steigenden Bedarf der Industrie an anwendungsorientierter Forschung und intelligenten mechatronischen Lösungen. Das Fraunhofer IEM entwickelt konkrete Angebote für Forschung und Entwicklung und ist Ansprechpartner für Technologietransfer in den Mittelstand – insbesondere in der Region OWL. „Hier am Fraunhofer IEM wird Zukunft konkret gestaltet. Alle Akteure ziehen an einem Strang – das kann beispielhaft sein für andere Regionen und ist eine Bereicherung für unser Land“, sagte Wissenschaftsministerin Svenja Schulze bei der feierlichen Eröffnung.

### „Ein ostwestfälisches Erfolgsprodukt“

Die Initiative für ein Fraunhofer-Institut in der Region Ostwestfalen-Lippe geht auf das Engagement der hiesigen Industrie zurück. „Das Fraunhofer IEM ist ein ostwestfälisches Erfolgs-

produkt. Wir Unternehmer sind stolz auf die Entwicklung des Paderborner Instituts, mit dem wir bereits seit Jahren eng zusammenarbeiten“, so Dr. Eduard Sailer, der als vormaliger Miele-Geschäftsführer gemeinsam mit 17 regionalen Unternehmen die Einrichtung des Fraunhofer IEM, vorantrieb. Professor Dr. Ansgar Trächtler, Institutsleiter des Fraunhofer IEM betont, wie wichtig der starke Rückhalt der Partner aus der Region für die Entwicklung der ehemaligen Fraunhofer-Projektgruppe gewesen sei. „Dem Industriekreis unter der Führung von Dr. Eduard Sailer, dem Netzwerk OWL Maschinenbau und der Universität Paderborn mit ihrem Heinz Nixdorf Institut danken wir besonders. Die Zusammenarbeit mit allen Partnern hat sich – insbesondere im Spitzencluster it's OWL – in den letzten Jahren deutlich verstärkt. Das Fraunhofer IEM ist nachhaltig etabliert.“

Im Sommer 2017 erwarb die Fraunhofer-Gesellschaft das Gebäude Zukunftsmeile 1 für die dauerhafte Ansiedlung des IEM. Ein umfangreicher Ausbau der Forschungsinfrastruktur für die derzeit 100 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, der Weichen für weiteres Wachstum stellt, ist geplant.

## Fraunhofer IEM

Fraunhofer Institute for Mechatronic Systems Design IEM

Fraunhofer IEM offers expertise for intelligent mechatronics in the context of “Industrie 4.0” and digital transform. Focusing on “Advanced Systems Engineering”, it researches innovative methods and tools for the development of intelligent products, production systems and services. Core competencies are intelligent mechatronic systems, automation, systems engineering and virtual prototyping.

Fraunhofer IEM has had full institute status since January 2017. On 31 March 2017, the scientists celebrated the official opening of the institute with the former NRW Science Minister Svenja Schulze and the Director of Research of the Fraunhofer-Gesellschaft, Dr. Raoul Klingner. Fraunhofer IEM is now the first Fraunhofer Institute in East Westphalia-Lippe (OWL) and is strengthening the research location Paderborn in close cooperation with the Heinz Nixdorf Institute of the Paderborn University. It meets the industry’s growing demand for application-oriented research and intelligent mechatronic solutions. Fraunhofer IEM develops specific offers for research and development and is the contact partner for the technology transfer to SMEs – especially in the OWL region. “Here, at Fraunhofer IEM, the future is being shaped in concrete terms. The focus is on developing intelligent products, production systems and services. Here, in OWL, all parties are pulling together – this can be exemplary for other regions and enriches our country”, said Science Minister Svenja Schulze at the opening ceremony.

### “An East Westphalian success story”

The initiative for a Fraunhofer Institute in the region of East Westphalia-Lippe is based on the commitment of local indus-

try. “Fraunhofer IEM is an East Westphalian success story. We as entrepreneurs are proud of the development of the Paderborn Institute, with which we have been working closely together for many years”, says Dr Eduard Sailer, who, as the former Managing Director of Miele, together with 17 other regional companies, pushed ahead with the establishment of Fraunhofer IEM. Professor Ansgar Trächtler, Director of Fraunhofer IEM, emphasised how important the support of the partners from the region was for the development of the former Fraunhofer project group. “We would like to express our special thanks to the industry group headed by Dr. Eduard Sailer, the OWL Maschinenbau network, and the Paderborn University with its Heinz Nixdorf Institute. The cooperation with all partners – especially in the Leading-Edge Cluster it’s OWL – has intensified significantly in recent years. Fraunhofer IEM is sustainably established.”

In the summer of 2017, the Fraunhofer society purchased Zukunftsmeile 1 a permanent location for the IEM enabling a continuous expansion of its research infrastructure for the current 100 employees.

### Technologietransfer: Digitalisierung im Schaltschrankbau

Im Spitzencluster it's OWL, aber auch in weiteren regionalen Projekten wie dem BMWi-geförderten „Digital in NRW – Das Kompetenzzentrum für den Mittelstand“, erforscht das Fraunhofer IEM Technologien und Entwicklungsmethoden für intelligente Produkte, Produktionssysteme und Prozesse. Diese setzt es erfolgreich mit kleinen und mittleren Unternehmen um. Im „Digital in NRW“-Projekt „Digitalisierung im Schaltschrankbau“ arbeitete das Fraunhofer IEM mit der Schaltanlagen GmbH H. Westermann aus Minden zusammen. Gemeinsam wurde ein Konzept entwickelt, um die Planung und Fertigung im Betrieb zu digitalisieren – mit einem durchgängigen Datenfluss und digitaler Montageunterstützung für die Mitarbeiter. Uwe Friedrichs, kaufmännischer Geschäftsführer der Schaltanlagenbau GmbH H. Westermann: „In dem Projekt haben wir wertvolle Grundlagen geschaffen, um die Digitalisierung strukturiert anzugehen. Neben der Aufnahme heutiger Prozesse haben wir erarbeitet, wie sich die Prozesse im Rahmen der Digitalisierung verändern. Dazu haben wir uns auch die notwendigen IT-Systeme und Daten angeschaut, welche die Grundlage für die Digitalisierung darstellen. Insbesondere wollen wir in Zukunft auch vermehrt unsere Kunden und Zulieferer einbinden, um die Prozesse zu digitalisieren.“

Den Nutzen der Digitalisierung erleben auch die Mitarbeiter des Schaltanlagenbauers: Derzeit erproben sie den Einsatz von Tablets in der Fertigung. Ziel ist es, die Schaltpläne nicht mehr auszudrucken, sondern am Arbeitsplatz als digitale Montageanleitung bereitzustellen.

### IT-Sicherheit: Lösungskonzepte und Erfahrungsaustausch

Das Fraunhofer IEM unterstützt Unternehmen, technische Systeme mit komplexer Software effizient und von hoher Qualität zu entwickeln. Ein wichtiger Aspekt, der mit der zunehmenden Vernetzung einhergeht, ist dabei die IT-Sicherheit. Software muss mit geeigneten Schutzmaßnahmen gegen Angriffe von außen idealerweise bereits im Entwicklungsprozess (Security by Design) ausgestattet werden. Das Fraunhofer IEM bringt Unternehmen, die sich gezielt diesen Herausforderungen stellen und darüber in einem geschlossenen Kreis diskutieren wollen, in der Fachgruppe „IT-Sicherheit im Internet of Things“ zusammen, die sich im März 2017 erstmalig bei der Firma Janz Tec in Paderborn getroffen hat. Gemeinsam mit regionalen Unternehmen, wie etwa mit Janz Tec, Hesse Mechatronics, Miele und Phoenix Contact, haben die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bereits einige sehr erfolgreiche Projekte


zum Thema IT-Sicherheit umgesetzt. So wurde das Sicherheitskonzept der Secure-Appliance-Lösung OSIRIS, die mit dem INNOVATIONSPREIS IT 2017 ausgezeichnet wurde, gemeinsam mit dem Fraunhofer IEM erarbeitet.

### Medizintechnik: Entwicklung von Exosystemen

Auch jenseits seiner klassischen Branchen wie dem Maschinen- und Anlagenbau bringt das Fraunhofer IEM seine Kompetenzen erfolgreich in Entwicklungsprojekte ein. Gemeinsam mit der Firma OTW Orthopädietechnik Winkler entwickelt das Institut mit modellbasierten Methoden Exosysteme zur Unterstützung menschlicher Bewegungsabläufe. Die idealisierte Modellierung umfasst in einem ersten Schritt zunächst ein biomechanisches Modell des menschlichen Bewegungsapparates sowie ein Modell des mechatronischen Exosystems. Diese beiden Modelle werden anschließend zu einem idealisierten, parametrisierten Gesamtmodell miteinander verknüpft. Mit einem virtuellen Prototypen werden modellbasierte Verträglichkeitsanalysen für unterschiedliche Bewegungsabläufe und Personengruppen durchgeführt. Das aufwendige Testen derartiger Ergebnisse durch reale Experimente entfällt bzw. wird deutlich minimiert.



Eröffneten das erste Fraunhofer-Institut in OWL: Prof. Ansgar Trächtler, Svenja Schulze, Dr. Raoul Klingner, Prof. Eric Bodden, Peter Bankmann, Dr. Eduard Säiler  
OWL has opened its first Fraunhofer Institute: Prof. Ansgar Trächtler, Svenja Schulze, Dr. Raoul Klingner, Prof. Eric Bodden, Peter Bankmann, Dr. Eduard Säiler

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

 [www.iem.fraunhofer.de](http://www.iem.fraunhofer.de)



Montageunterstützung via Tablet im Projekt Digitalisierung im Schaltschrankbau  
Assembly support via tablet thanks to the "Digitisation in Switch Cabinet Construction" project

### Technology transfer to SMEs: Example "Digitisation in switch cabinet construction"

In the Leading-Edge Cluster it's OWL, but also in other regional projects such as the BMWi-funded "Digital in NRW – The Competence Center for SMEs", Fraunhofer IEM is researching technologies and development methods for intelligent products, production systems and processes and is successfully implementing them with small and medium-sized companies. In the "Digital in NRW" project "Digitisation in SMEs", Fraunhofer IEM cooperated with Schaltanlagen GmbH H. Westermann from Minden. Together, a concept was developed to digitise the planning and production in the company – with a continuous data flow and tablets for the employees. Uwe Friedrichs, Commercial Managing Director of Schaltanlagenbau GmbH H. Westermann: "In this project, we have created valuable foundations for a structured approach to digitisation. In addition to recording current processes, we have analysed how these processes are changing due to digitisation. For this purpose, we also looked at the necessary IT systems and data, which are the basis for digitisation. In particular, we intend to increasingly involve our customers and suppliers in the future in order to digitise the processes." The employees of Schaltanlagenbau GmbH H. Westermann are also experiencing the benefits of digitisation: At present, they are testing the use of tablets in production. The aim is that the circuit diagrams no longer have to be printed out, but are provided at the workplace as digital assembly instructions.

### IT security: Exchange of experience and solution concepts

Fraunhofer IEM supports companies in developing technical systems with complex software efficiently and in high quality. An important aspect that goes hand in hand with increasing networking is IT security. Software has to be equipped with appropriate protection measures against attacks from outside, ideally already in the development process (Security by Design). Fraunhofer IEM brings together companies that are specifically addressing these challenges and want to discuss them in a closed circle in the "IT Security in the Internet of Things" expert group, which met for the first time at Janz Tec in Paderborn in March 2017. Together with many regional companies, including Janz Tec, Hesse Mechatronics, Miele and Phoenix Contact, the scientists have already implemented a number of highly successful projects on the subject of IT security. For example, the security concept of the Secure Appliance solution OSIRIS, which was awarded the INNOVATION AWARD IT 2017, was developed together with Fraunhofer IEM.

### Medical technology: Development of exosystems

Fraunhofer IEM also contributes its expertise to development projects beyond its traditional industries such as mechanical and plant engineering. In cooperation with the company OTW Orthopädietechnik Winkler (orthopaedic technology), Fraunhofer IEM uses holistic model-based design methods to develop exosystems to support human motion sequences. In a first step, the modelling comprises an idealised biomechanical model of the human locomotor system and an idealised model of the mechatronic exosystem. These two models are then linked together to form an idealised, parameterised overall model. A virtual prototype is used to carry out model-based compatibility analyses for different movement sequences and groups of people. The time-consuming determination of such results by means of real-world experiments is no longer necessary or is significantly minimised.



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



[www.iem.fraunhofer.de/en](http://www.iem.fraunhofer.de/en)



## Internationalität

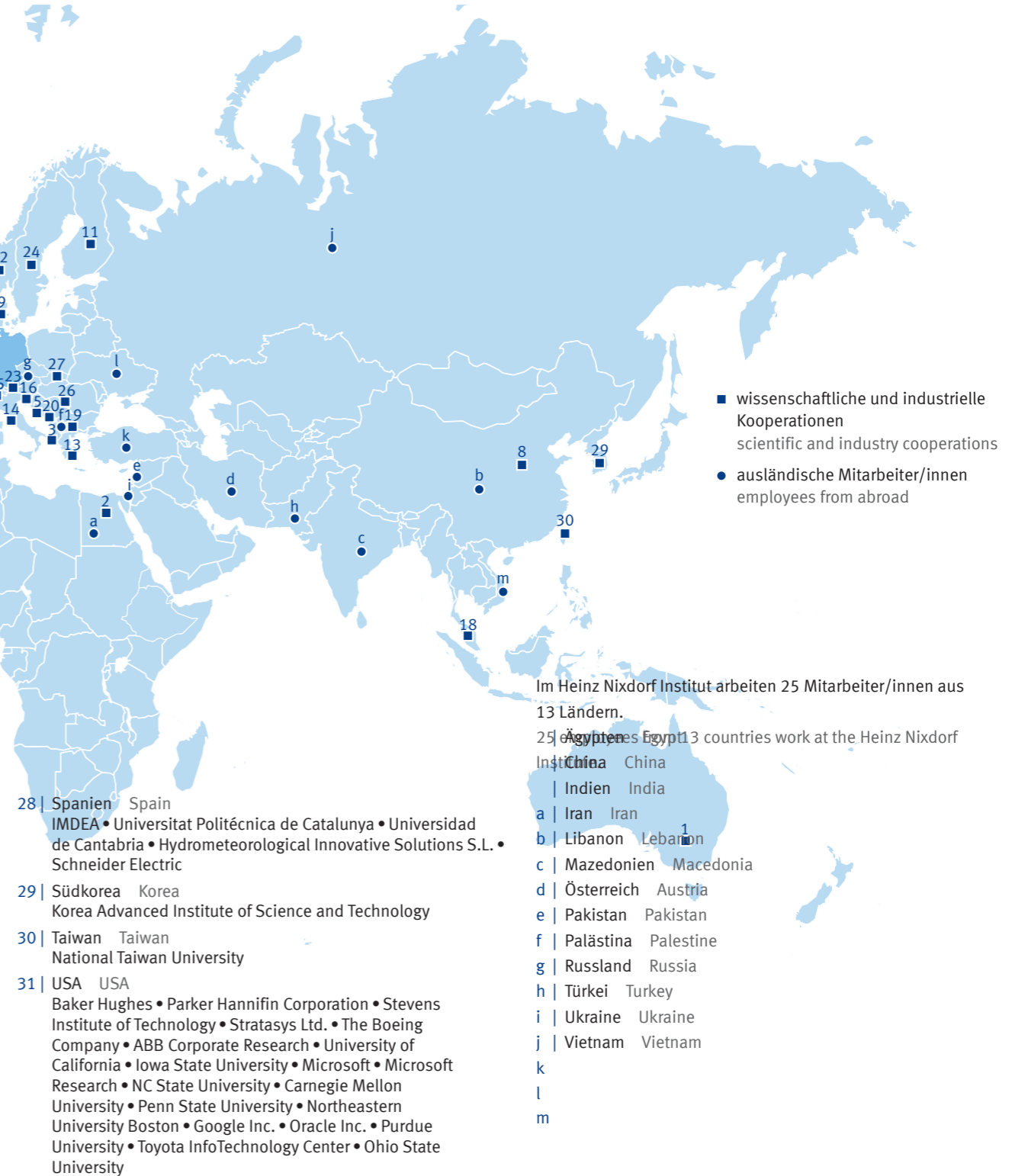
Wir kooperieren mit 78 ausländischen Partnern.  
We cooperate with 78 partners from abroad.

- 1 | Australien Australia  
Oracle Labs
- 2 | Ägypten Egypt  
Information Technology Institute Cairo
- 3 | Albanien Albania  
Universiteti i Tiranës
- 4 | Belgien Belgium  
Université Libre de Bruxelles
- 5 | Bosnien und Herzegowina Bosnia and Herzegovina  
Univerzitet u Sarajevu • Univerzitet u Banjoj Luci
- 6 | Brasilien Brazil  
University of Campinas
- 7 | Chile Chile  
University of Chile
- 8 | China China  
Qingdao University of Science & Technology
- 9 | Dänemark Denmark  
The Lego Group
- 10 | England England  
The Open University • University of Liverpool • University of Warwick • European Centre for Medium range Weather Forecasts
- 11 | Finnland Finland  
Finnish Meteorological Institute • Tampere University of Technology • Microteam Oy • Minima Processor • Visy Oy
- 12 | Frankreich France  
CNRS – Laboratoire d'études de Transferts en Hydrologie et Environnement • AIRBUS Defence & Space
- 13 | Griechenland Greece  
University of Patras • CTI
- 14 | Italien Italy  
University of Rome „La Sapienza“ • IMT Alti Studi Lucca • Centro Internazionale in Monitoraggio Ambientale • University of Trento • Scuola Superiore Sant'Anna di Studi Universitari e di Perfezionamento • Rina Services
- 15 | Kanada Canada  
Polytechnique Montreal • Concordia University • University of Alberta • McGill University
- 16 | Kroatien Croatia  
University Zagreb
- 17 | Luxemburg Luxembourg  
SnT Universität Luxembourg
- 18 | Malaysia Malaysia  
Malaysia UiTM
- 19 | Mazedonien Macedonia  
Ss. Cyril and Methodius University
- 20 | Montenegro Montenegro  
Univerzitet Crne Gore

- 21 | Niederlande Netherlands  
Vrije Universiteit • Delft University of Technology
- 22 | Norwegen Norway  
University of Bergen • University of Oslo • University College of Southeast Norway
- 23 | Österreich Austria  
Technische Universität Wien • Universität Wien • Abix GmbH
- 24 | Schweden Sweden  
Mälardalen University • Sandvik
- 25 | Schweiz Switzerland  
University of Lugano • Google Inc.
- 26 | Serbien Serbia  
University of Belgrade
- 27 | Slowakei Slovakia  
KAJO s.r.o.



## Internationality



- 28 | Spanien Spain  
IMDEA • Universitat Politècnica de Catalunya • Universidad de Cantabria • Hydrometeorological Innovative Solutions S.L. • Schneider Electric
- 29 | Südkorea Korea  
Korea Advanced Institute of Science and Technology
- 30 | Taiwan Taiwan  
National Taiwan University
- 31 | USA USA  
Baker Hughes • Parker Hannifin Corporation • Stevens Institute of Technology • Stratasys Ltd. • The Boeing Company • ABB Corporate Research • University of California • Iowa State University • Microsoft • Microsoft Research • NC State University • Carnegie Mellon University • Penn State University • Northeastern University Boston • Google Inc. • Oracle Inc. • Purdue University • Toyota InfoTechnology Center • Ohio State University

## Engagement in der Nachwuchsförderung



Prof. Dr.-Ing. Heiko Hamann (seit April 2017 Service-Robotik, Universität zu Lübeck) und Jun.-Prof. Dr. Alexander Skopalik  
Prof. Dr.-Ing. Heiko Hamann (since April 2017 Service Robotics, Universität zu Lübeck) and Assistant Prof. Dr. Alexander Skopalik

Wir engagieren uns intensiv in der Lehre und Ausbildung von Studierenden und Nachwuchswissenschaftler/innen wie Doktorand/inn/en, Habilitand/inn/en und Juniorprofessor/inn/en 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.

2017 haben mehr als 170 Studierende bei uns ihre Abschlussarbeit erstellt. 90 besonders begabte Absolvent/inn/en sind auf dem Weg zur Promotion. Unser Engagement in der Nachwuchsförderung zeigt sich auch durch unsere Beteiligung an den beiden Fortschrittskollegs (Seite 18). 38 unserer Absolvent/inn/en haben bereits Professuren.

### Vorbereitung auf eine Hochschulkarriere

Wir fördern nachdrücklich die Mitarbeiter/innen, die eine Hochschulkarriere anstreben. Aktuell arbeiten bei uns als Juniorprofessoren:

**Alexander Skopalik** ist Juniorprofessor in der Fachgruppe „Algorithmen und Komplexität“. Er beschäftigt sich mit algorithmischen Problemen in der Spieltheorie. Beispielsweise betrachtet er Fragestellungen bezüglich der Ergebnisse strategischen Handelns autonomer Akteure und untersucht die Berechnungskomplexität von Ergebnisprognosen bei verteilter Allokation von Ressourcen.

**Christoph Sommer** ist seit Oktober 2017 Juniorprofessor der Fachgruppe „Verteilte Eingebettete Systeme“. Seine Forschung konzentriert sich auf Kooperative Fahrzeugsysteme. Er beschäftigt sich mit Fragen der Verkehrseffizienz, Sicherheit

und Sicherheitsaspekte der Car-to-X-Kommunikation in heterogenen Umgebungen.

2017 haben zwei unserer bisherigen Juniorprofessor/inn/en einen Ruf auf eine volle Professur erhalten und angenommen:

Im April 2017 ist **Heiko Hamann** einem Ruf der Universität zu Lübeck auf die Professur für Service-Robotik am Institut für Technische Informatik gefolgt. Er forscht im Bereich der biologisch inspirierten Robotik und bearbeitet insbesondere Themen der Schwarmrobotik und der Modellierung großer Multi-Agenten-Systeme. Hamann war von 2013 bis März 2017 Juniorprofessor bei Professor Meyer auf der Heide in der Fachgruppe „Algorithmen und Komplexität“.

**Michaela Geierhos** hat zum 7. November 2017 die W3-Professur für Digitale Kulturwissenschaften an der Universität Paderborn angetreten und ist ein Paradebeispiel für gelebte Interdisziplinarität. Sie lehrt und forscht im Bereich der semantischen Informationsverarbeitung an der Schnittstelle zwischen Computerlinguistik und Wirtschaftsinformatik. Sie erforscht Probleme der maschinellen Sprachverarbeitung in industrienahe Anwendungsszenarien. Geierhos war von 2013 bis 2017 Juniorprofessorin der Fachgruppe „Wirtschaftsinformatik, insb. Semantische Informationsverarbeitung“.

## Commitment to Support Young Researchers



Prof. Dr. Michaela Geierhos (seit November 2017 Digitale Kulturwissenschaften, Universität Paderborn) und Jun.-Prof. Dr.-Ing. Christoph Sommer  
Prof. Dr. Michaela Geierhos (since November 2017 Digital Humanities, Paderborn University) and Assistant Prof. Dr.-Ing. Christoph Sommer

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

In 2017, more than 170 students wrote their thesis with us. 90 especially talented graduates are well on their way to successfully completing their post-graduate studies. Our commitment to developing young talent can also be seen in our involvement with the two “Fortschrittskollegs” (page 19). 38 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. Currently, the following Assistant Professors are working in our institute:

**Alexander Skopalik** is Assistant Professor in the “Algorithms and Complexity” workgroup. He deals with algorithmic problems in game theory. He observes, for example, issues relating to the results of strategic action on the part of autonomous actors. And investigates about the computational complexity of profit forecasts in the distributed allocation of resources.

**Christoph Sommer** has been Assistant Professor in the “Distributed Embedded Systems” workgroup since October 2017. His research focuses on cooperative mobile systems. He tackles

issues relating to transport efficiency, security, and the security aspects of car-to-X communication in mixed environments.

In 2017, two of our Assistant Professors were appointed as full Professors:

**Heiko Hamann** was appointed as Professor for Service Robotics at Universität zu Lübeck. His research focuses on the field of biologically inspired robotics, and he works in particular with issues of swarm robotics and the modelling of large multi-agent systems. From 2013 to march of 2017, Hamann was Assistant Professor to Professor Meyer auf der Heide in the “Algorithms and Complexity” workgroup.

**Michaela Geierhos** was appointed as W3 Professor for Digital Humanities at Paderborn University on 7 November 2017, and is a shining example of interdisciplinarity in action. She teaches and undertakes research in the field of semantic information processing at the interface between computational linguistics and business informatics, and examines issues of natural language processing in industry-oriented application scenarios. From 2013 to 2017, Geierhos was Assistant Professor in the “Business Computing, esp. Semantic Information Processing” workgroup.

## 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 vier Auszubildende auf ihr Berufsleben vorbereitet. Jedes Jahr nehmen wir in der Regel zwei Auszubildende auf.

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 35 junge Menschen eine Berufsausbildung erfolgreich abgeschlossen (vier Elektroniker/innen für Geräte und Systeme, eine Informatikkauffrau und 30 Fachinformatiker/innen, Fachrichtung Systemintegration). Die aktuellen Auszubildenden sind:

Elektroniker für Geräte und Systeme:

- Fabian Ritter

Fachinformatiker/innen – Fachrichtung Systemintegration:

- Theresa Huck
- Rene Neugebauer

## 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 engineers in the field of devices and systems. Four trainees are currently being prepared for their career. We generally accept two trainees per year.

The training is supported by an internal further education programme organised by all the teachers at the 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 engineer for devices and systems

Electronics engineers 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, and also 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, 35 young people have completed their apprenticeship with us (four Electronics engineer for devices and systems, one Information technology officer and 30 Computer scientist, subject area system integration). The current trainees are:

Electronics engineer for devices and systems:

- Fabian Ritter

Computer scientist, subject area system integration:

- Theresa Huck
- Rene Neugebauer

» Endlich habe ich die Lizenz zum Löten... «

» Finally I have a licence to solder... «

Fabian Ritter



## Was wurde aus unseren Alumni?

1.

### Dr. Gereon Frahling

**Unternehmen:** DeepL GmbH, Köln  
Gereon Frahling ist Gründer und Geschäftsführer von DeepL.com und Linguee.de. Zuvor hatte er eine Postdoc-Stelle in der Forschungsabteilung von Google in New York inne.  
*Promotion 2006 bei Prof. Meyer auf der Heide an der Universität Paderborn*

2.

### Dr.-Ing. Christoph Schweers

**Unternehmen:** IAV, Hannover  
Christoph Schweers ist als Teamleiter bei IAV verantwortlich für die Serienentwicklung und Applikation von prädiktiven Längsdynamikregelsystemen in Antriebssteuergeräten. Der aktuelle Schwerpunkt seiner Entwicklung liegt auf der Integration von selbstlernenden Algorithmen im Fahrzeug und der Parameteradaption zeitvarianter Systeme.  
*Promotion 2016 bei Prof. Trächtler an der Universität Paderborn*

3.

### Dr.-Ing. Arnt Vienenkötter

**Unternehmen:** Miele & Cie. KG  
Arnt Vienenkötter ist Leiter des Werkes Gerätefertigung in Gütersloh und gleichzeitig Spartenleiter Wäschepflege bei Miele. Miele ist der weltweit führende Anbieter von Premium-Hausgeräten für die Produktbereiche Kochen, Backen, Dampfgaren, Kühlen/Gefrieren, Kaffeezubereitung, Geschirrspülen, Wäsche- sowie Bodenpflege.  
*Promotion 2007 bei Prof. Gausemeier an der Universität Paderborn*

4.

### Prof. Dr. Ulrich Schäfermeier

**Forschung:** Fachhochschule Bielefeld  
Ulrich Schäfermeier ist Vizepräsident für Studium und Lehre der Fachhochschule Bielefeld. Aufgrund seiner Tätigkeit in verschiedenen IT-Organisationen fokussiert Ulrich Schäfermeier seine Forschungsaktivitäten auf Konzepte zur zielgerichteten Umsetzung von IT-Programmen.  
*Promotion 2000 bei Prof. Dangelmaier an der Universität Paderborn*

5.

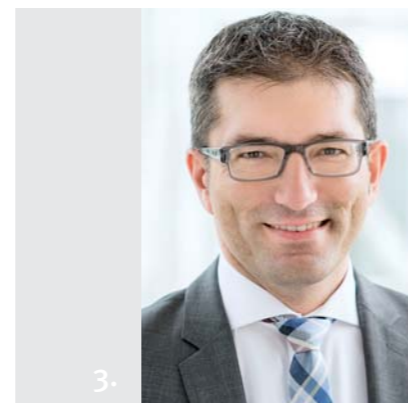
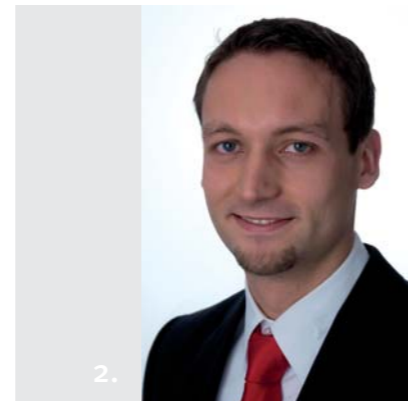
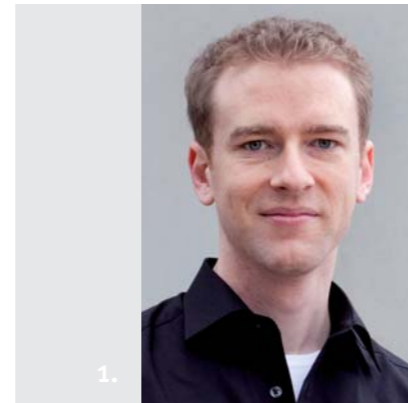
### Prof. Dr. Achim Schmidtman

**Forschung:** Fachhochschule Bielefeld  
Prof. Dr. Achim Schmidtman ist Professor für Wirtschaftsinformatik, insbes. Betriebliche Informationssysteme/ERP-Systeme am Fachbereich Wirtschaft und Gesundheit der Fachhochschule Bielefeld. Seine Forschungsinteressen sind IT-Service- und -Sicherheitsmanagement.  
*Promotion 2000 bei Prof. Dangelmaier an der Universität Paderborn*

6.

### Dr. rer. nat. Matthias Becker

**Unternehmen:** Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM, Paderborn  
Matthias Becker leitet die Gruppe für Softwarequalität am Fraunhofer IEM. Er koordiniert Forschungsprojekte mit Unternehmen, die sichere software-intensive Systeme entwickeln, sowie öffentlich geförderte Projekte im Bereich Softwareentwicklung.  
*Promotion 2017 bei Prof. Becker (Universität Stuttgart) und Prof. Bodden an der Universität Paderborn*



## Our Graduates' Careers

1.

### Dr. Gereon Frahling

**Company:** DeepL GmbH, Cologne  
Gereon Frahling is the founder and managing director of DeepL.com and Linguee.de. Prior to that, he held a postdoctoral position at Google's research department in New York.  
*Graduation in 2006 with Prof. Meyer auf der Heide at Paderborn University*

2.

### Dr.-Ing. Christoph Schweers

**Company:** IAV, Hannover  
Christoph Schweers is the team manager for the development and application of predictive control algorithms within the context of longitudinal acceleration in power train controllers. The current emphasis of his development is the integration of self learning algorithms in vehicles and the parameter adaption of time variant systems.  
*Graduation in 2016 with Prof. Trächtler at Paderborn University*

3.

### Dr.-Ing. Arnt Vienenkötter

**Company:** Miele & Cie. KG  
Arnt Vienenkötter is managing director of the gütersloh plant and managing director of the division laundry care at Miele. Miele is the world's leading manufacturer of premium domestic appliances, including cooking, baking and steam-cooking appliances, refrigeration products, coffee makers, dishwashers and laundry and floor care products.  
*Graduation in 2007 with Prof. Gausemeier at Paderborn University*

4.

### Prof. Dr. Ulrich Schäfermeier

**Research:** Fachhochschule Bielefeld  
Ulrich Schäfermeier is vice-president for Studies and Teaching at the University of Applied Science Bielefeld. Due to his work at various IT organisations, Ulrich Schäfermeier focuses his research activities on concepts for the purposeful implementation of IT programs.  
*Graduation in 2000 with Prof. Dangelmaier at Paderborn University*

5.

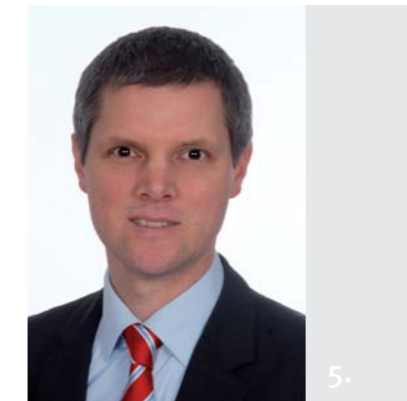
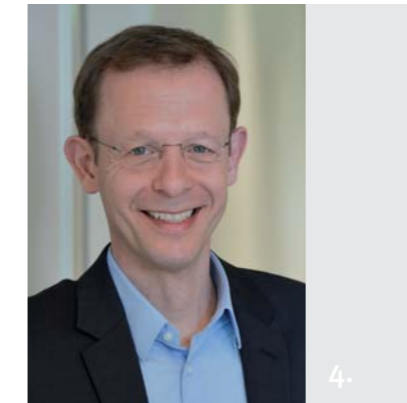
### Prof. Dr. Achim Schmidtman

**Research:** FH Bielefeld University of Applied Sciences  
Prof. Dr. Achim Schmidtman is Professor of Information Systems, esp. Business Information Systems/ERP Systems at the Department of Economics and Health of the University of Applied Sciences Bielefeld – Research Interests: IT Service and Security Management.  
*Graduation in 2000 with Prof. Dangelmaier at Paderborn University*

6.

### Dr. rer. nat. Matthias Becker

**Company:** Fraunhofer Institute for Mechatronic Systems Design IEM  
Matthias Becker manages the Software Quality group at Fraunhofer IEM. He coordinates research projects with industry partners that develop secure software-intensive systems as well as publicly funded research projects in the area of software engineering.  
*Graduation in 2017 with Prof. Becker (University of Stuttgart) and Prof. Bodden at Paderborn University*



## Portraits der Fachgruppen



Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier, Prof. Dr. Eric Bodden, Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil, Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhelm Dangelmaier, Prof. Dr.-Ing. Christoph Scheytt, Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler, Prof. Dr.-Ing. habil. Falko Dressler, Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler, Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide, Prof. Dr. phil. Volker Peckhaus (v.l./FLTR)

### Fachgruppen des Instituts

#### Softwaretechnik

Zuverlässigkeit und Angriffssicherheit softwareintensiver Systeme

Prof. Dr. Eric Bodden

#### Wirtschaftsinformatik, insbesondere CIM

In Deutschland auch morgen wirtschaftlich produzieren

Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhelm Dangelmaier  
Prof. Dr. Michaela Geierhos (seit November 2017 Digitale Kulturwissenschaften, Universität Paderborn)

#### Verteilte Eingebettete Systeme

Adaptive Drahtlose Netze in der Welt der Cyber-Physischen Systeme

Prof. Dr.-Ing. habil. Falko Dressler  
Jun.-Prof. Dr.-Ing. Christoph Sommer

#### Strategische Produktplanung und Systems Engineering

Erfolgspotenziale der Zukunft erkennen und erschließen

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier (Seniorprofessor)

#### Produktentstehung

Systematisch und effizient Geschäftschancen der Zukunft erschließen

Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler

#### Kontextuelle Informatik

Technik für Menschen gestalten

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil

#### Algorithmen und Komplexität

Hohe Rechenleistung = Innovative Computersysteme + Effiziente Algorithmen

Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide  
Prof. Dr.-Ing. Heiko Hamann (seit April 2017 Service-Robotik, Universität zu Lübeck)  
Jun.-Prof. Dr. Alexander Skopalik

#### 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

#### Wissenschaftstheorie und Philosophie der Technik

Nachdenken über Wissenschaft und Technik

Prof. Dr. phil. Volker Peckhaus

## Workgroup Portraits

### Workgroups of the Institute

#### Software Engineering

Safety and Security for software-intensive systems

Prof. Dr. Eric Bodden

#### Business Computing, especially CIM

Producing Economically in Germany Tomorrow

Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhelm Dangelmaier  
Prof. Dr. Michaela Geierhos (since November 2017 Digital Humanities, Paderborn University)

#### Distributed Embedded Systems

Adaptive Wireless Networks in the World of Cyber Physical Systems

Prof. Dr.-Ing. habil. Falko Dressler  
Assistant Prof. Dr.-Ing. Christoph Sommer

#### Strategic Product Planning and Systems Engineering

Identifying and Exploiting Success Potentials of Tomorrow

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier (Senior Professor)

#### Product Creation

Systematically and Efficiently Unlocking Future Business Opportunities

Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler

#### Contextual Informatics

Designing Technology for People

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil

#### Algorithms and Complexity

High Performance = Innovative Computer Systems + Efficient Algorithms

Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide  
Prof. Dr.-Ing. Heiko Hamann (since April 2017 Service Robotics, Universität zu Lübeck)  
Assistant Prof. Dr. Alexander Skopalik

#### System and Circuit Technology

Integrated Circuits for Communications 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

#### Philosophy of Science and Technology

Reflecting on Science and Technology

Prof. Dr. phil. Volker Peckhaus



## Zuverlässigkeit und Angriffssicherheit softwareintensiver Systeme

Prof. Dr. Eric Bodden

Softwareintensive, hochgradig vernetzte Systeme bestimmen schon 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](mailto:Eric.Bodden@upb.de)  
Telefon: +49 5251 | 60 65 63


 [www.hni.upb.de/swt](http://www.hni.upb.de/swt)

## 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](mailto:Eric.Bodden@upb.de)  
Phone: +49 5251 | 60 65 63

 [www.hni.upb.de/en/software-engineering](http://www.hni.upb.de/en/software-engineering)



## Fachgruppe Softwaretechnik

Die Fachgruppe von Professor Eric Bodden hat sich über die letzten Jahre vor allem im Bereich der automatisierten Codeanalyse eine weltweite Spitzenposition aufgebaut. So hat die Fachgruppe beispielsweise weltweit führende Analysewerkzeuge für Java- und Android-Applikationen entwickelt.

Die Fachgruppe „Softwaretechnik“ erforscht, entwickelt und bewertet Methoden und Werkzeuge, um Softwaresysteme von Grund auf sicher zu gestalten. In vielen im Einsatz befindlichen Softwareentwicklungsprozessen wird die Sicherheit von Softwaresystemen leider immer noch als nebensächlich behandelt. Infolgedessen werden Sicherheitsaspekte oft erst zu spät berücksichtigt, zu einem Zeitpunkt, in dem eine korrekte Absicherung des Systems schnell teuer wird. Die Folgen sind oft desaströs und der Auslöser für die heute vielfach beobachteten Datenlecks und anderen Sicherheitsvorfälle. Solche Vorfälle kosten die betroffenen Unternehmen letztendlich ihren Ruf und einen signifikanten Teil ihres Erlöses, von den eigentlichen Problemen, die durch Datendiebstahl entstehen, ganz abgesehen.

Das Hauptziel der Fachgruppe liegt darin, solche Sicherheitsprobleme von vorneherein zu vermeiden, indem softwarelastige Systeme so entwickelt werden, dass Sicherheit von Anfang an ein fester Bestandteil des Entwicklungsprozesses ist. So entwickeln wir Methoden, mit denen Softwareentwickler Sicherheitsanforderungen ganzheitlich erfassen können, um sie dann mit Angriffsmodellen und Bedrohungsniveaus abzugleichen. In einem zweiten Schritt werden diese Anforderungen dann gegen die konkrete Implementierung im Programmcode verglichen. Hier setzen wir vor allem auch auf Werkzeuge zur automatisierten Codeanalyse, die sich beispielsweise Techniken der statischen oder dynamischen Analyse bedienen, aber auch auf Werkzeuge zur Generierung beweisbar sicheren Programmcodes aus abstrakten, teils menschenlesbaren Spezifikationen.

Unsere Arbeit umfasst u. a. folgende Forschungsthemen:

- Statische und dynamische Programmanalyse
- Automatisierte Erkennung von Softwareschwachstellen und Schadprogrammen
- Sichere Softwareentwicklungsprozesse
- Modellbasierte Entwicklung mechatronischer und eingebetteter Systeme sowie betrieblicher Informationssysteme

Auch im Jahr 2017 wurde die Arbeit der Fachgruppe mehrfach international ausgezeichnet. So erhielt die Publikation zur „Just-in-time Static Analysis“ auf dem ACM International Symposium for Software Testing and Analysis (ISSTA) einen ACM SIGSOFT Distinguished Paper Award. In der Arbeit, die in Zusammenarbeit mit renommierten Forschern aus England, Kanada und den USA entstand, wurde gezeigt, wie man aufgrund neuartiger Algorithmen automatische Programmanalysen so effizient gestalten kann, dass sie direkt während des Programmierens etwaige Schwachstellen im Programmcode anzeigen. Des weiteren erhielt die Fachgruppe gleich zwei, jeweils mit USD 100.000 dotierte Collaborative Research Awards der Firma Oracle, zu den Themen „A systematic Hardening of the Java Runtime“ und „Static Analysis Method and Tooling to Detect Insecure Usages of Crypto APIs“. Im Rahmen letzterer Kollaboration entsteht derzeit das Werkzeug CogniCrypt, das ab 2018 öffentlich verfügbar sein wird, und Java-Entwicklern das vollautomatische Auffinden unsicherer Benutzungen kryptografischer Programmierschnittstellen erlauben wird.

## Workgroup Software Engineering

In recent years Professor Eric Bodden's workgroup has established a leading position worldwide, in particular in the field of automated code analysis. The workgroup has for example developed world-leading analytical tools for Java and Android applications.

The “Software Engineering” workgroup researches, develops and evaluates methods and tools designed to make software systems secure from the ground up. Unfortunately, many software development processes currently in use still treat software system security as incidental. This means that security aspects are often examined at too late a stage, when securing the system correctly will quickly become expensive. The consequences are often disastrous and trigger the data leaks and other security incidents regularly observed today. Incidents such as these ultimately damage the reputations of the companies affected and cost them a significant portion of their revenue, quite apart from the real problems caused by data theft.

The workgroup's primary aim is to avoid security problems such as these from the outset by developing software-based systems which include security as an integral part of the development process right from the very beginning. We therefore develop methods which enable software developers to ascertain all security requirements from a holistic perspective and then compare them with attack models and threat levels. In a second step, these requirements are compared with concrete implementation in program code. At this point we primarily employ automatic code analysis tools which can for example apply the techniques of static or dynamic analysis, but we also make use of tools to generate demonstrably secure program code from abstract, partly human-readable specifications.

Our work includes the following research topics (among others):

- Static and dynamic program analysis
- Automatic detection of software vulnerabilities and malware
- Secure software development processes
- Model-based development of mechatronic and embedded systems and of operational information systems



Also in 2017, the workgroup's research was awarded multiple times on an international level. For instance, the publication “Just-in-time Static Analysis” received the ACM SIGSOFT Distinguished Paper Award at the ACM International Symposium for Software Testing and Analysis (ISSTA). In this work – a collaboration with renowned researchers from England, Canada and the United States – the workgroup was able to show that using novel algorithms one can engineer program analysis tools to run so efficiently that they can highlight vulnerabilities in program code directly as programmer accidentally introduce them into their code. Moreover, the workgroup received not just one but two Collaborative Research Awards by Oracle Inc., worth USD 100.000 each, and covering the two topics “A systematic Hardening of the Java Runtime” and “Static Analysis Method and Tooling to Detect Insecure Usages of Crypto APIs”. Within the latter collaboration, in 2018 the workgroup will make available the tool CogniCrypt, which will allow Java programmers to fully automatically uncover insecure uses of cryptographic programming interfaces in their application code.

## Graduiertenkolleg „Human Centered Systems Security: North Rhine-Westphalian Experts on Research in Digitalization (NERD)“

Der „Faktor Mensch“ ist eine bedeutsame Fehlerquelle in IT-Systemen und spielt nicht nur bei der Benutzung von IT-Systemen eine wichtige Rolle, sondern auch bei der Entwicklung, Integration und Administration. Daher sollte eine differenzierte Betrachtung des Menschen im Hinblick auf seine Rolle bei der Angreifbarkeit von IT-Systemen entlang der gesamten Wertschöpfungskette vorgenommen werden.

Das Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen (MIWF) fördert die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in der IT-Sicherheit an Universitäten und Hochschulen in Nordrhein-Westfalen zum Thema „Human Centered Systems Security“. Involviert sind fünf Forschungstandems von Universitäten und Hochschulen aus ganz NRW. Das standortübergreifende Graduiertenkolleg wird vom Horst Görtz Institut für IT-Sicherheit (HGI) an der Ruhr-Universität Bochum (RUB) koordiniert. Durch Professor Eric Bodden ist das Heinz Nixdorf Institut an einem der fünf Tandems beteiligt. Zusammen mit Professor Matthew Smith von der Universität Bonn hat Professor Eric Bodden das Tandemprojekt „IntelliScan: Intelligente Benutzerunterstützung für Schwachstellenanalyse“ eingeführt.


Wie bei allen Tandemprojekten des Graduiertenkollegs NERD steht der „Faktor Mensch“ auch bei „IntelliScan“ im Mittelpunkt. Als Akteure werden hier insbesondere Softwareentwickler betrachtet. Dabei sollen zunächst Studien durchgeführt werden, um zu ermitteln, warum Entwickler bei der Implementierung von Softwaresystemen sicherheitsrelevante Programmierfehler begehen. Infolge dessen sollen automatisierte Werkzeuge zur statischen Codeanalyse entwickelt werden, die Entwickler in den Softwareentwicklungsprozessen unterstützen, um Schwachstellen besser und früher zu erkennen.


Aktuelle statische Codeanalysewerkzeuge sind oft problematisch und werden in der Praxis leider von Entwicklern nicht gut angenommen. Der Grund liegt darin, dass solche Werkzeuge wegen mangelnder Präzision den Entwicklern zu viele Warnmeldungen liefern, darunter viele Fehlalarme, und zudem nicht oder nur schwer erweiterbar sind. Das führt dazu, dass Entwickler die Motivation, sich gerne mit den wesentlichen Themen der sicheren Softwareentwicklung auseinanderzusetzen, schnell verlieren. Daher wird die Sicherheit von Softwaresystemen häufig nur als nebensächlich behandelt. Ziel dieses Projektes ist, die Benutzbarkeit von statischen Codeanalysewerkzeugen den Bedürfnissen von Entwicklern entsprechend


zu verbessern. Dies erfordert die Erforschung technologischer Neuerungen vor allem in folgenden Bereichen:

- Optimierte Analysemechanismen
- Optimierte Darstellung von Analyseergebnissen
- Flexible Anpassung an den Nutzungskontext
- Begleitende Studien

Zu diesen Herausforderungen tauschen die Professoren und Doktoranden regelmäßig Ideen aus und identifizieren fundierte Lösungsmethoden, die Entwicklern in Zukunft helfen können, Schwachstellen effektiver zu vermeiden. Die Software AG, eines der größten Softwareentwicklungshäuser in Deutschland, unterstützt das Projekt durch die Teilnahme an Studien durch seine Softwareentwickler.

 **Prof. Dr. Eric Bodden**  
E-Mail: Eric.Bodden@upb.de  
Telefon: +49 5251 | 60 65 63

 **Linghui Luo, M.Sc.**  
E-Mail: Linghui.Luo@upb.de  
Telefon: +49 5251 | 60 65 68

 Gefördert durch: Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen (MIWF)  
Projektpartner: Horst Görtz Institut für IT-Sicherheit (HGI); Prof. Matthew Smith, Universität Bonn; Software AG

 [www.hni.upb.de/swt](http://www.hni.upb.de/swt)

## Graduate School “Human Centered Systems Security: North Rhine-Westphalian Experts on Research in Digitalisation (NERD)”

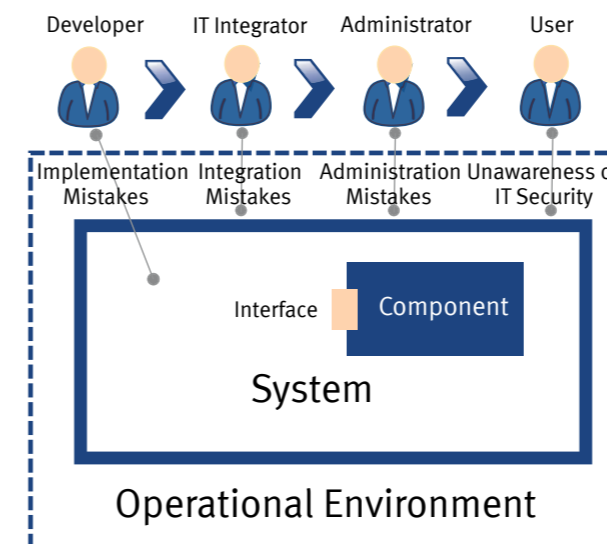
The “human factor” is a crucial source of errors in IT systems and plays an important role not only in the usage of IT systems, but also in their development, integration and administration. Therefore, when reasoning about software and its vulnerabilities, the roles people play along the entire software supply chain should be considered.

The Ministry of Innovation, Science and Research North Rhine-Westphalia (MIWF) is funding IT security researchers from universities and institutions in North Rhine-Westphalia to solve complex problems focusing on the topic of “Human Centered Systems Security”. Five research tandems are involved in this Graduate School, which is coordinated by the Horst Görtz Institute for IT security (HGI) of Ruhr-University Bochum (RUB). One member of the Heinz Nixdorf Institute, namely Professor Eric Bodden, together with Professor Matthew Smith from the University of Bonn, recently launched one tandem project called “IntelliScan: Intelligent User Support for Detecting Vulnerabilities”.

Current static code analysis tools still show many problems. For instance, in practice, these tools are not well accepted by developers. One of the reasons for that is that the developers face many warnings when using these tools. Due to a lack of precision, many of the reported warnings are even false, so-called false-positives. This greatly demotivates the developers to deal with security issues. Hence, many software development processes still treat software security as incidental. The goal of this project is to improve the usability of static analysis tools according to the needs of developers. This requires the research of new technologies especially in the following areas:


- Optimised analysis mechanisms
- Optimised representation of analysis results
- Flexible adjustments to the context of use
- Accompanying studies.


Among these challenges, the Professors and their PhD students exchange their ideas regularly and try to identify sound methods that can help the developers to avoid vulnerabilities effectively. The company Software AG is supporting this project by having its developers participate in the project’s studies.




Der Faktor Mensch entlang der Wertschöpfungskette von IT-Systemen  
Human Factors throughout the Entire Value Chain of IT systems

Just like other projects of NERD, “IntelliScan” also focuses on human factors. In this project, software developers are particularly considered. Initially, studies will be carried out to unveil the reasons for why developers make mistakes and introduce security issues during the implementation of software systems. Later then, static analysis tools will be developed to support developers in the development process, to detect security vulnerabilities more easily in the early stage of software development.

 **Prof. Dr. Eric Bodden**  
E-mail: Eric.Bodden@upb.de  
Phone: +49 5251 | 60 65 63

 **Linghui Luo, M.Sc.**  
E-mail: Linghui.Luo@upb.de  
Phone: +49 5251 | 60 65 68

 Supported by: The Ministry of Innovation, Science and Research North Rhine-Westphalia (MIWF)  
Project partners: Horst Görtz Institute for IT security (HGI); Prof. Matthew Smith, University of Bonn; Software AG

 [www.hni.upb.de/en/software-engineering](http://www.hni.upb.de/en/software-engineering)

## Finden und Bezeugen unerwünschten Programmverhaltens

### TESTIFY

In den letzten Jahren konnte ein signifikanter Anstieg von Schadsoftware in App-Stores für mobile Endgeräte beobachtet werden. Im TESTIFY-Projekt arbeiten wir an neuartigen Analysetechniken, die es mit der wachsenden Anzahl und Komplexität moderner mobiler Schadsoftware aufnehmen können.

#### Die Ausbreitung mobiler Schadsoftware


Mobile Endgeräte wie Smartphones und Tablets sind zu einem integralen Bestandteil unseres täglichen Lebens geworden. Wir organisieren damit sowohl persönliche als auch berufliche Daten, wickeln Bankgeschäfte darüber ab und benutzen sie als portable Navigationssysteme. Solche sensiblen Informationen an zentraler Stelle zu verwalten erleichtert zwar den täglichen Workflow, eröffnet aber auch zahlreiche neue Möglichkeiten des Datenmissbrauchs. In den letzten Jahren konnte ein signifikanter Anstieg von mobiler Schadsoftware in App-Stores beobachtet werden, die sich auf den Raub privater Daten oder Geld spezialisiert haben. Vor allem die Android-Plattform ist mit einem Marktanteil von über 80 Prozent und mehr als zwei Milliarden monatlich aktiven Endgeräten ein besonders lukratives Ziel für die Entwickler von Schadsoftware.


#### Gängige Analysemethoden

Aktuell wurde eine Reihe von Forschungsansätzen zur Erkennung schadhafte Verhaltens von Android-Applikationen veröffentlicht. Die Mehrzahl dieser Ansätze wendet entweder statistische oder dynamische Programmanalyse an, um Schadsoftware zu identifizieren. Während diese Techniken in einfachen Fällen gut in der Lage sind, schadhafte Verhalten zu erkennen, können sie nicht mit der zunehmenden Komplexität Schritt halten, die aktuelle mobile Schadsoftware aufweist. Programmierer von Schadsoftware nutzen inzwischen gezielte Anti-Analyse-Techniken, um die Erkennung sowohl durch statische als auch dynamische Analysemethoden zu verhindern. Dabei machen sie sich die Unfähigkeit der statischen Analyse zunutze, mit dynamischen Prozessen zurechtzukommen, indem sie das schadhafte Verhalten hinter solchen verstecken. Des Weiteren wird das schadhafte Verhalten nur unter bestimmten Bedingungen und in bestimmten Laufzeitumgebungen ausgeführt, was es der dynamischen Exploration sehr schwer macht, dieses Verhalten überhaupt erst auszulösen und so auswerten zu können.

#### TESTIFY

In unserem DFG-Projekt TESTIFY in Zusammenarbeit mit Professor Andreas Zeller (Universität des Saarlandes) entwickeln wir neue Methoden, um aktuelle mobile Schadsoftware zu identifizieren. Durch eine Kombination von statischer und dynamischer Analyse ist es uns gelungen, einen Ansatz zu entwickeln, der die Schwächen beider Analysemethoden ausgleicht. Wir nutzen die statische Analyse, um potenziell schadhafte Verhalten und Stellen im Programmcode zu finden, die jedoch nicht selbst statisch analysiert werden können. Davon ausgehend lenken wir die dynamische Analyse zu diesen Stellen, um dort Laufzeitdaten abzugreifen, mit denen wir das statische Modell der Applikation vervollständigen. Um die dynamische Analyse zu den auffälligen Stellen im Programmcode zu lenken, verwenden wir wiederum die statische Analyse, um passende Ausführungsumgebungen und Eingaben für die Benutzeroberfläche zu generieren. Durch den iterativen Einsatz dieser Feedbackschleife zwischen statischer und dynamischer Analyse sind wir in der Lage, das schadhafte Verhalten zu erkennen, zu analysieren und anzusteuern. Dies ermöglicht letzten Endes, die Bösartigkeit einer Applikation mittels statischer Analyse festzustellen und die unerwünschte Aktivität dann mittels dynamischer Analyse aufzuzeigen.

 **Manuel Benz, M.Sc.**  
E-Mail: [Manuel.Benz@upb.de](mailto:Manuel.Benz@upb.de)  
Telefon: +49 5251 | 60 65 67

 Gefördert durch: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
Projektpartner: Universität des Saarlandes

 [www.hni.upb.de/swt](http://www.hni.upb.de/swt)

## Finding and Demonstrating Undesired Program Behaviour

### TESTIFY

In recent years, a remarkable rise of malware applications in mobile devices' app stores has been observed. With TESTIFY, we aim to develop novel malware analysis techniques that can cope with the growing number and sophistication of modern mobile malware.

#### The Rise of Mobile Malware

These days, mobile devices like smartphones and tablets are an integral part of our everyday lives. We manage our personal and work data with them, carry out bank transfers and use them as portable navigation systems. While being of great support to our daily workflow, having such a central place for all that sensitive information also opens up various opportunities of misuse. In recent years, we have a remarkable growth of mobile malware in app stores, stealing private data and money from users. Especially the Android mobile platform, with a market share of over 80 percent, and more than 2 billion monthly active devices worldwide, constitutes a lucrative target for malware developers.

#### Current Analyses


Lately, various research has been published aiming to detect malicious behaviour in Android applications. Generally, these approaches mostly employ a means of static or dynamic program analysis to identify malware. While those techniques are able to detect malicious behaviour in simple cases, they cannot catch up with the increasing sophistication observed in current mobile malware. Malware programmers commonly employ anti-analysis techniques that are able to thwart static analysis and dynamic analysis, alike. They exploit the inability of static analysis to cope with dynamic features and hide the malicious behaviour behind such. Furthermore, they execute the malicious behaviour only under certain circumstances and environments, rendering it very hard for dynamic analysis to even reach and examine this behaviour.


#### TESTIFY

In our DFG project TESTIFY, in a collaboration with Professor Andreas Zeller (Saarland University), we develop new methodologies to detect the current mobile malware. By combining static and dynamic analysis, we are able to eliminate the shortcomings of both approaches. We employ static analysis to detect potential malicious behaviour or code locations that cannot be analysed statically and guide the dynamic analysis to exactly these locations. Based on this information, we can then use dynamic exploration to examine these locations



and harvest runtime data. Using the harvested runtime data, we enrich our static model of the application. For guiding our dynamic exploration to locations of interest, we use static analysis to build sophisticated execution environments and input to the user interface. By iteratively employing this feedback loop between static and dynamic analysis, we are able to eventually reach and examine the malicious behaviour, essentially allowing us to statically detect and dynamically showcase the maliciousness of an application.

 **Manuel Benz, M.Sc.**  
E-mail: [Manuel.Benz@upb.de](mailto:Manuel.Benz@upb.de)  
Phone: +49 5251 | 60 65 67

 Supported by: German Research Foundation (DFG)  
Project partner: Saarland University

 [www.hni.upb.de/en/software-engineering](http://www.hni.upb.de/en/software-engineering)



## Qualitätsanalyse für On-The-Fly Computing im Sonderforschungsbereich 901

Die Dienste der modernen Informationstechnologie verarbeiten mehr und mehr sensitive Nutzerdaten. Für die Anwender solcher Dienste ist es oft sehr schwer oder sogar unmöglich herauszufinden, was mit ihren Daten während der Verarbeitung passiert. Das Teilprojekt B4 des Sonderforschungsbereichs ist unter anderem angetreten, um sicherzustellen, dass die Dienste die Daten zielgerichtet verarbeiten und nicht für andere Zwecke missbrauchen.

### Einsatz von statischer Analyse und Proof-Carrying Services

Bei der Benutzung von IT-Dienstleistung ist für den Anwender oft nicht ersichtlich, wie seine teils sensitiven Daten verarbeitet werden. Ein Paradebeispiel hierfür sind Smartphone-Anwendungen. Es gibt z. B. mittlerweile viele Anwendungen, die bei der Planung der Freizeitgestaltung unterstützen können. Solche Anwendungen berechnen auf der Basis von aktuellem Standort, persönlichen Vorlieben und Interessen Vorschläge zu möglichen Freizeitbeschäftigungen. Die für die Generierung der Vorschläge benutzten Daten, wie aktueller Standort, sind äußerst sensitiv und dürfen bei der Verarbeitung nicht (un-)absichtlich in die Hände von Dritten gelangen können. Die Problematik dabei ist, dass Nutzer einer solchen Anwendung Qualitäts- und Sicherheitseigenschaften nicht selbst nachweisen können. Auch Softwareentwickler stehen bei der Überprüfung von Qualitäts- und Sicherheitseigenschaften vor einer großen Herausforderung, da Anwendungen händisch oft nicht mit vertretbarem Zeit- und Kostenaufwand überprüft werden können. Aus diesem Grund müssen automatisierte Verfahren, wie etwa der statischen Codeanalyse, herangezogen werden, die solche Eigenschaften beweisen bzw. widerlegen können. Im genannten Anwendungsbeispiel ist es möglich, sogenannte Proof-Carrying-Code-Techniken heranzuziehen. Die Idee bei diesem Verfahren ist, dass die Anwendungsentwickler mittels eines automatisierten Verfahrens einen Beweis zu gewissen Programmeigenschaften errechnen und zusammen mit dem Programm ausliefern. Der Anwender oder eine vertrauenswürdige Instanz kann diesen Beweis anschließend mit vergleichsweise geringerem Aufwand überprüfen und auf dieser Basis dann entscheiden, ob er die Anwendung einsetzen möchte oder von deren Nutzung absieht.


### Qualitätsanalyse im Kontext von On-The-Fly Computing

Der SFB 901 etabliert das neuartige Konzept des sogenannten On-The-Fly Computing. Beim OTF-Computing werden komplexere Dienste in einem domänenspezifischen OTF-Markt aus einzelnen, wesentlich simpleren, darin angebotenen Diensten

zusammengefügt. Dabei sollen die einzelnen Dienste, aus dem der gewünschte Dienst komponiert wird, gewisse Eigenschaften erfüllen. Das Teilprojekt B4 beschäftigt sich unter anderem damit, relevante Eigenschaften der einzelnen im OTF-Markt angebotenen Dienste mittels Proof-Carrying-Code-Techniken automatisiert zu verifizieren, ohne den Anwender mit dieser Aufgabe zu belasten. Die PCC-Techniken werden dabei momentan um die Verifizierung von Informationsflusseigenschaften erweitert.

### Generierung von Beweisen

Aktuell befindet sich ein neues Analyseframework zur statischen Codeanalyse in der Entwicklung. Mithilfe des Werkzeugs ist es möglich, beliebige Datenflussprobleme auf gegebenen Programmen zu lösen und auf diese Weise beliebige (entscheidbare) Programmeigenschaften nachzuweisen. Erfüllt das zu lösende Datenflussproblem die Eigenschaft der Distributivität, dann lässt es sich besonders elegant und effizient lösen, indem Zusammenfassungen von Analyseergebnissen beliebiger Programmteile berechnet werden, welche im weiteren Verlauf der Berechnungen wiederverwendet werden können. Aus diesen Zusammenfassungen soll zusätzlich ein Beweis generiert werden, welcher innerhalb der OTF-Infrastruktur herangezogen werden kann, um eine Anwendung auf gewünschte Eigenschaften zu überprüfen. Aus dem Ergebnis der Beweisüberprüfung kann dann entschieden werden, ob der untersuchte Dienst in der Komposition benutzt werden soll.

 **Philipp Dominik Schubert, M.Sc.**  
E-Mail: Philipp.Schubert@upb.de  
Telefon: +49 5251 | 60 65 71

 Gefördert durch: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
Projektpartner: Universität Paderborn

 [www.hni.upb.de/swt](http://www.hni.upb.de/swt)

## Quality analysis for On-The-Fly Computing in the Collaborative Research Centre 901



The services of modern information technology are processing an ever-growing amount of sensitive user-data. It is a very hard task and oftentimes impossible for users of such services to determine what actually happens to their data while being processed. One of the goals of the subproject B4 of the Collaborative Research Center is to ensure that services do not use the data for malicious purposes.

### Using static analysis and Proof-Carrying Services


When using IT services, it is oftentimes not clear to the user how their sensitive data is being processed. A convenient example are smartphone applications. There are many applications which help in planning leisure time, for instance. Such applications use the user's current location as well as their interests and personal preferences to make suggestions for possible leisure activities. The data used for generating these suggestions like current user location are especially sensitive and are not allowed to be used by third parties regardless of whether intentional or unintentional. The problem is that users of such applications cannot check for quality and security properties. Even experienced software developers are confronted with a huge challenge when trying to verify quality or security properties since these often cannot be verified within a reasonable time and costs. Therefore, automated methods like static code analysis have to be used, which can check for the desired properties of a program. In the example mentioned here, it is possible to use Proof-Carrying Code techniques. The main idea of this technique is that software developers generate proofs of certain properties of their programs in an automated manner, which are shipped together with the software. The user or a trusted instance can use this proof to quickly verify program properties using much less effort than necessary to generate the proof. The result of this verification process can then be used to decide whether to make use of this application.


### Quality analysis in the context of On-The-Fly Computing

The CRC 901 establishes the novel concept of On-The-fly Computing. In OTF-Computing, complex services are composed using smaller and simpler services from a domain-specific OTF-Market. These services must satisfy certain quality and security properties. The subproject B4 tries to help to verify certain properties for services provided in the OTF-Market using Proof-Carrying code techniques without burdening the user with that task. The PCC techniques get currently extended to verify the information flow properties.

### Generating proofs

Currently, a novel analysis framework for static code analysis is under development. With the help of this tool, it is possible to solve arbitrary (decidable) data-flow problems on a given program. If the data-flow problem satisfies the property of distributivity, it can be solved elegantly and efficiently by computing summaries of analysis results of arbitrary parts of the program which can be reused throughout the computation. These summaries shall also be used to generate a proof which can be used within the OTF infrastructure in order to verify certain properties of a service. The result of such a verification can then be used to decide whether the service under analysis shall be used in an OTF service composition.

 **Philipp Dominik Schubert, M.Sc.**  
E-mail: Philipp.Schubert@upb.de  
Phone: +49 5251 | 60 65 71

 Supported by: German Research Foundation (DFG)  
Project partner: Paderborn University

 [www.hni.upb.de/en/software-engineering](http://www.hni.upb.de/en/software-engineering)





»» Sichere Software braucht starke Grundlagen und einfache Methoden,  
die für Entwickler sofort verständlich sind.  
Denn niemand hat Zeit, sich um Sicherheit zu kümmern. ««

»» Secure software needs strong foundations and easy methods,  
that developers can understand in an instant.  
Because no one has the time for caring about security. ««

---

## Ben Hermann

Dr.-Ing.  
Softwaretechnik

---

Ich bin seit April dieses Jahres in Paderborn und arbeite als wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Fachgruppe „Software-technik“. Aufgewachsen bin ich in der Nähe von Frankfurt am Main und nach meinem Abitur und Zivildienst habe ich ein Studium der Informatik an der TU Darmstadt begonnen. Nach dem Abschluss dort hatte ich zuerst kein Interesse, in der Wissenschaft zu bleiben, und habe fünf Jahre als Chefarchitekt für ein mittelständisches Softwarehaus in Darmstadt gearbeitet. Ich hatte sehr viel Spaß, die Qualität der Software stetig zu verbessern, aber dabei keinen Auslieferungstermin zu verpassen. Das war nicht immer einfach, aber ich habe viel gelernt. In meinem letzten Jahr dort bin ich auf eine Frage gestoßen, die ich mit bestehenden Methoden nicht beantworten konnte: „Woher weiß ich eigentlich, dass die Open-Source-Komponenten, die ich nutze, nichts tun, das ich nicht möchte?“ Auf der Suche nach einer Antwort, kehrte ich noch einmal an die Universität zurück und machte diese Suche zu meinem Promotionsthema. Ich konnte Professor Mira Mezini der TU Darmstadt überzeugen und durfte vier Jahre an der Frage arbeiten, bevor ich im November des vergangenen Jahres promovierte.

Die wissenschaftliche Arbeit hat mich in dieser Zeit so gefesselt, dass ich mich entschlossen habe, mehr Zeit damit zu verbringen, Methoden für die Entwicklung sichererer Software zu erforschen. Unter den Angeboten für eine PostDoc-Stelle hat mich Paderborn am meisten überzeugt. Ich habe hier das richtige Umfeld, meine Forschung weiterzubringen.

Meine Vision ist, dass es für Softwareentwickler einfacher sein muss, sichere Software zu erstellen als unsichere Software. Dazu müssen aber einige alte, teilweise lieb gewonnene Konstrukte in Programmiersprachen verändert oder ersetzt werden. Wie das möglichst „schmerzfrei“, automatisch und einfach passiert, erforsche ich.

Mein Lebensmittelpunkt ist noch immer Darmstadt, daher pendele ich jede Woche zwischen den Städten und verbringe viel Zeit in der Bahn. Da ich aber sehr gerne reise und im Zug hervorragend arbeiten kann, stört mich das nicht, und ich bin immer wieder überrascht, welche interessanten Menschen ich so kennenlerne. Habe ich Freizeit, verbringe ich sie gerne mit Freunden beim Kochen oder auf einem Segelboot.

---

## Ben Hermann

Dr.-Ing.  
Software Engineering

---

I joined the “Software Engineering” workgroup in April and work there as a postdoc. I was born and raised close to Frankfurt am Main. After my high school graduation and civil service, I started studying computer science at TU Darmstadt. After my graduation, I did not have any intention to go into science at first and started to work at a mid-sized software company in Darmstadt as their chief architect. I had a lot of fun raising the overall quality of the software while making every delivery deadline. This was not easy all of the time, but I learnt a lot in this time. In my last year with that company, I discovered a question that could not be answered with the existing methods: “Do I really know that all of the open-source components that I use will not do something bad?” While searching for an answer, I returned to university and made that search my doctoral topic. I could convince Professor Mira Mezini at TU Darmstadt and worked on this question for four years before graduating November of last year.

Scientific work has captured me in this period of my life, such that I decided to spend more time developing new methods for the development of secure software. Among the offers for a postdoc position, Paderborn stood out most. I have the exactly right environment here to advance my research.

It is my vision that it should be easier for developers to create secure software than to create insecure software. However, to achieve this, we have to sacrifice and remodel concepts and construct in programming languages that we have been using for decades. I work on making this transition easy, automatic, and less painful or – hopefully – painless.

As the rest of my life still happens in Darmstadt, I travel between these two cities every week and, therefore, spend a lot of time on trains. But I like to travel, can work on trains very well and I am always amazed to meet interesting people this way. If there is time, I like to cook with friends or go sailing.




## In Deutschland auch morgen wirtschaftlich produzieren

Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhelm Dangelmaier  
Prof. Dr. Michaela Geierhos (seit November 2017 Digitale Kulturwissenschaften, Universität Paderborn)

Deutschland kann nicht nur von Dienstleistungen leben. Wir wollen die Wettbewerbsposition eines Unternehmens stärken und langfristig sichern. Lieferfähigkeit und Liefertreue sind hier immer wichtigere Faktoren. Die Fachgruppe „Wirtschaftsinformatik, insb. CIM“, befasst sich daher mit allen technisch-betriebswirtschaftlichen Problemstellungen, die bei der Gestaltung von Produktionsnetzwerken und der Durchführung von inner- und überbetrieblichen Produktions- und Logistikprozessen auftreten.

E-Mail: [Wilhelm.Dangelmaier@hni.upb.de](mailto:Wilhelm.Dangelmaier@hni.upb.de)  
Telefon: +49 5251 | 60 64 85

 [www.hni.upb.de/cim](http://www.hni.upb.de/cim)

 acatech


MITGLIED VON  
DEUTSCHE AKADEMIE DER  
TECHNIKWISSENSCHAFTEN

## Producing Economically in Germany Tomorrow

Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhelm Dangelmaier  
Prof. Dr. Michaela Geierhos (since November 2017 Digital Humanities, Paderborn University)

Germany cannot live from the provision of services alone. Companies will still be producing goods in Germany tomorrow, as long as production, procurement and selling processes meet the highest standards of effectiveness and efficiency. This development comprises an increase in product quality as well as ever-shorter delivery and turn-around times. In this context, it is necessary to develop innovative procedures which enable companies to advance to a status that is possible from today's point of view.

E-mail: [Wilhelm.Dangelmaier@hni.upb.de](mailto:Wilhelm.Dangelmaier@hni.upb.de)  
Phone: +49 5251 | 60 64 85

 [www.hni.upb.de/en/business-computing-especially-cim](http://www.hni.upb.de/en/business-computing-especially-cim)

 acatech

MEMBER OF  
GERMAN AKADEMIE OF  
SCIENCE AND ENGINEERING



## Fachgruppe Wirtschaftsinformatik, insbesondere CIM

Unser Denken orientiert sich am Leistungserstellungsprozess. Die Analyse von Schwachstellen, die Erprobung von Lösungsansätzen, die ganzheitliche Optimierung von Prozessen, Abläufen und Netzwerken lassen sich mit unseren Werkzeugen durchgängig von der Konzeption eines Leistungserstellungnetzwerks bis zur Implementierung eines Produktionsplanungs- oder Logistiksteuerungssystems bewerkstelligen.

Im weltweiten Kampf um Marktanteile besteht die Strategie der meisten deutschen Unternehmen darin, sich von den Wettbewerbern durch ein individuell auf den Kunden abgestimmtes Produkt- und Dienstleistungsangebot abzuheben. Produktionsnetzwerke folgen unterschiedlichen Zielsetzungen, wie der Maximierung der Kundenzufriedenheit oder der Minimierung der Anpassungskosten oder der Lieferzeit. Diese Ziele sind geeignet, sie zu priorisieren, Strategien zu ihrer Erreichung zu erarbeiten und die einzelnen Arbeitssysteme eines hierarchisch gegliederten Produktionsnetzwerkes mit entsprechender Anpassungsintelligenz auszustatten. In dieser Anpassung berücksichtigen wir die jeweils begrenzt zur Verfügung stehenden finanziellen und sachlichen Mittel. Lieferbeziehungen können auch in eigenem Interesse nicht beliebig flexibilisiert und Maschinen nur begrenzt aufgerüstet werden. Investitionen, die heute an einem Standort getätigt werden, fehlen morgen für die Eröffnung oder den Zukauf eines Werkes an einem anderen Standort oder für die Markterschließung in einer anderen Region. Für den Kunden liegt der Vorteil auf der Hand, wenn sich Ware und/oder Dienstleistung hinsichtlich Preis, Qualität und Lieferzeit von Standardangeboten nicht oder nur positiv unterscheiden. Für die Logistik besteht dann die Herausforderung darin, höchst gegensätzliche Ansprüche an den Leistungserstellungsprozess miteinander zu verbinden. Die Erhöhung der Logistikkosten ist dabei kein Ansatz, auch wenn jede Leistungseinheit einzeln definiert, produziert, verpackt, bereitgestellt und transportiert werden muss. Also kann es nur darum gehen, alle Ressourcen noch effizienter und intelligenter einzusetzen. Hier setzen unsere Arbeiten an.

Den ersten Schwerpunkt setzen wir in der Verbindung von Planung und Steuerung: Es reicht immer weniger aus, aufbauend auf starren Strukturen und Zuordnungen, Losgrößen und Reihenfolgen zu optimieren. Vielmehr ist die Aufbauorganisation ständig am Markt, an der Liefersituation und an der Konkurrenz zu messen. Material-, Personal- und Betriebsmittelressourcen sind ständig an die aktuellen Bedarfsorte zu verschieben. Und dies gilt für alle hierarchischen Ebenen: Standorte sind zu eröffnen und zu schließen und in der Konsequenz Arbeitsin-

halte in den einzelnen Netzwerkknoten neu zu definieren. Genauso aber sind die Arbeitsinhalte an einem Montageband an jeder Station zu überdenken, wenn sich für das nächste Quartal das Produktionsprogramm ändert.

Ein zweiter Schwerpunkt hat sich in der letzten Zeit in ganz besonderer Weise in der Konzeption von Planungs- und Steuerungsverfahren eröffnet. War vor einiger Zeit noch eine Heuristik für das Steiner-Weber-Problem oder die kürzeste Operationszeit-Regel für die Reihenfolgebildung ausreichend, die mühsam in ein Computerprogramm umgesetzt wurde, so können wir uns heute dank der modernen Solver wie CPLEX oder MOPS voll auf die Modellerstellung konzentrieren und Zielfunktionen und Randbedingungen für ein Optimierungsproblem zusammenstellen. Gegebenenfalls erhalten wir dann  $10^7$  Einzelbedingungen für die Gestaltung eines Unternehmensnetzwerkes mit 28 Unternehmensstandorten. Die Rechner des Heinz Nixdorf Instituts arbeiten an der Lösung mehr als einen Tag. Aber was spielt das für eine Rolle, wenn am Ende für das nächste Jahr die optimale Konfiguration festliegt? Unser dritter Schwerpunkt, die Simulation, ist konsequenterweise kein Werkzeug mehr, das ausschließlich die Konsequenzen einer festgelegten Organisation aufzeigt – und dann den Anwender ratlos zurücklässt. Wenn die Planung und Steuerung Optimierungswerkzeuge verwenden, dann müssen diese Werkzeuge auch in der Simulation ihr Abbild finden: Simulationsprogramme müssen ein begrenztes Forward-Tracking beherrschen, antizipativ Entscheidungen treffen und Steuerungsregeln aktiv parametrisieren. Simulation ist damit kein Werkzeug mehr, das am Ende einer Fabrikplanung zeigt, was man sich ausgedacht hat. Simulation ist auch kein Werkzeug mehr, das von der Reihenfolgeplanung völlig getrennt zu sehen ist: Unsere Werkzeuge sind dazu da, aufsetzend auf einer realen oder zu realisierenden Produktion für die Zukunft Möglichkeiten zu erproben, zu bewerten und bestmögliche Abläufe zu garantieren – und dies ständig während der gesamten Produktionsdauer.

## Workgroup Business Computing, especially CIM

We address all technological and business-management problems occurring in supply chain management and production and logistic processes. For problem solving, we apply innovative information technology. The objective of the workgroup is to strengthen the competitive situations of industrial and service companies. Our approach is process aligned – aligned to the process of creating goods and services.

In the worldwide competition for market shares, the strategy of most companies is to offer customer-oriented products and services to distinguish them from competitors. Production networks pursue different goals, i.e. maximisation of customer satisfaction or minimisation of adjustment cost or delivery time. These goals are suited for prioritising, developing strategies for their achievement and providing individual work systems a hierarchically structured production network with adequate adaptation intelligence. We take the limited finances



Abtaktung von Montagelinien  
Scheduling of assembly lines

and resources available for this adaptation into account. In a company's own interest, supply dependencies cannot be adjusted arbitrarily, and machines can only be upgraded to a certain extent. Financial means invested in a location will not be available for the opening or acquisition of a plant at another location or for opening up a new market in another region. The benefit to the customer is obvious when the product and/or service does not differ in price, quality and delivery time from standard offers. The challenge for logistics is to reconcile extremely diverse or contradictory demands made on the process of production of goods and services. Increasing logistics costs is not a solution, even though each activity unit must be defined, produced, packed, dispatched and transported individually. It is, therefore, only a question of using resources more efficiently and intelligently. Our efforts will be channelled

in this direction. The first focus of our research is the integration of planning and control. Simply optimising batch sizes and sequences is often not enough. In fact, the organisational structure must be constantly measured against the market, the supply situation and the competition; material, human and operational resources have to be adjusted and transferred to where they are currently needed. This applies equally to all levels of the hierarchy: locations must be opened and closed and the respective work content of network nodes redefined. Every stage of assembly line work must also be reconsidered whenever the production schedule is due to change ahead of the next quarter.

The second area of research focus has recently been established in the conception of planning and control methods. Only a short time ago, a heuristical approach for the Steiner-Weber model or the shortest operation time rule for sequence planning was sufficient, yet had to be tediously converted into a computer programme. Today, and thanks to modern solvers, such as CPLEX or MOPS, we can concentrate fully on modelling and compiling objective functions and restrictions for an optimisation issue. We are able to include  $10^7$  restrictions for the configuration of an enterprise network with 28 locations. Our computers need more than one day for the solution. But does it matter, if the optimal configuration for the end of the next year is fixed?

Our third research focus, namely simulation, is consequently not just a tool which solely points out the consequences of a specified organisation and leaves the user helplessly behind. If the planning and control processes use optimisation, this also has to be mapped within the simulation: simulation programs need to be able to handle a limited forward tracking to make a decision anticipatively and to parameterise control rules. Simulation does not only present factory planning, but is instead one that thinks things up. Simulation is also not to be considered separately from sequence planning: Our tools can be used for simulating future possibilities of real production, to evaluate and to guarantee the best possible procedures and this must be maintained throughout the whole production cycle.



## Prof. Dangelmaier legt „Produktionstheorie“ vor


In dem dreibändigen Werk „Produktionstheorie“ werden auf über 2.125 Seiten die heute aus der Praxis geborenen „Produktionsmodelle“ und „-verfahren“ mathematisch begründet hergeleitet. So wird der Produktionswirtschaft erstmalig eine wissenschaftliche Grundlage gegeben. Dem „Wir haben unser Unternehmen halt so organisiert und das hat sich bewährt“ soll eine konstruktivistische Sicht beiseitegestellt werden.

Band 1 „Methodische Grundlagen“ enthält vor allem Grundlagen der Logik, der Mengenlehre und der Algebra. Für die Produktion relevante Konzepte der System- und der Modelltheorie werden auf Konstrukte der formalen Logik abgebildet. Aussagen- und Prädikatenlogik werden an Beispielen aus der Produktion dargelegt. Dabei schlägt die Prädikatenlogik den Bogen bis zum NC-Programm; d. h., alle Parameter einer spanabhebenden Fertigung werden systematisch hergeleitet. Anwendungsbeispiel der mengentheoretischen Konzepte ist das Computer Aided Design, das Relationenkalkül wird bspw. auf Erzeugnisstrukturen, Austauschteile und Gleichteile abgebildet. Die Grundlagen der Algebra behandeln ausführlich die für die Ingenieurwissenschaften wichtigen algebraischen Systeme mit inneren Verknüpfungen. Algebraische Systeme mit äußeren Verknüpfungen behandeln insbesondere den Umgang mit Matrizen. Grundlagen des Klassifizierens, Ordnen und Messens schließen diesen Band ab.

Band 2 „Statische Konstruktionen“ befasst sich mit den Strukturen der Produktion. Ausgehend vom Konstrukt des „Produktionspunkts“, werden Schritt für Schritt größere Einheiten komponiert: einstufige und mehrstufige Technikmengen. Dabei integriert der Produktionspunkt die heute in der Betriebswirtschaftslehre gepflegte Unterteilung in die objektorientierte, das Black-box-Denken favorisierende Aktivität und die funktionalistische Sicht der Verbrauchs- und Produktionsfunktionen. Konzeptionelle Grundlagen sind Konstrukte der Systemtheorie, vor allem allgemeine und algebraische Input-Output-Systeme. Für die Ingenieurwissenschaften besonders wichtig ist in diesem Band eine ausführliche Abhandlung zur Bewertung des Produktionserfolgs, die fundiert zur Produktkalkulation und zur Planung eines wirtschaftlich erfolgreichen Produktionsprogramms hinführt.

Band 3 „Dynamische Konstruktionen“ behandelt Produktionsabläufe in der Zeit. Die Grundlage zur Konstruktion eines Produktionskalenders, also eines heute allgemein üblichen Werkkalenders, bilden ordinale und kardinale Zeitmengen. Sie führen zur systemtheoretisch fundierten Definition eines Prozesses am Pro-

duktionspunkt sowie zu möglichen Prozess- und Zustandsverständnissen. Ein Unterpunkt ist hier die Fundierung des in der Serienfertigung verbreiteten Denkens in zählpunktorientierten Fortschrittszahlen. Damit sind die Grundlagen für die Zustandsdarstellung eines allgemeinen Zeitsystems und die Anwendung von Sequenzialmaschinen gegeben. Eine ideale Symbiose finden Produktionspunkt und Zeitsystem in der Anwendung endlicher Automaten: Eine endliche Anzahl von Zuständen führt zusammen mit einer begrenzten Menge von Eingaben zu einer zustandsgetriebenen Produktion – eine der wesentlichen Voraussetzungen zur Realisierung von Industrie 4.0.

 **Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhem Dangelmaier**  
E-Mail: [Wilhelm.Dangelmaier@hni.upb.de](mailto:Wilhelm.Dangelmaier@hni.upb.de)  
Telefon: +49 5251 | 60 64 85

 [www.hni.upb.de/cim](http://www.hni.upb.de/cim)

## Professor Dangelmaier presents “Production Theory”

The three-volume work “Production Theory” provides the mathematical derivation of the production models and production methods that were developed based on practical experience. This is the first time that operations management is given a scientific basis. The slogan “We have organised our company that way and it had proven worth” should be accompanied by a constructivist point of view.

Volume 1 “Methodical Principles” focuses on the foundations of logic, set theory, and algebra. Concepts of system and model theory relevant to production are mapped to constructs of formal logic. First-order logic and propositional calculus are shown by means of real-life production examples. The first-order logic builds a bridge to NC-programming, i.e. all




Einsatz in der studentischen Ausbildung  
Use in student education

machining parameters are systematically derived. The computer-aided design is an application example of set-theoretical concepts; the relational calculus is, for instance, mapped onto product structures, replacement parts, and identical parts. The basic concepts of algebra are explained in detail for algebraic systems with internal links that are important for engineering sciences. Algebraic systems with external links deal with the handling of matrices. The basics of classification, sorting, and measuring conclude this volume.

Volume 2 “Static Constructions” addresses the production structures. Starting from the theoretical construct of the “production point”, larger units are composed step by step: single-stage and multi-stage technical quantities. The production point integrates the classification into the object-oriented and the functionalistic perspective on the consumption and production functions, as is nowadays applied in business administration. Conceptual foundations are constructs of system theory, especially general and algebraic input-output systems.

This volume is particularly important for engineering sciences, since it provides a detailed discourse about the assessment of production success, which leads to a well-grounded product cost estimate and a cost-efficient master production schedule.

Volume 3 “Dynamic Constructions” deals with the production process in terms of time. Sets of ordinal and cardinal points in time provide the basis for the creation of a production calendar, i.e. a common work calendar. These lead to a system theory-based definition of a process at the production point as well as to a possible understanding of processes and states. One aspect here is the foundation of the serial production-thinking in meter point-oriented cumulative quantities. This provides the basis for the state representation of a general time system and the application of sequential machines. The production point and time system find a perfect symbiosis in the application of finite-state machines: A finite number of states together with a limited amount of inputs lead to a state-driven production – which is an essential requirement for the successful realisation of “Industrie 4.0.”

 **Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhem Dangelmaier**  
E-mail: [Wilhelm.Dangelmaier@hni.upb.de](mailto:Wilhelm.Dangelmaier@hni.upb.de)  
Phone: +49 5251 | 60 64 85

 [www.hni.upb.de/en/business-computing-especially-cim](http://www.hni.upb.de/en/business-computing-especially-cim)

## Ambiguität, Vagheit und Unvollständigkeit: Was ist gemeint?

Sprachliche Ungenauigkeiten in Anforderungsbeschreibungen erkennen und beheben

Unerfahrene Endanwender werden bei der Präzisierung ihrer Softwareanforderungen künftig von CORDULA (Compensation of Requirements Descriptions Using Linguistic Analysis) unterstützt. Das System korrigiert mithilfe von Kompensationsstrategien sprachliche Unzulänglichkeiten in Anforderungsbeschreibungen und überführt die darin identifizierten Nutzerwünsche in entsprechende Softwarefunktionalitäten.

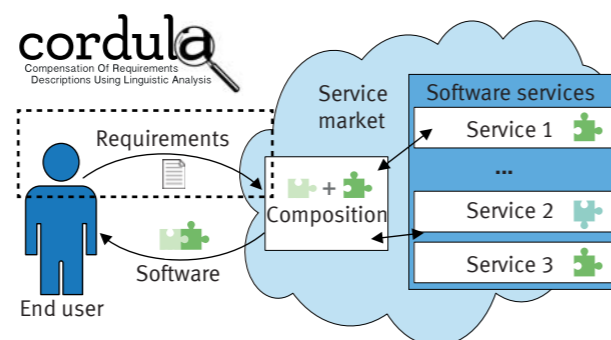
### Anforderungsbeschreibungen in Softwareprojekten

Softwareanforderungen aus der Anwenderperspektive gelten als Herausforderung, da sie oftmals aufgrund von Ungenauigkeiten einen hohen Freiheitsgrad in der Projektumsetzung zulassen. Darüber hinaus sind die Anforderungen natürlich-sprachlich formuliert und daher oftmals mehrdeutig sowie in Teilen unvollständig. Dieser Herausforderung wird im Projektmanagement durch einen wechselseitigen Konsolidierungsprozess begegnet, in dem Rückfragen möglich sind und ein gemeinsames Verständnis der Anforderungen erarbeitet wird. Jedoch ist ein solcher Konsolidierungsprozess nicht immer vorgesehen oder möglich, wie es beispielsweise beim On-The-Fly Computing der Fall ist. Hier soll der individuelle Softwarebedarf der Endanwender durch die automatische Komposition einzelner Softwareservices gedeckt werden. Dadurch fällt die klassische Entwicklerrolle weg, während die Notwendigkeit eines Konsolidierungsprozesses trotzdem weiter besteht.

### Strategisches Vorgehen bei der Optimierung natürlicher Sprache

CORDULA erkennt sprachliche Unzulänglichkeiten in den individuellen Anforderungsbeschreibungen unerfahrener Endanwender und kompensiert diese. Ziel war es, ein parametrisiertes Modell (sog. Strategiekonfigurationen) zu entwickeln, das automatisch die richtige Strategie zur Kompensation menschlicher Unzulänglichkeiten bei der Softwarespezifikation wählt. Um dies zu ermöglichen, wurden zuerst geeignete Verfahren zur Erkennung und Auflösung lexikalischer, syntaktischer und referenzieller Ambiguität sowie zur Vervollständigung natürlich-sprachlicher Anforderungsbeschreibungen identifiziert und implementiert. Darauf setzen die indikatorbasierten Strategien zur bedarfsgerechten und performanten Steuerung der geeigneten Erkennungs- und Kompensationsverfahren auf. Diese ermöglichen es, einzelne Methoden bzw. deren Ausführung zu überwachen, Ergebnisse abzugleichen sowie gegebenenfalls zu korrigieren und dabei auftretende Synergieeffekte zu nutzen. Hierzu war es erforderlich, kontextsensitive Indikatoren zur Ermittlung des Kompensationsbedarfs zu definieren, die einzelne Strategien aktivieren können. Durch die Strategien ist

CORDULA in der Lage, die bestehenden, stark heterogenen Verarbeitungs- und Kompensationskomponenten bedarfsgerecht auf Anforderungsbeschreibungen anzuwenden. Erst durch die linguistischen Indizien wird es dabei möglich, datengetrieben und bedarfsorientiert die individuelle Textqualität zu erfassen und zu optimieren, da CORDULAs Kompensationspipeline aufgrund der on-the-fly festgestellten Defizite konfiguriert wird. Darüber hinaus werden die Einzelergebnisse der Komponenten hinsichtlich eines gemeinsamen Kompensationsergebnisses in Einklang gebracht und strukturiert weitergegeben. CORDULA stellt damit eine gute Ergänzung zu bestehenden Arbeiten im Bereich der softwarebasierten Qualitätsverbesserung von natürlich-sprachlichen Anforderungsbeschreibungen dar.



NL Kompensation als erster Verarbeitungsschritt in Anlehnung an Jungmann (2016)  
NL compensation as the first processing step based on Jungmann (2016)

**Dr. Frederik Simon Bäumer**  
E-Mail: Frederik.Simon.Baeumer@hni.upb.de  
Telefon: +49 5251 | 60 64 49

Gefördert durch: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 901, Teilprojekt B1

[kw.upb.de/digital](http://kw.upb.de/digital)

## Ambiguity, Vagueness and Incompleteness: What is Meant?

Identify and correct language inaccuracies in requirements descriptions

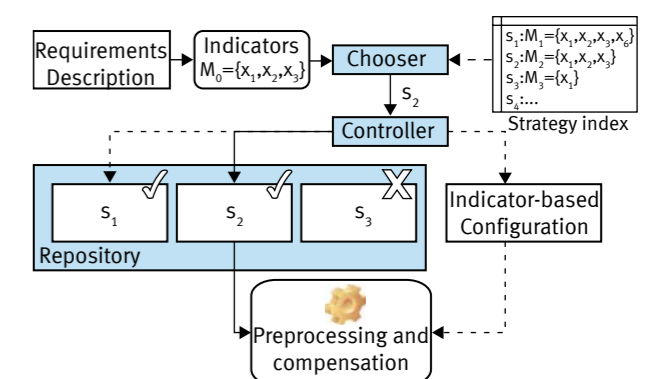
In the future, inexperienced end-users will be supported by CORDULA (Compensation of Requirements Descriptions Using Linguistic Analysis) when specifying their software requirements. By using compensation strategies, the system corrects language shortcomings in requirements descriptions and transforms the user wishes identified therein into corresponding software functionalities.

### Requirements Descriptions in Software Projects

Software requirements are challenging from the user perspective because they often allow a high degree of freedom in project implementation due to inaccuracies. In addition, the requirements are formulated in natural language and are, therefore, often ambiguous and partially incomplete. This challenge is faced in project management during a kind of feedbacked consolidation process in order to develop a common understanding of the requirements. However, such a consolidation process is not always foreseen or possible, as is the case in on-the-fly computing, for example. Here, the individual software requirements of end users have to be considered by the automatic composition of individual software services. The common developer role is no longer needed, while the need for a consolidation process still exists.

### Strategic Approach to the Optimisation of Natural Language

CORDULA recognises and compensates language deficiencies in individual requirements descriptions of inexperienced end users. The goal was to develop a parameterised model (so-called strategy configurations) that automatically selects the best fitting strategy to compensate for the deficiencies in software specifications. In order to enable this, suitable methods for the recognition and resolution of lexical, syntactic, and referential ambiguity and for the completion natural language requirements were first identified in the literature and then implemented. This is the starting point of the indicator-based strategies. These strategies enable CORDULA to execute and monitor individual methods, in order to compare results and to correct them if necessary as well as to use synergy effects. For this purpose, it was necessary to define context-sensitive indicators to determine the compensation need, which can trigger individual strategies. Employing these strategies, CORDULA is able to apply existing, highly heterogeneous processing and compensation techniques on requirements specifications. It is only possible by means of the linguistic clues to capture and optimise the individual text quality in a data-driven manner, as required, because CORDULA's compensation pipeline is



Grundsätzliche Idee von CORDULA  
Basic idea of Cordula

configured on the basis of the detected shortcomings. In addition, the individual results of the components are merged and structured with respect to an accepted compensation result. Thus, CORDULA is an asset for the existing work in the field of the software-based quality improvement of the natural language requirements.

**Dr. Frederik Simon Bäumer**  
E-mail: Frederik.Simon.Baeumer@hni.upb.de  
Phone: +49 5251 | 60 64 49

Supported by: German Research Foundation (DFG) as part of the Collaborative Research Center 901, subproject B1

[kw.upb.de/en/anglistik-amerikanistik/digital-humanities](http://kw.upb.de/en/anglistik-amerikanistik/digital-humanities)



## Dem mittelalterlichen Sprachwandel auf der Spur

Interaktive Grammatikanalyse historischer Texte in den Digital Humanities

Das interdisziplinäre Projekt InterGramm untersucht den Sprachausbau im Mittelniederdeutschen, insbesondere liegt der Fokus darauf, die sich in dieser Zeit erst nach und nach entwickelnde Grammatik mittels regelbasierter Textanalyseverfahren und Methoden des maschinellen Lernens zu entdecken.

### Wie schrieb der Mensch im Spätmittelalter und zu Beginn der Frühen Neuzeit?

Das Ziel des Projekts ist die Rekonstruktion des Sprachausbaus des Mittelniederdeutschen hin zum Frühneuhochdeutschen. Vom 13. Jahrhundert bis zum 16./17. Jahrhundert war Mittelniederdeutsch die Schriftsprache und verlor diesen Status an das Frühneuhochdeutsche. Zur interaktiven Grammatikanalyse wird ein Verfahren entwickelt, das maschinelles Lernen mit Expertenfeedback kombiniert. Eine sich in dieser Zeit erst nach und nach entwickelnde Grammatik mittels regelbasierter Textanalyseverfahren und Methoden des maschinellen Lernens im Korpus zu „entdecken“ und auf diese Weise den Sprachwandel evidenzbasiert zu rekonstruieren ist ein Novum. Da dies gleichermaßen sprach- bzw. grammatikhistorisches Wissen sowie Kenntnisse im Bereich der Computerlinguistik und Informatik voraussetzt, ist das Vorhaben als fächerübergreifendes Projekt konzipiert. Um den Sprachwandel evident rekonstruieren zu können, ist es notwendig, große Textsammlungen zu untersuchen, um signifikante Aussagen treffen zu können. Dies ist methodisch auf der Grundlage von Einzelbelegen nicht möglich.


### Zur Eigenheit von Rechtsnormen und Rechtsprechung in den überlieferten Quellen


Die empirische Basis bildet ein Korpus aus Rechtsverordnungen und Urteilsaufzeichnungen des 13. bis 17. Jahrhunderts und umfasst ca. 1,5 Millionen Wörter. Außerdem sind die Texte lokalisier- und datierbar, sodass sich die zeiträumliche Entwicklungsdynamik der Grammatikentwicklung nachvollziehen lässt. Unsere Annahme ist, dass der Sprachwandel vor allem zuerst in Rechtstexten auftrat. Der Fokus liegt hierbei auf konditionalen Konstruktionen in Rechtsverordnungen, die Wenn-dann-Beziehungen für Vergehen und deren Bestrafungsmechanismen festhielten (z. B. in der Form „Wenn jemand Tat X begeht, dann wird derjenige dafür mit Y bestraft“). Allerdings war der Satzbau zur damaligen Zeit weniger kompakt, da im Prinzip „ohne Punkt und Komma“ geschrieben wurde, worin nun die Herausforderung dieses Forschungsvorhabens liegt, diese kausalen oder auch temporalen Zusammenhänge in den vorliegenden sprachlichen Konstruktionen zu identifizieren.

### Wenn Mensch und Maschine bei der Grammatikanalyse zusammenarbeiten

Jedoch ist eine Analyse für einen Korpus dieser Größe ohne computertechnische Hilfe kaum zu leisten. Deshalb wird ein interaktives Verfahren entwickelt, das maschinelles Lernen und Expertenfeedback kombiniert. Jedes Wort im Korpus muss mit der entsprechenden Wortart (z. B. Nomen, Verb, Adjektiv) versehen werden und konditionale Konstruktionen müssen markiert werden. Zur Unterstützung des Annotationsprozesses wurde im Rahmen des Projekts ein Annotationstool entwickelt, mit dem sowohl Wortarten als auch die konditionalen Konstruktionen leichter im Fließtext hervorgehoben und ausgezeichnet werden können. Da manuelle Annotationen allerdings sehr zeitaufwendig sind, wird auf Methoden des maschinellen Lernens zurückgegriffen. Um ein schnelles Voranbringen des Projekts zu gewährleisten, wird ein interaktiver Ansatz in Form eines alternierenden Prozesses realisiert. Im Rahmen dieses Prozesses interagiert ein lernfähiges Computersystem mit einem menschlichen Experten. Durch wiederholtes Alternieren von zwei Phasen, dem Generieren hypothetischer Annotationen und die Verifizierung bzw. Falsifizierung dieser Hypothesen, soll letztlich eine nahezu vollständige und qualitativ hochwertige Annotation des gesamten Korpus erzeugt werden.

 **Prof. Dr. Michaela Geierhos**  
(seit November 2017 Digitale Kulturwissenschaften,  
Universität Paderborn)  
E-Mail: Michaela.Geierhos@upb.de  
Telefon: +49 5251 | 60 56 63

 **Dr. Nina Seemann**  
E-Mail: Seemann@hni.upb.de  
Telefon: +49 5251 | 60 64 79

 Gefördert durch: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

 [www.upb.de/forschungsprojekte/intergramm](http://www.upb.de/forschungsprojekte/intergramm)

## On the track of the medieval language shift

Interactive grammar analysis of historical texts in digital humanities



The interdisciplinary project InterGramm investigates the language shift in Middle Low German, especially focusing on tracing a grammar that evolves over time by using methods of rule-based text analysis and machine learning.

### How did humans write in the late Middle Ages and in the Early Modern Age?

The project's aim is the reconstruction of the language shift from Middle Low German to Early New High German. Middle Low German was the standard writing language from the 13th century to the 16th/17th century and then lost its status to Early New High German. We aim for an interactive grammar analysis procedure that combines machine learning and experts' feedback. Using methods of rule-based text analysis and machine learning to discover a grammar that evolves over time and, thereby, evidently reconstructing the language shift is a novelty. As this requires both knowledge about historical language/grammar as well as computational linguistics and computer science, the project is designed as an interdisciplinary project. In order to evidently reconstruct the language shift, it is essential to analyse bigger corpora to be able to draw significant conclusions. Methodologically, it is not possible to do that on the basis of single occurrences.



Das InterGramm-Team  
Team members of InterGramm

### Peculiarity of legal norms and verdicts in the recorded sources


A corpus containing legal norms and verdicts from the 13th to the 17th century and consisting of around 1.5 million words builds our empirical basis. Furthermore, all legal texts are locatable and dateable so that the temporal-spatial dynamic of the language shift is also traceable. We assume that the language shift first occurred in legal texts. We focus on conditional cons-

tructions that registered if-then-relations for crimes and the resulting punishments (i.e. "If someone commits crime X, then that person will be punished with Y"). However, the sentence structure at that time was not as compact as it is today. People wrote "ohne Punkt und Komma", i.e. without the use of interpunctuation. This makes it challenging for us to identify the causal or even temporal correlations in these linguistic constructions.

### When Human and Machine interact in grammar analysis

Of course, an analysis of a big corpus is hardly manageable without the support of computers. Hence, we develop an interactive method that combines machine learning and experts' feedback. Each word in the corpus must be annotated with its Part-Of-Speech (i.e. noun, verb, adjective) and the conditional constructions need to be marked. To support the annotation process, an annotation tool was developed that allows for easy highlighting and annotation of Part-of-Speech as well as conditional constructions. Manual annotations are very time intensive and, therefore, we resort to machine learning techniques. An interactive approach in the form of an alternating process is realised to guarantee a fast advancing of the project. Within this framework, an adaptive computer system interacts with a human expert. In the end, an almost complete and high-quality annotation of the whole corpus should be achieved by alternating two phases: generating hypothetical annotations and verifying/falsifying these hypotheses.

 **Prof. Dr. Michaela Geierhos**  
(since November 2017 Digital Humanities,  
Paderborn University)  
E-mail: Michaela.Geierhos@upb.de  
Phone: +49 5251 | 60 56 63

 **Dr. Nina Seemann**  
E-mail: Seemann@hni.upb.de  
Phone: +49 5251 | 60 64 79

 Supported by: German Research Foundation (DFG)





»» Mein Ziel ist es, die Modellierung und Simulation von Fertigungssystemen so zu vereinfachen, dass sie auch die erste Wahl für Anwender mit geringen Programmierkenntnissen werden. ««

»» My goal is to simplify the modelling and simulation of manufacturing systems so that it becomes the first choice for users with minimal programming knowledge. ««

---

## Akin Akbulut

M.Sc.  
Wirtschaftsinformatik, insb. CIM

---

Seit April 2014 arbeite ich als wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Fachgruppe „Wirtschaftsinformatik, insb. CIM“ am Heinz Nixdorf Institut. Ich bin in Rheda-Wiedenbrück geboren, zur Schule gegangen und eigentlich ein ganz gewöhnlicher Ostwestfale. Nur mit der Besonderheit, dass mein Großvater in 1960er-Jahren als türkischer Gastarbeiter seine geliebte Heimat am Schwarzen Meer in Samsun verlassen hat, um hier zeitweise eine neue Heimat und Arbeit zu finden. In den 1990er-Jahren ist mein Großvater dann endgültig in die Türkei zurückgekehrt, jedoch haben meine Eltern damals beschlossen, weiterhin in Deutschland zu bleiben, und so wurde dieses Land mit seiner Kultur zu meiner Heimat.

Nach meiner Ausbildung zum kaufmännischen Assistenten für Informationsverarbeitung habe ich meinen Wehrdienst als Fernmeldeaufklärer in der Eifel absolviert und mich dann aufgrund der exzellenten Bewertung beim CHE-Hochschulranking für ein Studium der Wirtschaftsinformatik an der Universität Paderborn entschieden. Während meines Studiums war ich vom ersten Semester an engagiert in der Fachschaftsvertretung, war studentisches Mitglied im Fakultätsrat und im Hochschulsenat, außerdem zweimal Vorsitzender des Studierendenparlaments der Universität Paderborn. Mein Interesse im Studium galt der Operations Research und der Simulation in Produktion und Logistik und so habe ich mein Bachelor- und Masterarbeitsthema mit großem Interesse an der Fachgruppe „Wirtschaftsinformatik, insb. CIM“ bearbeiten dürfen. Nach meinem Abschluss bot mir Professor Dangelmaier eine Stelle als wissenschaftlicher Mitarbeiter in seiner Fachgruppe an und gab mir die Chance zur Promotion, die ich selbstverständlich angenommen habe.

Mein Forschungsschwerpunkt liegt auf der Modellierung und Simulation von Fertigungssystemen. Insbesondere entwickle ich Methoden zur statischen und dynamischen Analyse von Modellen in der Materialflusssimulation mit dem übergeordneten Ziel, die Simulation als Werkzeug zu vereinfachen und sie so einem Anwenderkreis mit geringen Programmierkenntnissen zugänglich zu machen. Mit der Expertise in der Fachgruppe und dem Austausch in der Arbeitsgemeinschaft Simulation (ASIM) bietet sich mir ein exzellenter Nährboden, um meine Forschungsarbeit erfolgreich abzuschließen.

Als Ausgleich zur alltäglichen Programmier- und Schreibarbeit verbringe ich so viel Zeit wie möglich mit meiner Frau und meinen zwei Kindern.

---

## Akin Akbulut

M.Sc.  
Business Computing, especially CIM

---

Since April 2014, I have been a research assistant in the “Business Computing, especially CIM” workgroup at the Heinz Nixdorf Institute. I was born in Rheda-Wiedenbrück, went to school there and am actually an ordinary East-Westphalian. The only thing that makes me different is that my grandfather left his beloved homeland at the Black Sea in Samsun in the 1960s to find a new home and work here. In the 1990s, my grandfather finally returned to Turkey, but my parents decided to stay in Germany and, therefore, this country with its culture became my homeland.

After completing an apprenticeship as a state-certified business assistant for data processing, I did my military service as a telecommunications reconnaissance officer with the German Armed Forces and then decided to study business computing at the Paderborn University on the basis of the excellent assessment by the CHE University Ranking. During my studies, I was an active member of my faculty council, as well as in the university senate and was chairman of the student parliament of the Paderborn University twice. My interest in my studies was focused on operations research and simulation in production and logistics, and so I started my bachelor’s and master’s thesis with great interest in the “Business Computing, especially CIM” workgroup. After my graduation, Professor Dangelmaier offered me a position as a research assistant in his department and gave me the opportunity to work as a PhD student, which I took for granted.

In the main focus of my research, I am working on the modeling and simulation of manufacturing systems. In particular, I develop methods for the static and dynamic analysis of models in material flow simulation with the goal of simplifying the simulation as a tool thereby making it accessible to a user group with no programming knowledge. With the expertise in the workgroup and the exchange in the Association Simulation (ASIM), I have an excellent precondition for successfully completing my research work.

As compensation for the daily office work, I try to spend as much time as possible with my wife and two children.



## Adaptive Drahtlose Netze in der Welt der Cyber-Physischen Systeme

Prof. Dr.-Ing. habil. Falko Dressler  
Jun.-Prof. Dr.-Ing. Christoph Sommer

Die adaptive Erkennung und Ausnutzung vorhandener Kommunikationsressourcen unter Beachtung möglicher Echtzeitanforderungen ist die Grundlage für die Realisierung verteilter eingebetteter Systeme. Mit den Ergebnissen unserer Grundlagenforschung unterstützen wir Anwendungsdomänen wie etwa die Beobachtung von Fledermäusen mit ultraleichten Sensorknoten, die Kooperation vernetzter autonomer Autos und Industrieautomatisierungslösungen.

E-Mail: [Falko.Dressler@hni.upb.de](mailto:Falko.Dressler@hni.upb.de)  
Telefon: +49 5251 | 60 65 10

 [www.ccs-labs.org](http://www.ccs-labs.org)

## Adaptive Wireless Networks in the World of Cyber Physical Systems

Prof. Dr.-Ing. habil. Falko Dressler  
Assistant Prof. Dr.-Ing. Christoph Sommer

Flexibly adapting to the availability of dynamic communication resources under strict real-time constraints is the basis for the development of distributed embedded systems. Our fundamental research results provide the basis for challenging application domains, such as wildlife monitoring of bats carrying tiny embedded sensor nodes, the cooperation of networked autonomous cars and industry automation.

E-mail: [Falko.Dressler@hni.upb.de](mailto:Falko.Dressler@hni.upb.de)  
Phone: +49 5251 | 60 65 10

 [www.ccs-labs.org](http://www.ccs-labs.org)





## Fachgruppe Verteilte Eingebettete Systeme

Die Forschungsschwerpunkte der Fachgruppe fokussieren auf adaptive Drahtloskommunikation, Methoden der Selbstorganisation und den Entwurf eingebetteter Systeme. Anwendungsdomänen der entwickelten Verfahren, Methoden und Werkzeuge sind Sensornetze, das Internet der Dinge, Fahrzeugkommunikation, Industrieautomatisierung, Cyber-Physische Systeme, Industrie 4.0 und Nano-Kommunikation.

### Ultra-Low-Power Kommunikation und Entwurf eingebetteter Systeme

Wir arbeiten an neuartigen Weckrufempfängern (Wake-Up Receiver) und Methoden der Drahtloskommunikation, welche den Energiebedarf deutlich reduzieren. Dazu werden Entwurfsmethoden für eingebettete System mit der Forschung an alternativen Kommunikationsprotokollen verknüpft. Ebenfalls forschen wir an erhöhter Zuverlässigkeit der Kommunikation, z. B. durch Ausnutzung von Diversitätsgewinnen und durch entsprechende Kodierungen. Ausblickend werden die Methoden auch im Bereich von Nanosystemen einsetzbar gemacht. Komplementär dazu entwickeln wir Strategien zur Auslagerung von Aktivitäten von Smartphones in cloudbasierte Systeme.

### Verteilte Echtzeitregelung und Überlastvermeidung

Verteilte Überlastkontrolle in drahtlosen Netzen ist die Basis für Anwendungen mit weichen Echtzeitanforderungen. Dies gilt u. a. in der Anwendungsdomäne Fahrzeugkommunikation. Hier entwickelten wir Beaconprotokolle, welche durch heterogene Kommunikationstechnologien wie z. B. die Kommunikation

über sichtbares Licht ergänzt werden. Im Bereich harter Echtzeit forschen wir an Anwendungen wie dem automatisierten Kolonnenfahren oder Kreuzungsassistenzen für den Einsatz im automatisierten Fahren. Jenseits der Fahrzeugnetze stehen insbesondere Industrieautomatisierungslösungen sowie Konzepte des taktilen Internets auf der Forschungsagenda.

### Modellierung, Simulation und Feldtests

Unser Veins-Simulator ist mittlerweile zum de-facto-Standard in der Fahrzeugkommunikationswelt geworden. Er basiert auf validierten Modellen für Signalausbreitung, aktuelle Protokollstandards bis hin zu realistischen Mobilitätsmodellen. Veins wurde kürzlich durch Modelle für LTE (Veins LTE) sowie das Kolonnenfahren (PLEXE) ergänzt. Auf der Forschungsagenda stehen neue Modelle für die Kommunikation über Licht. Auf der experimentellen Seite sind Open-Source-Lösungen wie OpenC2X, eine Linux-basierte Lösung für Feldtests im Automobilbereich, aber auch unsere populäre GNU-Radio-Implementierung für softwarebasierte Radios (Software Defined Radio) zu nennen.



Forschungsklausur 2017  
Research retreat 2017

## Workgroup Distributed Embedded Systems

Our research objectives include adaptive wireless networking, self-organisation techniques and embedded system design with applications in ad hoc and sensor networks, Internet of Things, vehicle-to-X networks, industry automation, cyber physical systems, "Industrie 4.0" and nano-networking.

### Ultra-low power communication and embedded system design

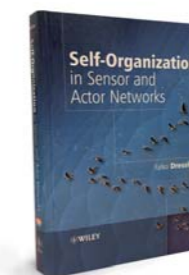
We are working on novel wake-up receiver designs as well as low power wireless communication. This work couples the design of embedded systems with that of novel communication protocols. In this scope, we also conduct research on reliable wireless communication using diversity techniques and fountain codes. The work is also a basis for next generation nano communication systems. In a complementary manner we also develop off-loading strategies as well as energy prediction models for the Android world.

### Distributed real-time control and congestion control

Distributed congestion control for wireless communication is the basis for soft real-time applications, particularly in the vehicular networking field. Our beaconing protocols are complemented by heterogeneous networking concepts particularly including visible light communication. On the hard real-time side, we design platooning control and intersection safety systems. Besides vehicular networks, this work also covers industry automation solutions (wired and wireless) as well as research in the scope of the Tactile Internet initiative.

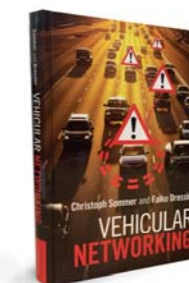
### Modelling, simulation and experimentation

Our Veins simulator has become the de facto standard in the vehicular networking research community and is based on validated models ranging from accurate signal propagation models to current protocol standards, and to realistic vehicle mobility. Recently, we extended the framework for covering LTE (Veins LTE) as well as platooning control (Plexe). Our roadmap continues to provide models for visible light communication. On the experimental side, we developed our own Linux-based field test devices for vehicular networking applications, OpenC2X, as well as widely-used GNU Radio based software defined radio solutions supporting protocol design and evaluation on the physical layer.



**Self-Organization in Sensor and Actor Networks.**

Herausgeber: John Wiley & Sons.  
www.selforg.org



**Vehicular Networking.**  
Herausgeber: Cambridge University Press.  
book.car2x.org





## Mehr Sicherheit für fahrradfahrende Kinder

### Safety4Bikes

Die zukünftige Entwicklung im Bereich intelligenter Transportsysteme erfordert nicht nur eine effiziente Car2X-Kommunikation zwischen motorisierten Fahrzeugen, sondern auch die Integration von weiteren Verkehrsteilnehmern, z. B. Fahrrädern, um diese im Straßenverkehr besonders zu schützen.

Der Schlüssel zum Erfolg liegt in der Adaption und Entwicklung von Car2X-Kommunikationsprotokollen, um speziell auf die Bedürfnisse von fahrradfahrenden Kindern im Straßenverkehr einzugehen. Im Projekt Safety4Bikes verbinden wir unsere Expertise im Bereich Fahrzeugkommunikation und Simulationstechniken mit der Erfahrung unserer Partner in Sensorik und Plattformdesign.

#### Ganzheitliche Betrachtung motorisierter und unmotorisierter Verkehrsteilnehmer im Kontext effizienter Kommunikation

Anders als bisherige Bestrebungen im Bereich Car2X-Kommunikation, die primär nur auf Fahrzeugen (Pkws, Lkws) basiert, integriert Safety4Bikes erstmals auch besonders schützenswerte Verkehrsteilnehmer (z. B. fahrradfahrende Kinder) in ein ganzheitliches Kommunikationskonzept. Ein spezieller Fokus wird dabei auf die Kompatibilität zur bestehenden Standardisierung ETSI ITS-G5 für Fahrzeugkommunikation gelegt. Durch diese Integration lässt sich die Rate von Verkehrsunfällen mit Fahrradfahrern drastisch vermindern, z. B. sich plötzlich öffnende Autotüren auf Fahrradwegen oder schwer einsehbare Kreuzungen mit Fahrradspuren.


#### Modellierung und Einbindung von Fahrradfahrern in Verkehrssimulationen

Um das Zusammenspiel von Fahrzeugen und Fahrradfahrern in komplexen Verkehrsszenarien akkurat untersuchen zu können, werden im Rahmen von Safety4Bikes verschiedene Simulationsmodelle entwickelt, welche die Mobilität sowie die Funkkommunikation zwischen den verschiedenen Verkehrsteilnehmern realistisch abbilden. Die Modellierung der Kommunikation zwischen motorisierten Fahrzeugen und Fahrradfahrern umfasst die Adaptierung des bestehenden ETSI ITS-G5 Standards für Car2X-Kommunikation mit dem Fokus auf die Erweiterung auf fahrradspezifischen Informationselementen. Diese Erweiterung wird dahingehend entwickelt, um maximale Kompatibilität mit bestehenden Systemen zu ermöglichen. Dies wird auch dadurch sichergestellt, dass wir in aktiven Dialog mit der wissenschaftlichen Gemeinschaft treten, etwa durch unsere

Publikation erster Ergebnisse auf der Konferenz VNC 2017. Gleichzeitig erweitern wir den de-facto Standard-Simulator für Fahrzeugkommunikation – Veins – um die Möglichkeit, Fahrräder akkurat in realistischen Szenarien zu modellieren. So ist es möglich, die Interaktion von motorisierten und unmotorisierten Verkehrsteilnehmern in komplexen Szenarien (z. B. Paderborn) zu untersuchen und darauf aufbauend passende Kommunikationsprotokolle zu entwerfen.

#### Prototypische Implementierung eines Car2X-Kommunikationssystems für Fahrräder

Ein weiterer Meilenstein im Safety4Bikes-Projekt ist die Entwicklung eines Prototypen, um die Drahtlos-Kommunikation zwischen Fahrzeugen und Fahrrädern zu ermöglichen. Dieser Prototyp wird als Interface einem Sensor-Fusions-System am Fahrrad dienen, um Informationen über die Drahtlos-Schnittstelle anderen Verkehrsteilnehmern zur Verfügung stellen. Dies ermöglicht uns die Entwicklung und Evaluation potenzieller Kommunikationsprotokolle in Feldtests, um die Zuverlässigkeit bei der Datenübermittlung zu maximieren.

 **Jun.-Prof. Dr.-Ing. Christoph Sommer**  
E-Mail: Christoph.Sommer@hni.upb.de  
Telefon: +49 5251 | 60 64 95

 **Florian Klingler, M.Sc.**  
E-Mail: Florian.Klingler@hni.upb.de  
Telefon: +49 5251 | 60 64 93

 Gefördert durch: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Projektpartner: GeoMobile GmbH, Carl von Ossietzky University Oldenburg, Gesellschaft für empirische soziologische Forschung e.V., OFFIS e.V., UVEX SPORTS GROUP GmbH & Co. KG, Verteilte Eingebettete Systeme (Universität Paderborn), Valtech GmbH, PFAU Tec GmbH

 [www.ccs-labs.org/projects/safety4bikes](http://www.ccs-labs.org/projects/safety4bikes)

## Safety Assistance System for Cycling Kids

### Safety4Bikes



Future developments in the area of Intelligent Transportation Systems (ITS) require more than just efficient communication among motorised traffic (vehicle to X, V2X): a key challenge is also the integration of vulnerable road users like bicyclists in an effort to grant them advanced protection.

The key to success is to adapt existing (and to develop future) V2X protocols to cater to the specific needs – in particular those of children riding bikes in road traffic. In the context of our Safety4Bikes project, we combine our expertise in the area of vehicular networking and simulation techniques with that of our partners in the area of sensors and platform design.



Fahrradweg in Paderborn  
Cycling lane in Paderborn

#### Holistic view on both regular and vulnerable road users in the context of efficient communication

Beyond past efforts in the area of vehicular networking, which aimed primarily at motorised traffic (cars, trucks), Safety4Bikes integrates vulnerable road users (such as children riding bikes) into a networked system. Particular care is taken to ensure compatibility with the existing European standards for ITS. This integration will allow us to drastically reduce the number of road traffic incidents involving bicyclists, such as those involving parked cars along bicycle lanes (door opening scenario) or those involving failure to yield at intersections with obstructed visibility.


#### Modelling and integrating bikes into traffic simulation

To enable us to accurately examine the interplay of cars and bikes in complex traffic situations, we are developing a set of simulation models that can capture both the mobility and the movement of all participants in a highly realistic fashion. Modelling communication between cars and bikes also requi-

res adapting the existing ETSI ITS-G5 standard that is now primarily aiming at car-to-car communication to also encompass information elements specifically relevant to vulnerable road users. This extension is envisioned to provide a maximum of interoperability with the existing systems. We are also ensuring this by entering into active dialogue with the scientific community, e.g. having published first results at VNC 2017. In parallel, we are extending the de facto standard tool for vehicular network simulation, Veins, to offer models for accurate bicycle movement in realistic scenarios. This allows us to examine the interaction of motorised and of vulnerable road users in complex scenarios.

#### Prototypical implementation of a V2X communication system for bikes

The development of a prototype enabling wireless communication between cars and bikes is another fundamental requirement of the Safety4Bikes project. This prototype will include interfaces for sensor data fusion on the bike and offer collected information to other road users via a wireless interface. This allows us to develop and evaluate potential solutions in field operational tests, ensuring the robustness and reliability of information sharing for the next generation protocol stacks.

 **Assistant Prof. Dr.-Ing. Christoph Sommer**  
E-mail: Christoph.Sommer@hni.upb.de  
Phone: +49 5251 | 60 64 95

 **Florian Klingler, M.Sc.**  
E-mail: Florian.Klingler@hni.upb.de  
Phone: +49 5251 | 60 64 93

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

Project partners: GeoMobile GmbH, Carl von Ossietzky University of Oldenburg, Gesellschaft für empirische soziologische Forschung e.V., OFFIS e.V., UVEX SPORTS GROUP GmbH & Co. KG, Distributed Embedded Systems (Paderborn University), Valtech GmbH, PFAU Tec GmbH

 [www.ccs-labs.org/projects/safety4bikes](http://www.ccs-labs.org/projects/safety4bikes)

## Intelligente verteilte Sensornetzwerke zur dezentralen Lageerfassung in Krisensituationen

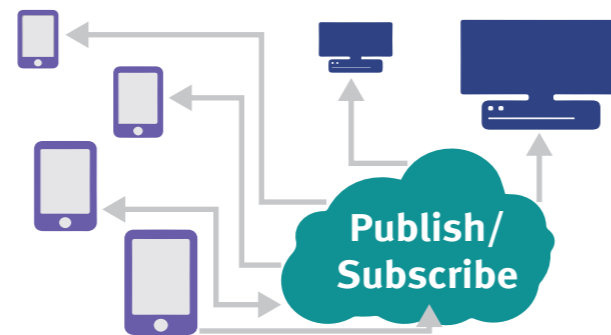
In Krisensituationen sind Freiwillige häufig schnell vor Ort, um zu helfen. Wir untersuchen, wie sie ihre Smartphones als verteilte Sensorinstrumente zur Erfassung aktueller Lageinformationen einsetzen können. Die erfassten Daten werden anschließend analysiert und relevante Informationen werden zur Entscheidungsunterstützung in einer Karte dargestellt.

In Krisensituationen wie beispielsweise bei Hochwasser oder der Flüchtlingskrise sind schnelle Hilfeleistungen gefragt. Für klassische Hilfsorganisationen wie das Rote Kreuz ist es in den letzten Jahren schwieriger geworden, ausreichend Nachwuchs zu gewinnen. Gleichzeitig wächst die spontane Hilfsbereitschaft in der Bevölkerung durch Gruppen, die sich in Krisensituationen mithilfe von Internet und Smartphones selbst organisieren. Im Projekt RESIBES sollen diese „ungebundenen Helfer“ mit den klassischen Hilfsorganisationen zusammengeführt werden, um so in Krisensituationen die Resilienz der Bevölkerung zu erhöhen. Die potenziellen Helfer können ihre Hilfe über eine Internetseite oder eine App anbieten und so ihre Arbeitskraft oder auch technische Geräte wie Stromgeneratoren, Schaufeln, Fahrzeuge, Schlafplätze etc. zur Verfügung stellen. Die Hilfsorganisationen können im Krisenfall diese Ressourcen anfragen und sie zielgerichtet einsetzen.

In RESIBES wird ein verteiltes System entwickelt, das die Helfer und die Hilfsorganisationen auch im Einsatz unterstützt. Die Helfer bilden mit ihren Smartphones einen wesentlichen Teil dieses Systems. Zum einen können die aktuellen Positionen der Helfer sowie der beweglichen materiellen Ressourcen fortlaufend übertragen werden. Des Weiteren können auch mit der Position verknüpfte Informationen über die aktuelle Lage erfasst werden. Dies können Textinformationen oder Bilder sein, die die Helfer mit ihren Smartphones erstellen. Aber auch über Smartphone-Sensoren oder über spezielle Minicomputer (z. B. Raspberry Pi) mit angeschlossenen Sensoren können Daten erfasst werden. Die Geräte bilden somit ein verteiltes Sensornetzwerk.

Die erfassten Daten können sowohl für die im Einsatz befindlichen Helfer als auch die Einsatzleitung interessant sein, um einen Überblick über die aktuelle Lage zu bekommen. Zusätzlich kann das System Dienste anbieten, die die Daten aufbereiten oder weitere Funktionalitäten zur Verfügung stellen. So können bspw. Informationen zu Wasserständen dazu verwendet werden, potenziell überflutete Gebiete zu identifizieren sowie zu prüfen, welche Straßen noch passierbar sind und ob Gebiete dadurch vom Straßennetz abgeschnitten sind.

Nicht alle Daten und Dienste sind für alle beteiligten Akteure relevant und auch die verfügbaren Geräte und Sensoren ändern sich dynamisch, z. B. dadurch, dass Helfer ein Schadensgebiet verlassen. In RESIBES setzen wir zur dynamischen Informationsverteilung ein Publish/Subscribe-System ein. Damit können Smartphones/Sensoren ihre Daten anbieten (publish) und die Smartphones der Helfer sowie die Webseiten innerhalb des Netzwerkes verschiedene Themen, die für sie relevant sind, abonnieren (subscribe). Durch die Darstellung der relevanten Informationen in einer Kartenansicht wird den Helfern sowie der Einsatzleitung eine Entscheidungsunterstützung zur Verfügung gestellt. Dadurch können diese Hilfsleistungen effektiver eingesetzt werden, als es bei reiner Selbstorganisation der Hilfe möglich wäre.



Informationsverteilung an diverse Clients durch ein IoT-System  
Distribution of information to different clients via an IoT system

**Dr. Bernd Kleinjohann**  
E-Mail: Bernd.Kleinjohann@c-lab.de  
Telefon: +49 5251 | 60 61 01

Gefördert durch: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Projektpartner: Deutsches Rotes Kreuz Frankfurt am Main, Atos IT Solutions and Services GmbH, mainis IT-Service GmbH, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Universität Paderborn

 [www.resibes.de](http://www.resibes.de)

## Intelligent distributed sensor networks for the decentral acquisition of location based crisis data

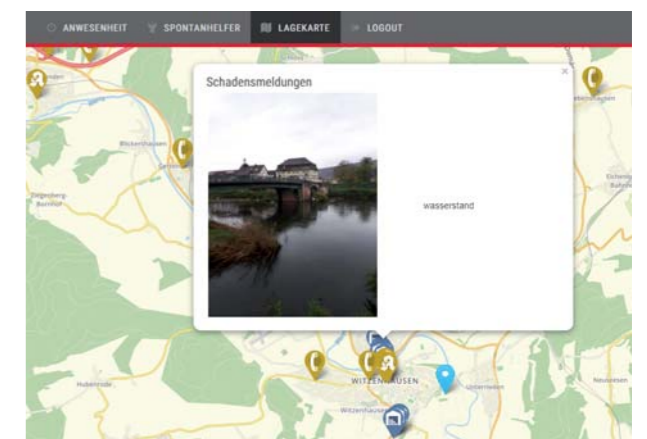
In case of larger disasters, volunteers often appear very quickly to offer their help. We investigate how they can support the crisis recovery by using their smartphones as sensor devices for acquiring information about the actual situation. Subsequently, the acquired data is analysed and relevant information is prepared in a disaster map as decision assistance.

During disasters like flooding or when managing the arrival of thousands of refugees like in 2015, a fast crisis response is necessary. It can be observed that classical response organisations like the Red Cross have difficulties in recruiting new staff. At the same time, spontaneous help increases. Typically it is self-organised via Internet and smartphone from within the population. The project RESIBES aims at joining the forces of these so-called “unaffiliated volunteers” with the classical rescue organisations in order to increase the community’s resilience. Volunteers can offer their help in the form of personal assistance or technical appliances (e.g. current generators or shovels, transport vehicles), accommodation facilities etc. via a smartphone app or a website. This can already be done before any crisis happens. Then, the rescue organisations can request these a priori known resources and use them effectively during the crisis.

In RESIBES, we develop a distributed system that supports volunteers and rescue organisations during a crisis response. The volunteers with their smartphones comprise an important part of this system. On the one hand, the actual positions of helpers can be tracked. In addition, location based data about the actual crisis situation can be acquired. This could be textual information or images produced via the helpers’ smartphones, but also sensor data collected by smartphone sensors or sensors connected to single board computers (e.g. Raspberry Pi). These devices will then establish a distributed sensor network.


The acquired information is valuable for volunteers and rescue organisation to gain a situation overview. Additional services can be offered for analysing the data. Thus, for instance, information about water-levels can be used to identify flooded areas or to check which streets are traversable or whether regions are separated from the road network.

However, not all data and services are relevant for all kinds of actors and also the available devices and sensors change dynamically, when helpers leave a disaster area, for example.



Kartenansicht mit eingetragenen Lagedaten  
Map view with acquired location based information

In RESIBES, we use a publish/subscribe system to deal with this kind of dynamics. With such an approach, the available sensors can offer their data (publish) and the smartphones of the volunteers or a website can subscribe to different topics of interest for them. The relevant information is visualised on a map to provide a decision assistance for rescue organisations and volunteers. Thus, the crisis response can be organised more efficiently than it would be feasible in purely self-organised volunteer actions.

 **Dr. Bernd Kleinjohann**  
E-mail: Bernd.Kleinjohann@c-lab.de  
Phone: +49 5251 | 60 61 01

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

Project partners: German Red Cross Frankfurt am Main, Atos IT Solutions and Services GmbH, mainis IT-Service GmbH, University of Freiburg, Paderborn University





» Technological progress holds great opportunities, but also high risks. We cannot stop it, but we can shape it responsibly. «

» Technological progress holds great opportunities, but also high risks. We cannot stop it, but we can shape it responsibly. «

## Johannes Blobel

M.Sc.  
Verteilte Eingebettete Systeme

Seit 2015 bin ich wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Fachgruppe „Verteilte Eingebettete Systeme“ bei Professor Falko Dressler. In meiner Promotion beschäftige ich mich mit neuen Ideen, drahtlose Kommunikation möglichst energieeffizient zu gestalten.

Im von der DFG geförderten BATS-Projekt haben wir Sensorknoten entwickelt, die so klein und leicht sind, dass sie auf Fledermäusen appliziert werden können. Die dabei zur Verfügung stehende Energie ist allerdings äußerst beschränkt und die Kontaktzeit von den Fledermäusen zu den Basisstationen beträgt teilweise nur wenige Sekunden. Diese Bedingungen machen es kompliziert, gesammelte Daten zuverlässig zu übertragen. Deshalb forsche ich an einem selektiven Weckrufempfänger, der es ermöglicht, die Sensorknoten mit einem Funksignal aus ihrem Ruhezustand aufzuwecken, um zum genau richtigen Zeitpunkt kommunizieren zu können. So können Biologen das Verhalten der Fledermäuse detailliert beobachten. Diese Technik ist aber auch für das „Internet of Things“ geeignet, bei dem vernetzte Geräte möglichst lange mit der Energie einer Batterie auskommen sollen. Tatsächlich gibt es zurzeit Bemühungen, ein solches System in einen neuen WLAN-Standard zu integrieren.

Es darf jedoch nicht vergessen werden, dass mit neuen Techniken immer auch neue Gefahren entstehen. Pioniere der Computer wie Zuse, Aiken, Eckert und Mauchly konnten unmöglich abschätzen, welche gesellschaftlichen Veränderungen ihre Erfindungen einmal anstoßen würden. Aufgrund meines Interesses an solch ethischen Fragen sowie meiner Begeisterung für Computergeschichte habe ich darum im letzten Jahr in unserer Fachgruppe die Vorlesung „History of Computer Systems“ etabliert. Zum einen werden in dieser Vorlesung historische Begebenheiten und Zusammenhänge betrachtet. Zum anderen wird die Funktionsweise historischer Maschinen und Computer erklärt. Die Studierenden benutzen dabei nicht nur Simulationen alter Computer, sondern bekommen unter anderem auch die Möglichkeit, an originalen C64-Homecomputern Programmiererfahrung zu sammeln.

Auch in meiner Freizeit verbinde ich bei meinen Bastelprojekten gerne Altes mit Neuem: Beispielsweise konstruierte ich schon ein schnurloses Wählscheibentelefon, baute eine Morsetaste mit USB-Anschluss oder erweiterte ein altes Röhrenradio um einen Bluetooth-Empfänger. Mein Ziel ist es, die Vergangenheit zu verstehen, um so die Zukunft verantwortungsvoll zu gestalten.

## Johannes Blobel

M.Sc.  
Distributed Embedded Systems

Since 2015, I have been a research assistant at the “Distributed Embedded Systems” workgroup from Professor Falko Dressler. In my dissertation, I am working on new ideas for making wireless communication as energy-efficient as possible.

In the BATS project funded by the DFG, we have developed sensor nodes that are so small and lightweight that they can be attached to bats. The available energy on these nodes, however, is extremely limited and the contact time from the bats to the basestations lies sometimes only within a few seconds. These conditions make it difficult to reliably transfer collected data. That’s why I’m researching a selective wake-up receiver that enables the sensor nodes to be woken up from a sleep state with a radio signal so that they can communicate at exactly the right time. This enables biologists to monitor the bats’ behaviour in detail. This technology is also suitable for the “Internet of Things”, where wireless devices need to run as long as possible with the energy of a battery. In fact, efforts are currently being made to integrate such a system into a new WLAN standard.

However, it should not be forgotten that new technologies can always impose new dangers. Computer pioneers such as Zuse, Aiken, Eckert and Mauchly were unable to predict which developments would be initiated by their inventions. Because of my interest in such ethical questions and my enthusiasm for computer history, I established the lecture “History of Computer Systems” at our workgroup last year. On the one hand, this lecture examines historical events and contexts. On the other hand, it explains how historical machines and computers worked. The students not only use simulations of old computers, but also have the opportunity to gain programming experience using original C64 home computers.

In my spare time, I also like to combine old and new things in my craft projects: For example, I already constructed a cordless rotary dial telephone, built a morse key with USB connection or extended an old vacuum tube radio with a Bluetooth receiver. My goal is to understand the past in order to shape the future responsibly.



## Erfolgspotenziale der Zukunft erkennen und erschließen

Seniorprofessur Prof. Jürgen Gausemeier

Produkt- und Produktionssysteminnovationen sind der entscheidende Hebel für Zukunftssicherung und Beschäftigung. Der Maschinenbau und verwandte Branchen, wie die Automobilindustrie, nehmen heute eine Schlüsselstellung ein. Diese Branchen weisen aber auch erhebliche Erfolgspotenziale der Zukunft auf. Diese gilt es frühzeitig zu erkennen und rechtzeitig zu erschließen.

E-Mail: [Juergen.Gausemeier@hni.upb.de](mailto:Juergen.Gausemeier@hni.upb.de)  
Telefon: +49 5251 | 60 62 67

 [www.hni.upb.de/spe](http://www.hni.upb.de/spe)

 acatech  
DEUTSCHE AKADEMIE DER  
TECHNIKWISSENSCHAFTEN


MITGLIED VON

## Identifying and Exploiting Success Potentials of Tomorrow

Senior Professorship Prof. Jürgen Gausemeier

Product and production system innovations are important levers for ensuring prosperity and employment in the future. Mechanical engineering and related areas, such as the automotive industry, are playing a key role today. These sectors demonstrate the relevant success potentials of the future. It is essential to identify these potentials early on and to exploit them at the right time.

E-mail: [Juergen.Gausemeier@hni.upb.de](mailto:Juergen.Gausemeier@hni.upb.de)  
Phone: +49 5251 | 60 62 67

 [www.hni.upb.de/en/spe](http://www.hni.upb.de/en/spe)

 acatech  
GERMAN ACADEMY OF  
MEMBER OF SCIENCE AND ENGINEERING

MEMBER OF





## Fachgruppe Strategische Produktplanung und Systems Engineering

Informations- und Kommunikationstechnik führen nicht nur zu Produktivitätssteigerungen – es entstehen auch neue Produkte und neue Märkte. Unser Ziel ist die Steigerung der Innovationskraft von Industrieunternehmen. Dafür erarbeiten wir Methoden und Verfahren.

Die Produkte des Maschinenbaus und verwandter Branchen sind multidisziplinär; sie zu entwickeln erfordert Systems Engineering. Produktentstehung beschreibt den Prozess von der ersten Produkt- bzw. Geschäftsidee bis zum Markteintritt und umfasst die Hauptaufgabenbereiche Strategische Produktplanung, Produktentwicklung, Dienstleistungsentwicklung und Produktionssystementwicklung.

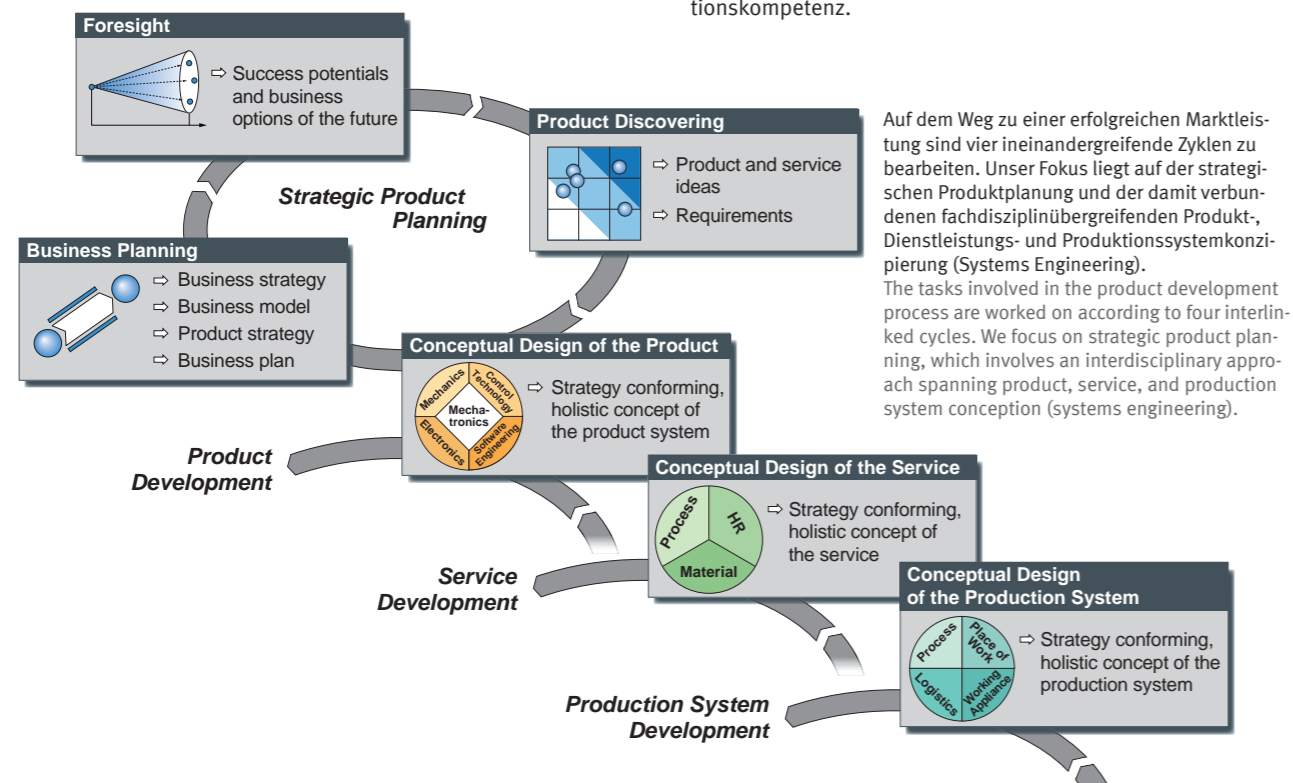
Bei aller Hinwendung zur Industrie 4.0 darf nicht übersehen werden, dass die Einführung und Nutzung von IT-Systemen am Ende einer gut überlegten Handlungskette steht und nicht am Anfang; das Pferd darf nicht von hinten aufgezäumt werden. Wirkungsvolle IT-Systeme benötigen wohlstrukturierte Geschäftsprozesse; diese folgen wiederum einem innovativen

Geschäftsmodell, das darauf abzielt, die Erfolgspotenziale der Zukunft zu erschließen. Mit unserem Bestseller „Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung“ zeigen wir, wie ein Unternehmen seinen spezifischen Weg zur Industrie 4.0 finden kann.

Unsere Forschungsschwerpunkte sind:

- Strategische Produkt-, Technologie- und Geschäftsplanung
- Geschäftsmodellentwicklung
- Model-Based Systems Engineering

Unsere Spin-Offs UNITY AG und Smart Mechatronics GmbH sowie das Fraunhofer IEM transferieren unsere Forschungsergebnisse in die Praxis. In der Lehre konzentrieren wir uns auf Seminare, Studien- und Abschlussarbeiten in den Forschungsbereichen. Wir vermitteln Unternehmensführungs- und Innovationskompetenz.



## Workgroup Strategic Product Planning and Systems Engineering

Information and communication technology does not just lead to increased productivity. It also leads to the creation of new products and new markets. Our general aim is to increase the innovative strength of industrial companies. We develop methods and procedures.

Products from mechanical engineering and related sectors are multidisciplinary: Systems engineering is required to develop these products. Product engineering describes a process that starts with the initial product or business idea and continues until market entry. The process involves three main fields of activity: strategic product planning, product development and product system development.

With all due devotion to "Industrie 4.0": the rollout and employment of IT systems is the result and not the starting point of a deliberate chain of action.

Effective IT systems need well-structured business processes, which in turn follow an innovative business model. The latter aims at exploiting the potentials of tomorrow. In our bestseller "Future-oriented structuring of companies", we elaborate how companies can find their specific way to "Industrie 4.0".

Our research focuses are as follows:

- Strategic product and innovation management, business planning
- Business model development
- Model-Based Systems Engineering

Our spin-offs, Unity AG and Smart Mechatronics GmbH, and the Fraunhofer IEM, all transfer our research results into real practice. The aim of our teaching principles: we provide seminars and theses in our research areas. We communicate entrepreneurial and innovation skills.



**Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung** – Strategien, Geschäftsprozesse und IT-Systeme für die Produktion von morgen. 2. überarbeitete Auflage, Carl Hanser Verlag, 2014



**Industrie 4.0 – Internationaler Benchmark, Zukunftsoptionen und Handlungsempfehlungen für die Produktionsforschung.** Herausgeber: Heinz Nixdorf Institut und Werkzeugmaschinenlabor der RWTH Aachen



**Mit Industrie 4.0 zum Unternehmenserfolg – Integrative Planung von Geschäftsmodellen und Wertschöpfungssystemen.** Herausgeber: Heinz Nixdorf Institut, Universität Paderborn



**Strategische Produktplanung – Adaptierbare Methoden, Prozesse und IT-Werkzeuge für die Planung der Marktleistungen von morgen.** Herausgeber: Heinz Nixdorf Institut, Universität Paderborn



## Umsetzungsstrategien für Industrie 4.0

### Instrumentarium zur Leistungssteigerung von Unternehmen durch Industrie 4.0 – INLUMIA

Industrie 4.0 eröffnet für Unternehmen vielfältige Möglichkeiten zur Leistungssteigerung. Gerade für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) gilt jedoch, nicht das grundsätzlich Mögliche einzuführen, sondern das für die spezifische Situation Notwendige. Das Forschungsverbundprojekt INLUMIA stärkt in diesem Sinne die Leistungsfähigkeit von KMU.

#### Zielsetzung

Übergeordnetes Ziel ist die nachhaltige vorteilhafte Positionierung von Unternehmen des Maschinenbaus und verwandter Branchen im Zeitalter der Digitalisierung. Hierzu wird ein Instrumentarium zur Leistungssteigerung von Unternehmen im Kontext I4.0 erarbeitet. Die Anwendung des Instrumentariums befähigt die Unternehmen, die für sie relevanten Möglichkeiten von Industrie 4.0 zu erkennen und auszuschöpfen.

#### Vorgehen

Ausgangspunkt bildet eine soziotechnische Leistungsbewertung der Unternehmen. Basierend auf einem Vergleichskollektiv wird unter Berücksichtigung der weiteren Entwicklung von Technologien, Märkten und Geschäftsumfeldern ein unternehmensadäquater Zielreifeegrad ermittelt. Zur Zielerreichung wird eine Umsetzungsroadmap abgeleitet. Hierbei gilt insbesondere für KMU, mithilfe von Umsetzungsmustern schnell und rationell von der Industrie-4.0-Entwicklung zu partizipieren. Ferner werden überfachliche Qualifizierungsbedarfe aufseiten der Mitarbeiter identifiziert und erforderliche Schulungsmaßnahmen abgeleitet. Im Zuge einer Werkzeugunterstützung wird die rechnerunterstützte Anwendung der Methodik ermöglicht. Sie erlaubt den Vergleich mit ähnlich positionierten Unternehmen in einer Benchmark-Datenbank sowie den Zugriff auf die entwickelten Industrie-4.0-Umsetzungsmuster.

#### Bisherige Ergebnisse und Partizipationsmöglichkeiten

Den Schwerpunkt des vergangenen Jahres bildeten die Leistungsbewertungen bei den Pilotunternehmen sowie die Tiefenanalysen (z. B. Analysen der Prozesslandschaft und des Wertschöpfungssystems) zur Identifikation von Verbesserungspotenzialen in priorisierten Handlungsbereichen (z. B. Informationsverarbeitung innerhalb des Produktionssystems). Darüber hinaus erfolgt aktuell die Vorausschau zukünftiger Entwicklungen mithilfe von Trendanalysen und Zukunftsszenarien zur Ermittlung unternehmensadäquater Zielzustände. Die Zwischenergebnisse werden fortlaufend in die Werkzeugunterstützung implementiert, um diese weiteren Unternehmen

kostenlos unter [www.inlumia.de](http://www.inlumia.de) zur Verfügung zu stellen. Mittlerweile wurde beispielsweise ein Online-Benchmark Industrie 4.0 integriert, der Unternehmen die Einschätzung der eigenen I4.0-Leistungsfähigkeit ermöglicht.

#### Partner und Förderer

Das Verbundprojekt wird aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung NRW (EFRE.NRW) mit einem Förder volumen von rund 2,5 Millionen Euro unterstützt. Betreut wird das Projekt mit einer Laufzeit von drei Jahren durch die LeitmarktAgentur.NRW.

#### Aktuelles

Am 7. Juli 2017 fand im Heinz Nixdorf Institut das 1. Meilensteintreffen des Projekts statt. Der erste Meilenstein diente dazu, dem Lenkungskreis und dem Projektträger einen umfassenden Überblick über die Aktivitäten, Zwischenergebnisse sowie den aktuellen Projektfortschritt zu vermitteln. Dass die bisherigen Projektergebnisse die Erwartungen in vollem Maße erfüllen, wurde durch die Auszeichnung von INLUMIA als „Projekt des Monats September“ durch das Wirtschaftsministerium NRW deutlich.



**Marvin Drewel, M.Sc.**  
E-Mail: [Marvin.Drewel@hni.upb.de](mailto:Marvin.Drewel@hni.upb.de)  
Telefon: +49 5251 | 60 62 61



Gefördert durch:



Projektträger: LeitmarktAgentur.NRW

Projektpartner: Fraunhofer IEM, Universität Bielefeld, UNITY AG, myview systems, Imperial, Krause-Biagosch, CP contech electronic, Westaflex, dormakaba, ARI-Armaturen



[www.inlumia.de](http://www.inlumia.de)

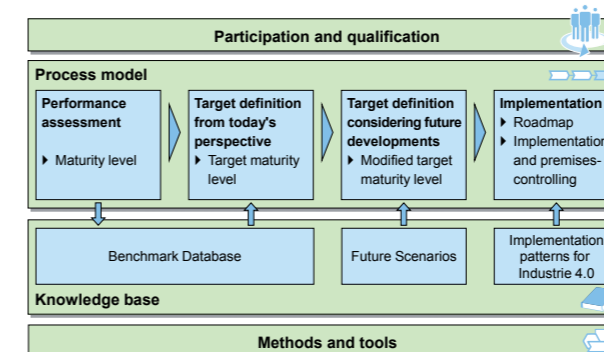
## Implementation strategies for “Industrie 4.0”

### Instruments for increasing the performance of enterprises through “Industrie 4.0” – INLUMIA

“Industrie 4.0” opens up a wide range of opportunities for companies to improve their performance. However, for small and medium-sized enterprises (SMEs) it is not about introducing what is possible, but rather what is necessary for the specific situation. The research cooperation project INLUMIA strengthens the performance of SMEs in this sense.

#### Overall objective

The overall goal is the sustainable, advantageous positioning of mechanical engineering companies and related industries in the age of digitalisation. To this end, a set of instruments for increasing the performance of companies in the context of “Industrie 4.0” is being developed.



Komponenten des Instrumentariums  
Components of the Instrumentarium

#### Approach

The starting point is a socio-technical performance assessment of the companies. An appropriate degree of maturity is determined, taking into account the further development of technologies, markets and business environments. An implementation road map is derived to achieve the objectives. In this context, SMEs in particular must participate quickly and rationally in “Industrie 4.0” development with the help of implementation patterns. In addition, interdisciplinary qualification needs are identified on the part of the employees and necessary training measures are derived. In the course of a tool support the computer-aided application of the methodology is made possible. It allows comparisons with similarly positioned companies in a benchmark database.

#### Results and opportunities for participation

The focus of the past year was on performance evaluations at the pilot companies and in-depth analyses to identify potential for improvement in priority areas of activity (e.g. information

processing within the production system). In addition, future developments are currently being forecast using trend analyses and future scenarios to determine target conditions that are appropriate for the company. The interim results are continuously implemented into the tool support to make these additional companies available free of charge at [www.inlumia.de](http://www.inlumia.de). In the meantime, for example, an online benchmark “Industrie 4.0” has been integrated, which enables companies to assess their own “Industrie 4.0” performance capability.

#### Partners and supporters

The joint project is funded by the European Fund for Regional Development North Rhine-Westphalia (EFRE. NRW) with a funding volume of approximately 2.5 million euros. The project is being supported by the “LeitmarktAgentur.NRW”.

#### Latest news

On 7 July 2017 the first milestone meeting of the project took place at the Heinz Nixdorf Institute. The first milestone served to provide the steering committee and the promoter with a comprehensive overview of the activities, interim results and current project progress. The fact that the project results that have been achieved so far fully meet the expectations was demonstrated by the award of INLUMIA as “Project of the Month September” by the Ministry of Economic Affairs of North Rhine-Westphalia.



**Marvin Drewel, M.Sc.**  
E-mail: [Marvin.Drewel@hni.upb.de](mailto:Marvin.Drewel@hni.upb.de)  
Phone: +49 5251 | 60 62 61



Supported by:



Project management: LeitmarktAgentur.NRW

Project partners: Fraunhofer IEM, Bielefeld University, UNITY AG, myview systems, Imperial, Krause-Biagosch, CP contech electronic, Westaflex, dormakaba, ARI-Armaturen



## Leistungsfähige, effiziente und innovative Luftfahrt

### Lifecycle Operation & Maintenance Improvement Services – LOMIS

Ressourcenschonung und Umweltverträglichkeit rücken in der Luftfahrt immer stärker in den Fokus. Die Branche steht vor der Herausforderung, die Vorgaben der Luftfahrtbehörden und die anspruchsvollen Ziele des sog. „Flightpath 2050“ des ACARE (Advisory Council for Aeronautics Research in Europe) durch innovative Maßnahmen zu erfüllen. Dies kann nur durch das Zusammenspiel der Partner in der gesamten Wertschöpfungskette gelingen.

#### Zielsetzung

Zielsetzung des Projekts ist ein Instrumentarium zur kollaborativen Generierung, Entwicklung und Einführung neuer lebenszyklusspezifischer Maintenance, Repair and Operations (MRO)-Produkte sowie ein Baukasten mit Prozessen, Methoden, Werkzeugen und Geschäfts- und Kooperationsstrukturen. Das Instrumentarium wird in den Innovationsprozess der Lufthansa-Technik integriert. Eine IT-Werkzeugunterstützung vereinfacht den Zugriff auf den Baukasten. Die Anwendung des Instrumentariums im Unternehmen liefert neue Produkt- und Serviceideen, die sich an den spezifischen Bedürfnissen entlang des Produktlebenszyklus von Flugzeugflotten ausrichten.

#### Vorgehen

Zunächst wird das Innovationsgeschehen im MRO-Geschäft analysiert und auf das Open Innovation Paradigma ausgerichtet. Dazu werden Stakeholder im Innovationsnetzwerk identifiziert und analysiert und der Innovationsprozess wird angepasst. Der Schutz der in den kollaborativen Innovationsnetzwerken erzeugten Intellectual Property wird durch geeignete Schutzmaßnahmen realisiert. Bei der Operationalisierung des Innovationsgeschehens werden lebenszyklusspezifische MRO-Marktleistungen identifiziert und Implikationen für die zukünftige Leistungserbringung untersucht. Die Konfiguration der kollaborativen Leistungserbringung wird in Wertschöpfungsnetzwerken spezifiziert. Zur Positionierung in den Wertschöpfungsnetzwerken werden innovative Geschäftsmodelle entwickelt. Kritische Stakeholder werden durch Incentive-Konzepte motiviert, an der Wertschöpfung mitzuwirken. Abschließend werden Einführungsstrategien für die Wertschöpfungsnetze definiert. Die (weiter-)entwickelten Methoden werden schließlich in einem Methodenbaukasten zusammengefasst.


#### Anwendungen


Die Validierung der erarbeiteten Ergebnisse erfolgt in Innovationsprojekten und dem zentralen Innovationsmanagement bei Lufthansa-Technik. Die Pilotprojekte reichen von Produkt- über Service- bis hin zu Prozess-/ Organisationsinnovationen. Ein Beispiel ist eine neuartige Induction-Cooking-Plattform für


Flugzeug Gallys, bei der sowohl die Entwicklung des Produkts als auch die der Geschäftsmodelle und Wertschöpfungsstrukturen kollaborativ erfolgt.

#### Partner und Förderer

Das Verbundprojekt LOMIS wird von den Projektpartnern Lufthansa-Technik, dem Institut für Technologie- und Innovationsmanagement der Technischen Universität Hamburg Harburg und dem Heinz Nixdorf Instituts durchgeführt. Es wird im Rahmen des Luftfahrtforschungsprogramms LuFo V-2 vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert und vom Projektträger DLR betreut.

 **Julian Echterfeld, M.Sc.**  
E-Mail: Julian.Echterfeld@hni.upb.de  
Telefon: +49 5251 | 60 62 60

 **Christian Koldewey, M.Sc.**  
E-Mail: Christian.Koldewey@hni.upb.de  
Telefon: +49 5251 | 60 62 43

 Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)  
Projektträger: DLR (Luftfahrtforschung und -technologie)

## Capable, efficient and innovative aviation

### Life Cycle Operation & Maintenance Improvement Services – LOMIS

Conservation of resources and environmental compatibility are becoming increasingly important in aviation. The industry faces the challenges of meeting the requirements of aviation authorities and the ambitious goals of the so-called “Flightpath 2050” of ACARE (Advisory Council for Aeronautics Research in Europe). This can only be achieved through the interaction of partners along the entire value-creation-chain.

#### Objective

The aim of the project is a set of instruments for the collaborative generation, development and introduction of new life cycle-specific maintenance, repair and operations (MRO) products as well as a toolbox of processes, methods, tools and business and cooperation structures. The instruments will be integrated into Lufthansa Technik's innovation process. IT tool support simplifies access to the toolbox. The application of the instrument within the company provides new product and service ideas that are geared to the specific needs of the product life cycle of aircraft fleets.

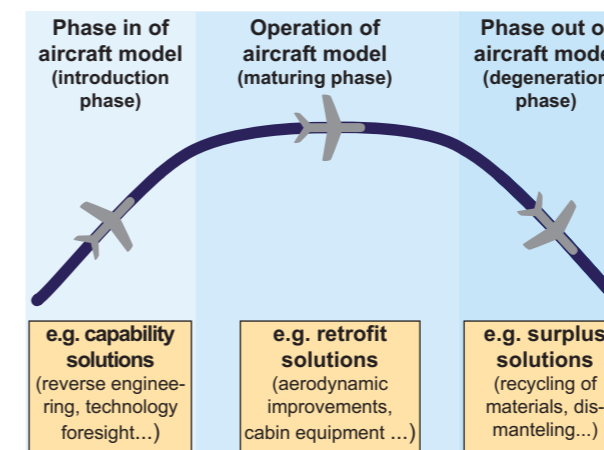
The configuration of collaborative service provision is specified in value-creation networks. Innovative business models are being developed in order to position the company in the value-creation networks. To motivate critical stakeholders to participate in the creation of value, incentive concepts are used. Finally, implementation strategies for the value creation networks are defined. The methods developed for this purpose are summarised in a toolbox.

#### Application

The validation of the results is carried out in various innovation projects and central innovation management at Lufthansa Technik. The pilot projects range from product and service to process and organisational innovations. One example is a novel Induction Cooking Platform for aircraft galleys, where the development of the product as well as the business models and value-creation structures is carried out in collaboration.

#### Partners and Sponsors


The joint project LOMIS is being carried out by the project partners Lufthansa Technik, the Institute for Technology and Innovation Management at the Technical University of Hamburg Harburg and the Heinz Nixdorf Institute. It is funded by the German Federal Ministry of Economics and Energy (BMWi) as part of the LuFo V-2 aeronautical research programme and is supervised by DLR, the project's management organisation.




Beispiele lebenszyklusspezifischer MRO-Marktleistungen  
Examples for life cycle-specific MRO products and services

#### Approach

At first, the innovation process in the MRO business is analysed and geared to the open innovation paradigm. Stakeholders in the innovation network are identified and analysed and the innovation process is adapted. The protection of the intellectual property (IP) generated in such collaborative innovation networks is realised by suitable protective measures. This is followed by the operationalisation of the innovation process. Life cycle-specific products and services for MRO are identified and their implications for future service provision are investigated.

 **Julian Echterfeld, M.Sc.**  
E-mail: Julian.Echterfeld@hni.upb.de  
Phone: +49 5251 | 60 62 60

 **Christian Koldewey, M.Sc.**  
E-mail: Christian.Koldewey@hni.upb.de  
Phone: +49 5251 | 60 62 43

 Supported by: Federal Ministry of Economics and Energy (BMWi)

Project management: DLR (Agency for Aeronautical Research and Technology)

## Kollaborative Vorausschau und systematischer Produktschutz

Vorausschau – Die Zukunft vorausdenken und gestalten (VorZug), Prävention gegen Produktpiraterie (3P)

Strategische Unternehmensführung erfordert die Vorausschau der Entwicklung von Märkten, Technologien und Geschäftsumfeldern (Zulieferer, Wettbewerber, Politik, Gesellschaft etc.). Wir zeigen, wie es kleinen und mittleren Unternehmen im Rahmen des BMBF-Spitzenclusters it's OWL ermöglicht wird, Vorausschau kostengünstig zu betreiben. Dies wird ergänzt durch Maßnahmen zum präventiven Schutz vor Produktpiraterie.

### Projekt VorZug

Ziel des Projekts VorZug war ein IT-unterstütztes Instrumentarium, das die Clusterunternehmen befähigt, wirkungsvoll und effizient Vorausschau zu betreiben und daraus die erforderlichen Schlüsse für die Strategieentwicklung zu ziehen. Die Basis bildete das Verständnis der Vorausschau als Kombination von drei zeitlich getrennten Ebenen mit ihren jeweiligen Instrumenten (Bild 1). In allen Phasen des Vorhabens fanden Workshops statt, in denen gemeinsam mit Clusterunternehmen Inhalte erarbeitet und Projektergebnisse weiterentwickelt wurden. Ergebnisse des Projekts waren Umfeldszenarien intelligenter technischer Systeme (ITS). Zusätzlich wurden Verfahren zur kollaborativen Identifikation zukünftiger Einflüsse entwickelt und eine Technologieroadmap für ITS erarbeitet. Auf Basis der Ergebnisse wurde ein IT-basiertes Dienstesystem zur kollaborativen Vorausschau entwickelt, welches den Clusterunternehmen kostenfrei zur Verfügung gestellt wurde.

### Projekt 3P

Ziel des Projekts 3P war die Sensibilisierung der Clusterunternehmen hinsichtlich der Bedrohung durch Produktpiraterie sowie die Befähigung, dieser wirksam zu begegnen. Speziell für die Bedürfnisse der Clusterunternehmen und deren Erzeugnisse wurde ein Produktschutzmechanismus entwickelt. Die dafür implementierte Schutzmaßnahmen-Datenbank enthält konkrete Vorschläge zur Ausgestaltung von Schutzmechanismen. Im Projekt wurde ein auf ITS und deren neuartige Anforderungen zugeschnittenes Schutzkonzept entworfen und durch die Entwicklung und Umsetzung eines Baukastens zum Schutz von Produkten unter Einsatz additiver Fertigung ergänzt. Die Projektergebnisse wurden anhand von Workshops mit Clusterunternehmen validiert. Dabei wurde das Vorgehen von der Bedrohungsanalyse bis hin zu einem Masterplan of Action (MoA) fallspezifisch durchgeführt (Bild 2).

### Aktuelles

Am 12. Oktober 2017 fand die Abschlussveranstaltung der Nachhaltigkeitsmaßnahmen VorZug, MarktLab, 3P und Unternehmensgründungen und Internationalisierung statt. Die

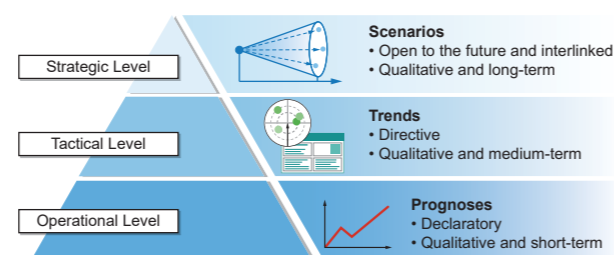



Bild 1: Die drei Ebenen der Vorausschau  
Figure 1: The three levels of foresight

Projektteams präsentierten in smarterer Startup-Atmosphäre der garage33 (Paderborn) ihre Ergebnisse. Der Schwerpunkt der Veranstaltung lag im aufgebauten Gallery Walk, bei dem konkrete Ergebnisse wie Trendradare aus VorZug und ein im Projekt 3P erarbeiteter MoA zum systematischen Produktschutz interaktiv vorgestellt wurden. Zwischen den Einheiten traf sich der Teilnehmerkreis regelmäßig in der runden Arena des Inkubators und diskutierte die Implikationen der Projektergebnisse. Zum Abschluss der Projekte „Vorausschau – Die Zukunft vorausdenken und gestalten“ und „Prävention gegen Produktpiraterie“ erscheint jeweils eine Buchveröffentlichung in der Publikationsreihe des Spitzenclusters it'OWL (Intelligente Technische Systeme Ostwestfalen-Lippe).

 **Maximilian Frank, M.Sc.**  
E-Mail: Maximilian.Frank@hni.upb.de  
Telefon: +49 5251 | 60 62 73

Gefördert durch:  

Projektträger: PTKA – (Projektträger Karlsruhe)  
Projektpartner: DMRC, Fraunhofer IEM, ScMI AG, Universität Bielefeld, UNITY AG

## Collaborative foresight and systematic product protection

Foresight – Thinking ahead and shaping the future (VorZug) Prevention of product piracy (3P)

Strategic corporate management requires the foresight of the development of markets, technologies and business environments (suppliers, competitors, politics, society, etc.). We show how the BMBF Leading-Edge Cluster it's OWL enables small and medium-sized enterprises to operate foresight at low cost. This is supplemented by measures to prevent product piracy.

### Project VorZug

The objective of the project VorZug was to develop an IT-supported set of instruments that would enable the cluster companies to operate effective and efficient foresight and draw the necessary conclusions for strategy development. The basis for this was the understanding of the foresight as a combination of three temporally separate levels with their respective instruments (Figure 1). Workshops were held in all phases of the project, in which content was developed and project results further developed together with cluster companies. Results of the project were environmental scenarios of intelligent technical systems (ITS). In addition, methods for collaborative identification of future influences and a technology roadmap for ITS were developed. Based on the results, an IT-based service system for collaborative forecasting was developed, which was made available to cluster companies free of charge.

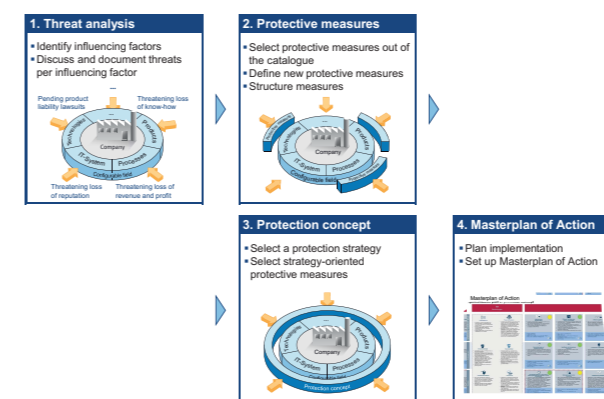


Bild 2: Workshop-Konzept zur Erstellung einer Schutzkonzeption  
Figure 2: Workshop concept for developing a protection concept

### Project 3P


The aim of the 3P project was to raise the awareness of cluster companies about the threat of product piracy and to enable them to effectively counteract it. A product protection mechanism has been developed specifically for the needs of cluster companies and their products. The database of protective measures implemented for this purpose contains concrete pro-

posals for the design of protective mechanisms. In the project, a protection concept tailored to ITS and its new requirements was developed and supplemented by the development and implementation of a modular system for the protection of products using additive manufacturing. The project results were validated in workshops with cluster companies. The process was carried out on a case-by-case basis, from threat analysis to a Masterplan of Action (MoA) (Figure 2).

### Recent events

On 12 October 2017, the closing event of the sustainability measures VorZug, MarktLab, 3P, and Company Foundations and Internationalization took place. The project teams presented their results in a smart startup atmosphere at garage33 (Paderborn). The main focus of the event was on the established Gallery Walk, where concrete results such as trend radars from VorZug and an MoA for systematic product protection developed in the 3P project were presented interactively. Between the units, the participants met regularly in the round arena of the incubator and discussed the implications of the project results.

To conclude the projects “Foresight – Thinking ahead and shaping the future” and “Prevention of product piracy”, a book will be published in the series of publications of the Leading-Edge Cluster it's OWL (Intelligent Technical Systems OstWestfalenLippe).

 **Maximilian Frank, M.Sc.**  
E-mail: Maximilian.Frank@hni.upb.de  
Phone: +49 5251 | 60 62 73

Supported by:  

Project management: PTKA – (Project Management Karlsruhe)  
Project partners: DMRC, Fraunhofer IEM, ScMI AG, Bielefeld University, UNITY AG





Unternehmen dabei zu unterstützen,  
das für ihre spezifische Situation „Notwendige“ zu tun,  
ist für mich Herausforderung und Ansporn zugleich.

To support companies in doing what is “necessary”  
for their specific situation  
is both a challenge and an incentive for me.

## Christian Dülme

M.Sc.  
Strategische Produktplanung und  
Systems Engineering

Seit Oktober 2013 bin ich als wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Fachgruppe „Strategische Produktplanung und Systems Engineering“ bei Professor Gausemeier tätig. Nach Abitur und Zivildienst habe ich 2007 im Rahmen eines dualen Studiums bei Weidmüller begonnen, Wirtschaftsingenieurwesen mit Schwerpunkt Maschinenbau an der Universität Paderborn zu studieren. Die Verknüpfung von technischen und wirtschaftlichen Fragestellungen stand für mich im Mittelpunkt. Schon während meiner Schulzeit erkannte ich durch die Teilnahme an verschiedenen Projekten und Wettbewerben, dass mich gerade dieses Wechselspiel fasziniert. Das duale Studium bot mir die Möglichkeit, das neu gewonnene Wissen im Alltag anzuwenden und den Umgang mit Herausforderungen in der Praxis frühzeitig zu erlernen.

Erster Berührungspunkt mit der Fachgruppe war meine Bachelorarbeit. Dabei hat mich die methodische Herangehensweise begeistert. Weitere Arbeiten sowie der Besuch zahlreicher Lehrveranstaltungen schlossen sich an. Die Einblicke in verschiedenste Projekte haben mich darin bestärkt, dass eine Mitarbeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Fachgruppe die ideale Ergänzung zu meinem bisherigen Werdegang darstellt.

Meine Erwartungen wurden übertroffen: Der Dreiklang aus Grundlagenforschung, Auftragsforschung und Lehre ist immer wieder motivierend. Forschungsseitig stand die ganzheitliche Betrachtung von Industrie 4.0 im Sinne eines soziotechnischen Systems in den von mir bearbeiteten Projekten im Mittelpunkt. Das heißt, ich habe neben der Technik auch die Auswirkungen auf die Organisation und vor allem den Menschen betrachtet. Hierzu habe ich u. a. Interviews in Brasilien, Japan und China mit Entscheidern aus Wirtschaft und Politik geführt. Jedes Gespräch war eine enorme Bereicherung. Aber auch die Wissensweitergabe an Studierende hat mir große Freude bereitet. So habe ich u. a. zwei 20-wöchige Projektseminare „Produktinnovation“ mit in Summe 14 Studierenden betreut. Die Entwicklung jedes einzelnen Studierenden mitzuerleben ist überwältigend.

Während meiner Zeit in der Fachgruppe konnte ich mir in den vielfältigen Projekten ein breites methodisches Rüstzeug aneignen, welches mir für die Zukunft die Bearbeitung unterschiedlichster Aufgabenstellungen ermöglicht. Den notwendigen Ausgleich dabei bot mir neben dem Sport vor allem die Musik. Derzeit liege ich in den letzten Zügen meiner Dissertation und kehre Anfang 2018 zu Weidmüller zurück.

## Christian Dülme

M.Sc.  
Strategic Product Planning and  
Systems Engineering

Since 2013, I have been working as a research associate in the “Strategic Product Planning and Systems Engineering” workgroup of Professor Gausemeier. After my graduation and civilian service, I began studying industrial engineering at the Paderborn University in 2007 as part of a dual study programme at Weidmüller. The combination of technical and economic issues was important to me. Already during my school years I realized that I was fascinated by this interplay by participating in various projects and competitions. The dual studies offered me the opportunity to apply my newly acquired knowledge in everyday life and to learn how to deal with problems arising in practice at an early stage.

The first point of contact with the workgroup was my bachelor’s thesis. I was impressed by the methodical approach. Further work and attendance of numerous lectures followed. The insights into various projects have encouraged me to realise that working as a research assistant in the workgroup is an ideal complement to my previous career.

My expectations were exceeded: the triad of basic research, contract research, and teaching is always motivating. In terms of research, the focus was on the holistic view of “Industrie 4.0” in terms of a socio-technical system in the projects I worked on. This means that I have considered not only the technology but also the effects on the organisation and the people. I have conducted interviews with decision-makers from business and politics in Brazil, Japan and China. Every single conversation provided enormous enrichment. But also the dissemination of knowledge to students was a great pleasure for me. For example, I have supervised two 20-week project seminars “Product Innovation” with a total of fourteen students. The development of each student is overwhelming for me.

During my time in the workgroup, I was able to acquire a broad range of methodical skills in the various projects, which will enable me to handle a wide range of tasks in the future. I was able to find the necessary balance in sports and especially music. I am currently in the final stages of my dissertation and will return to Weidmüller at the beginning of 2018.




## Systematisch und effizient Geschäftschancen der Zukunft erschließen

Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler

Mit systematischer Strategieentwicklung und Zielentfaltung richten wir die Forschung und Entwicklung produzierender Unternehmen konsequent auf die Geschäftschancen der Zukunft aus. Im Mittelpunkt stehen komplexe technische Gesamtsysteme, bestehend aus adaptiven konfigurierbaren mechatronischen Systemen. Die vielfältigen Fachdisziplinen vernetzen wir mit geeigneten entwicklungsmethodischen Ansätzen wie Systems Engineering und dem V-Modell für mechatronische Systeme. Dabei liegt unser Hauptaugenmerk auf der Effektivität und Effizienz der Entwicklungs- und Produktionsprozesse.

E-Mail: [Iris.Graessler@hni.upb.de](mailto:Iris.Graessler@hni.upb.de)  
Telefon: +49 5251 | 60 62 75


 [www.hni.upb.de/pe](http://www.hni.upb.de/pe)

## Systematically and Efficiently Unlocking Future Business Opportunities

Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler

With systematic strategy development and policy deployment, we consistently guide the research and development of manufacturing companies on business opportunities of the future. The focus is on complex technical systems consisting of adaptive, configurable mechatronic systems. We network the diverse disciplines with appropriate development methodologies, such as Systems Engineering and the V-model for mechatronic systems. Our emphasis is on the effectiveness and efficiency of development and production processes.

E-mail: [Iris.Graessler@hni.upb.de](mailto:Iris.Graessler@hni.upb.de)  
Phone: +49 5251 | 60 62 75

 [www.hni.upb.de/en/pe](http://www.hni.upb.de/en/pe)





## Fachgruppe Produktentstehung

Die zunehmende Digitalisierung und die wachsende Dynamik von Wirtschaftsprozessen durch Globalisierung führen zu einem verschärften Wettbewerb und steigendem Innovationsdruck. Im Kern geht es darum, wer die Problemstellung des Kunden als Erster erkennt und mit einer maßgeschneiderten innovativen Problemlösung den Kunden begeistert. Das Handlungsfeld Produktentstehung strukturiert die Bereiche, aus denen die Lösungsansätze stammen.

### Strategische Planung und Innovationsmanagement

Synergien in den unternehmerischen Kompetenzen, dem Produktprogramm und den Kundenstrukturen werden dann bestmöglich erschlossen, wenn die Geschäftspolitik auf eine ganzheitliche unternehmerische Vision ausgerichtet ist. Aus der Vision leiten wir Mission und Strategie ab. Um mögliche Entwicklungsrichtungen von geschäftspolitischem und gesellschaftlichem Umfeld, der Branche, der relevanten Schlüsseltechnologien und der Wettbewerbssituation zu antizipieren, setzen wir Methoden wie die Szenario-Technik ein und entwickeln diese weiter. Unter Berücksichtigung von Zukunftsszenarien definieren wir Suchfelder für Produktinnovationen. So treffen Erfolg versprechende Produktideen bei Markteintritt auf einen hohen Kundenbedarf. Neben den aktuell artikulierten Kundenbedürfnissen werden auch zukünftige implizite Wünsche noch nicht erschlossener Kundengruppen antizipiert. Unser Produktverständnis umfasst dabei das materielle Kernprodukt einschließlich zugehöriger Dienstleistungen.

### Systems Engineering und Entwicklungsmanagement

Will man den Endkunden mit einer Produktinnovation begeistern, so müssen anhand von Anwendungsszenarien Art und Weise der Produktnutzung, herrschende Randbedingungen sowie das Profil der anvisierten Käufergruppe in Erfahrung gebracht werden. Diese Anwendungsszenarien werden als Input der Produktentwicklung bereitgestellt. Einmal angenommene Randbedingungen wie auch Zielkosten und Markteintrittszeitpunkt werden regelmäßig einem Prämissen-Controlling unterworfen, damit erforderliche Änderungen frühzeitig erkannt und berücksichtigt werden.

Mit Systems Engineering und Entwicklungsmanagement stellen wir Werkzeuge zur funktionalen und herstellungsbezogenen Realisierung komplexer technischer Gesamtsysteme bereit. Die vielfältigen Fachdisziplinen vernetzen wir mit entwicklungsmethodischen Ansätzen wie dem V-Modell für mechatronische Systeme und Systems Engineering. Unser Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Effektivität und Effizienz der Entwicklungs- und Produktionsprozesse.

### Produktionsmanagement

Gleichzeitig achten wir auf die frühzeitige Berücksichtigung herstellungsbezogener Restriktionen, z. B. Fertigungsstandort und angestrebter Automatisierungsgrad. In unserem Smart Automation Lab realisieren wir mithilfe von Kommunikationsnetzen, Adaptivität und Konfigurierbarkeit prototypische Industrie-4.0-Implementierungen.



Gestaltung innovativer Lehrkonzepte  
Innovation in educational concepts

### Digitale und Virtuelle Produktentstehung

Methoden und Werkzeuge der Digitalisierung und Virtualisierung nehmen im Handlungsfeld Produktentstehung die Rolle von Schlüsseltechnologien ein. Virtual und Augmented Reality dienen dabei beispielsweise als Werkzeug zur Konzipierung und Planung moderner, komplexer Produkte von morgen.

### Lehrangebote

Die facettenreichen Fragestellungen der Fachgruppe „Produktentstehung“ spiegeln sich in dem breitbandigen Angebot an Lehrveranstaltungen wider. Themen in Bachelor und Master reichen von der strategischen Planung über das Innovations- und Entwicklungsmanagement bis hin zur industriellen Produktion für den Maschinenbau und das Wirtschaftsingenieurwesen. Studierende können aktuelle Fragestellungen aus der Industrie im Rahmen von Projektseminaren bearbeiten. Die entwickelten Lösungskonzepte werden am Ende des Seminars der Geschäftsleitung des beauftragenden Industrieunternehmens vorgestellt.

## Workgroup Product Creation

Progressing digitalisation and growing dynamics of economic processes by globalisation lead to intensified competition and increasing pressure to innovate. At the core of this is the question of who is the first to recognise the customer's problem situation and inspires the customer with a tailor-made innovative solution. The action field of Product Creation structures the areas from which the solutions are derived.

### Strategic Planning and Innovation Management

Synergies in the entrepreneurial skills, product programme and customer structures are then best developed if the business policy is oriented towards a holistic entrepreneurial vision. From the vision, we derive mission and strategy. In order to anticipate the possible development of business, political and social environment, industry, relevant key technologies and the competitive situation, we use and further develop methods such as the scenario technology. Taking future scenarios into account, we define search fields for product innovations. Thus, success promising product ideas meet a high demand at market entry. In addition to the currently articulated customer requirements, future implicit wishes of untapped customer groups will also be anticipated. Our product understanding includes the material core product including related services.

### Systems Engineering and Development Management

In order to inspire end-users with a product innovation, one has to learn about the nature of product use, the prevailing conditions, and the profile of the targeted customer group by means of application scenarios. These application scenarios are provided as inputs to product development. Once the assumed boundary conditions as well as target costs and market entry date are regularly subjected to a premise controlling, the necessary changes are identified and taken into account at an early stage.

With Systems Engineering and Development Management, we provide tools for the functional realisation and manufacturability of complex technical systems. We link the various disciplines with development methodologies such as V-model for mechatronic systems and “Systems Engineering”. Our main focus is on the effectiveness and efficiency of the development and production processes.

### Production Management

At the same time, we pay attention to the early consideration of manufacturability, for example, location and degree of automation. In our Smart Automation Lab, we implement prototypical

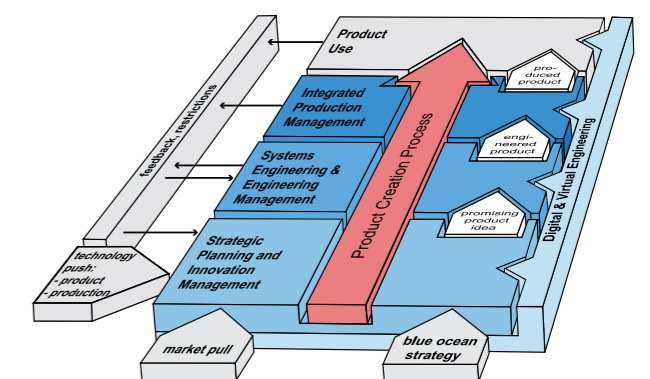
“Industrie 4.0” implementations with the help of communication networks, adaptivity and configurability.

### Digital and Virtual Engineering

Methods and tools for Digitalisation and Virtualisation are embedded into the action field of Product Creation as key enabling technologies. For instance, Virtual and Augmented Reality serve as a tool for the design and planning of modern, complex products of tomorrow.

### University Lectures

The manifold issues of the action field of Product Creation are reflected in the range of teaching lectures. At the “Product Creation” workgroup, bachelor and master's lectures are offered from strategic planning through innovation and engineering management to industrial production for the studies of mechanical engineering and industrial engineering. In project seminars, participants are confronted with current industrial issues. The students develop solution concepts and present them at the end of the seminar to the management of the involved company.



Handlungsfeld Produktentstehung  
Action field of Product Creation

## Gestalt- & Topologieoptimierung für additive Fertigung

### Angepasste Methodik und IT-Werkzeuge für die Produktentwicklung

OptiAMix strebt eine mehrzieloptimierte und durchgängig automatisierte Bauteilentwicklung zur Nutzung additiver Fertigung an. Die Fachgruppe „Produktentstehung“ setzt mit der Definition und dem Management von Anforderungen einen Schwerpunkt: Das Potenzial der Fertigungstechnologien soll möglichst früh im Entwicklungsprozess identifiziert und flexibel im Produktleben eingesetzt werden können.

#### Motivation

Additive Fertigungsverfahren bieten vielfältige Potenziale in Bezug auf Leichtbau oder Funktionsintegration. Diese können jedoch nicht durch eine einfache Änderung konventionell entwickelter und gefertigter Bauteile erreicht werden. Vielmehr müssen Produktentwicklerinnen und -entwickler befähigt werden, Bauteile speziell für die Anwendung additiver Fertigungsverfahren zu entwerfen und zu konstruieren. Hier setzt das Projekt OptiAMix an. Mithilfe eines durchgehenden Softwarewerkzeuges sollen alle Phasen der Produktentstehung bestmöglich unterstützt werden.

#### Zielsetzung

„Bei dem Vorhaben geht es darum, Lösungen zur mehrzieloptimierten und durchgängig automatisierten Bauteilentwicklung für die additive Fertigung zu entwickeln“, erklärt Projektkoordinator Rainer Koch vom Lehrstuhl C.I.K. der Universität Paderborn. „So können geringe Kosten und Konstruktionszeiten für Produkte erzielt werden, die die Vorteile der additiven Fertigung optimal ausnutzen und ein hohes Maß an Datensicherheit gewährleisten.“

Die Fachgruppe „Produktentstehung“ entwickelt hierbei Methoden zur Analyse von Anforderungen an additiv gefertigte Bauteile. Das Management von solchen Anforderungen ist in der Produktentwicklung und in einem späteren Produktleben eine entscheidende Fehlerquelle und potenzieller Kostentreiber. So müssen bei einer späteren Anpassung oder Änderung eines Fertigungsverfahrens Auswirkungen auf andere Bauteile und -gruppen erkannt und berücksichtigt werden. Derartige Risiken finden Eingang in das OptiAMix-Softwarewerkzeug. In diesem werden die Bauteile auf verschiedene Ziele hin optimiert. Dies sind einerseits die Einhaltung von Konstruktionsregeln für additive Fertigungsverfahren oder andererseits die Optimierung der Topologie zur Erzeugung von Leichtbaustrukturen. Die Topologieoptimierung stellt hierbei sicher, dass die resultierenden Bauteile für alle Lastfälle ausgelegt sind und gleichzeitig eine möglichst leichtgewichtige Struktur erreicht wird.


#### Projektorganisation


Hierzu arbeiten die Forscher der Fachgruppe „Produktentstehung“ mit den Projektpartnern des Direct Manufacturing Research Centers (DMRC) – dem Lehrstuhl für Computerintegration in Konstruktion und Planung (C.I.K.), dem Lehrstuhl für Konstruktions- und Antriebstechnik (KAT) und dem Lehrstuhl für Leichtbau im Automobil (LiA) – sowie den Industriepartnern Krause DiMaTec, EDAG Engineering, Hirschvogel Umformtechnik, Intes und WP Kemper zusammen.



Topologieoptimiertes Reaction Wheel Bracket aus einem Satelliten  
Reaction Wheel Bracket from a satellite with optimized topology

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert das Vorhaben im Themenfeld „Additive Fertigung – Individualisierte Produkte, komplexe Massenprodukte, innovative Materialien“ mit einer Summe von rund 2,54 Millionen Euro. Das Projekt hat eine Laufzeit von drei Jahren und ein Gesamtvolumen von 4,4 Millionen Euro. OptiAMix wurde im Januar gestartet und läuft zunächst bis Dezember 2019.

 **Philipp Scholle, M.Sc.**  
E-Mail: Philipp.Scholle@hni.upb.de  
Telefon: +49 5251 | 60 62 63

 Gefördert durch: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

 [www.optiamix.de](http://www.optiamix.de)

## Optimisation of shape & topology for additive manufacturing

### Adapted methods and IT tools for product development

OptiAMix aims at a multi-criteria optimisation and integrated automatisisation of product development for additive manufacturing. The “Product Creation” workgroup focuses on requirements definition and management. The objective is to identify potentials of additive manufacturing in early phases of product development and flexibly utilise such technologies throughout the service life.

#### Motivation

Additive Manufacturing offers various potentials for functional integration and lightweight construction. Nonetheless, it is not reasonable or even feasible to simply change conventional designs and manufactured products. Product developers need tools to design and engineer products specifically for the application of AM. The support of all phases of product creation by a holistic software tool is targeted by the project OptiAMix.

#### Objectives

“This project focuses on the development of solutions for multi-criteria optimisation and automatisisation of product development for AM”, outlines project coordinator Rainer Koch, head of the chair for Computer Application and Integration in Design and Planning (C.I.K.) at Paderborn University. “Thus, lower development costs and shorter developing times can be achieved to leverage the advantages of AM while ensuring a high level of data protection.”



Visualisierung und Reflektion der Verlässlichkeit von Anforderungen  
Visualizing and reflecting the reliability of requirements


Methods for the analysis of requirements of the additively manufactured components are developed by members of the “Product Creation” workgroup. Requirements management during product development and in later phases of the product life cycle is one of the key pitfalls and potential cost driver. For


instance, in case of changes for one manufacturing process, the implications of subsequent modifications to the design or to the manufacturing process of other parts or modules must be identified and considered. These risks are handled by the OptiAMix software tool. Here, parts are optimised according to various criteria such as design rules for AM or topology optimisation for lightweight design. By topology optimisation, the fulfilment of the specified loads with a simultaneous reduction of part weight is achieved.

#### Project structure

The “Product Creation” workgroup is cooperating with partners of the Direct Manufacturing Research Center (DMRC) – the Chair for Computer Application and Integration in Design and Planning (C.I.K.), the Chair of Design and Drive Technology (KAT) and the Chair for Automotive Lightweight Design (LIA) – as well as with the industrial partners Krause DiMaTec, EDAG Engineering, Hirschvogel Automotive Group, Intes and WP Kemper.

The project is funded by the federal ministry of education and research (BMBF) in the field “Additive Fertigung – Individualisierte Produkte, komplexe Massenprodukte, innovative Materialien” with a grant of 2.54 million euros. The project duration is three years with an overall project volume of 4.4 million euros. OptiAMix was kicked-off in January with a project duration until December 2019.

 **Philipp Scholle, M.Sc.**  
E-mail: Philipp.Scholle@hni.upb.de  
Phone: +49 5251 | 60 62 63

 Supported by: Federal ministry of education and research (BMBF)



## Augmented Reality: Schlüsseltechnologie für „Arbeit 4.0“

### Mit Visualisierungen den Menschen unterstützen

Industrielle Revolutionen sind durch den Durchbruch und die Einführung innovativer, neuer Technologien geprägt. Die vierte industrielle Revolution wird durch die kombinierte Anwendung verschiedener Technologien beschrieben – Augmented Reality zählt zu diesen disruptiven Technologien. Sie bietet besondere Potenziale zur Unterstützung des Menschen in komplexen Arbeitswelten.

Industrie 4.0 bietet Unternehmen die Möglichkeit, produktiver zu arbeiten und kundenindividuelle Wünsche besser zu erfüllen. Zur erfolgreichen Implementierung der technischen Lösungen müssen allerdings einige Herausforderungen gemeistert werden. Diese beziehen nicht nur technische Systeme, sondern auch den Menschen ein: Dazu zählt vor allem die Kollaboration der Mitarbeiter untereinander und mit neuen innovativen, technischen IT-Systemen. Aktuelle informationstechnische Systeme, die beispielsweise auf Ansätzen des Deep Learnings oder mathematischen Algorithmen beruhen, besitzen eine Komplexität, die von Mitarbeitenden nur teilweise oder gar nicht in Echtzeit erfasst und interpretiert werden können.


Augmented Reality wird nicht nur von der Fachgruppe „Produktentstehung“ als Schlüsseltechnologie bezeichnet, da sie Eigenschaften besitzt, die im Produktentstehungsprozess zu einer signifikanten Unterstützung auf allen Ebenen führt. Durch dreidimensionale Visualisierungen, die in die reale Umgebung eingepasst werden, ermöglicht Augmented Reality die Reduzierung von wahrgenommener Komplexität. Im Kontext von „Arbeit 4.0“ bietet die Technologie zahlreiche Anwendungsfelder, die Mitarbeitende bei der Erfüllung von Aufgaben in Kooperation mit komplexen, technischen Systemen unterstützt. Rollenprofile des Menschen können beispielsweise vom ausführenden Element eines Montageprozesses zu einem überwachenden Element komplexer, technischer Systeme verändert werden. Augmented-Reality-Applikationen können Mitarbeitende durch intuitive Darstellungen bei der Überwachung der Prozesse unterstützen.

Die Fachgruppe „Produktentstehung“ demonstriert die Ergebnisse konzipierter Augmented-Reality-Applikationen im eigenen „Smart Automation Lab“ zur Unterstützung der Mitarbeitenden für das Arbeiten von morgen. In dieser Umgebung werden Fallstudien zu Usability und User Experience (UX) durchgeführt, in denen z. B. die grundlegende Anwendbarkeit für kreative Prozesse in der Ideenfindung nachgewiesen wurde. Für die Forschung werden konventionelle Geräte (Tablets,



Augmented Reality-Anwendungen in der Montage  
Augmented Reality applications in assembly tasks

Smartphones) sowie innovative Hardware, die sich noch im Entwicklungsprozess befinden, zur Lösung eingesetzt. Eine Applikation auf Basis der Microsoft HoloLens unterstützt Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in der Montage bei der Zwischen- und Endmontage eines mechatronischen Produkts. Durch die Visualisierung der Montageschritte begleitet die Technik den Menschen Schritt für Schritt bei der Erfüllung der Aufgabe. Durch Analysen des Produktionsprozesses identifiziert der Lehrstuhl für Produktentstehung Anwendungspotenziale für die Technologie und entwickelt benutzerspezifische Lösungen für interessierte Unternehmen.

 **Patrick Taplick, M.Sc.**  
E-Mail: Patrick.Taplick@hni.upb.de  
Telefon: +49 5251 | 60 62 65

 [www.hni.upb.de/pe](http://www.hni.upb.de/pe)

## Augmented Reality: Enabling Technology for “Work 4.0”

### Supporting people with visualisations

Industrial revolutions are characterised by the breakthrough and the introduction of innovative, new technologies. The fourth industrial revolution is characterised by the combined application of several key technologies – Augmented Reality is one of these disruptive technologies. It offers particular potential for the support of humans in complex work environments.

“Industrie 4.0” carries a variety of opportunities for companies to work more productively and to fulfil individual customer requirements in a better way. However, to successfully implement the technical solutions it is necessary to overcome some major challenges. These challenges involve both technical systems and human beings: One of the key challenges is the collaboration of employees amongst each other and with new innovative information technology. New IT systems which are based, for example, on approaches such as deep learning or mathematical algorithms, imply enormous complexities. Employees can only partially capture or interpret such kind of information in real time.

cal systems. Augmented reality applications support such kind of controlling tasks by intuitive visualisations.


The “Product Creation” workgroup demonstrates results of Augmented Reality applications to support employees for the work of tomorrow in its “Smart Automation Lab”. In this environment, case studies for the investigation of usability and user experience (UX) are conducted. The research utilises both conventional hardware (tablets, smartphones) as well as innovative devices which are still in the development process. One of the applications is based on Microsoft HoloLens: It supports assembly staff in the interim and final assembly of a mechatronic product. By visualising the assembly steps, the employee is accompanied step by step in the fulfilment of the task.

By analysing the production process, the “Product Creation” workgroup identifies application potential for the technology and develops user-specific solutions for interested companies.



Visualisierung von Produkt- und Prozessinformationen  
Visualisation of product and process information

Augmented Reality provides the potential of significant support on all levels of the product creation process. Thus, it is treated as an “Enabling Technology” by the “Product Creation” workgroup. By three-dimensional visualisations being embedded into the real world, Augmented Reality helps to reduce perceived complexity. In the context of changing work environments (referred to as “Work 4.0”), the technology has numerous application fields. One example is the support for employees in performing tasks in cooperation with complex technical systems: In this case, the employee’s profile can be evolved from executing an assembly process to monitoring complex, techni-

 **Patrick Taplick, M.Sc.**  
E-mail: Patrick.Taplick@hni.upb.de  
Phone: +49 5251 | 60 62 65

 [www.hni.upb.de/en/pe](http://www.hni.upb.de/en/pe)

## ANYWHERE: Technische Innovationen für gesteigerte Resilienz

### Strategische Planung für Produkte und Dienstleistungen

Extreme Wetterereignisse haben Auswirkungen auf große gesellschaftliche Herausforderungen. Innovative Technologien sollen helfen, derartige Ereignisse vorherzusehen und den möglichen Schaden frühzeitig abschätzen zu können. Ziel der Fachgruppe „Produktentstehung“ in ANYWHERE ist es, Innovationsprozesse bezogen auf den Sicherheitsmarkt und verwandte Geschäftsfelder mit Methoden der strategischen Planung zu unterstützen.

#### Motivation

Die Vorhersage von extremen Wetterereignissen ist häufig bereits mit einer hohen Präzision möglich. Die Weiterentwicklung von Simulationsmodellen und verbesserte technische Möglichkeiten zur Messung und Auswertung von Daten tragen zu einer ständigen Verbesserung bei. Die Vorbereitung und Reaktion auf derartige Ereignisse erfordert jedoch eine Abschätzung ihrer Auswirkungen. Ein solches „Impact Assessment“ ist die Voraussetzung, um Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben entscheidungsunterstützende Informationen bereitstellen zu können.

#### Zielsetzung

Das Projekt ANYWHERE erarbeitet ein integriertes System zur Verbesserung der Sicherheit in wetterbedingten Katastrophenslagen. In der Vorbereitung und Reaktion auf Gefahren sollen Menschen und Organisationen – dann im Sinne von Business Continuity – in die Lage versetzt werden, mögliche Auswirkungen vorherzusehen und durch frühzeitige Gegenmaßnahmen zu minimieren. Die Fachgruppe „Produktentstehung“ unterstützt im Projekt das Innovationsmanagement und betrachtet dabei vor allem Geschäftsmodelle, die durch den Selbstschutz von Menschen und Unternehmen motiviert werden. Im Vordergrund der eigenen Forschung steht dabei vor allem die Frage, wie Unternehmen neue Dienstleistungen und Produkte durch die Integration von ANYWHERE-Komponenten generieren und deren Potenzial abschätzen können. Hierzu wird die Szenario-Technik weiterentwickelt. Ziel ist es, interessierten Unternehmen aufwandsminimal Szenarien bereitzustellen, welche dann zur strategischen Planung verwendbar sind. Dabei werden u. a. vier praktische Fallstudien in Spanien, Italien und Skandinavien begleitet. Ein Beispiel sind Planungssysteme für Energieunternehmen, die ihren Ressourcenbedarf und -einsatz sowohl vorausschauend als auch in der Reaktion auf Gefahrenereignisse auf „Impact Assessments“ abstimmen wollen.


#### Projektorganisation


Europäische Partnerorganisationen haben sich zum ANYWHERE-Verbund zusammengeschlossen – Forschungsinsti-


tute, Industrieunternehmen und Katastrophenschutzbehörden. Das Projekt wird gemeinsam mit dem Lehrstuhl „Computeranwendung und Integration in Konstruktion und Planung“ (C.I.K) durchgeführt.




Elektrizitätsnetz-Betreiber bewältigen Auswirkungen eines Sturms.  
Electricity transmission grid operator responding to impacts of a storm.

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

 **Philipp Scholle, M.Sc.**  
E-Mail: Philipp.Scholle@hni.upb.de  
Telefon: +49 5251 | 60 62 63

 Gefördert durch: Europäische Kommission

 [www.anywhere-h2020.eu](http://www.anywhere-h2020.eu)

## ANYWHERE: Innovative technologies for enhanced resilience

### Strategic Planning of products and services

Extreme weather events include implications on major societal challenges. Innovative technologies are designed to support fore- and nowcasting as well as assessments of potential impacts on people and infrastructures. As part of the ANYWHERE team, the “Product Creation” workgroup envisages to extend such technologies and support the innovation by applying methods for strategic planning, targeting security markets or related business fields.

#### Motivation

Fore- and nowcasting of extreme weather events is already available in high precision tools. They are continuously advanced by enhanced simulation models and increased performance of measurements and data processing. Intending to apply them in emergency preparedness and response, they need to be complemented by “impact assessments”. Such assessment capabilities are a prerequisite to provide decision support for public protection and disaster relief organisations.


#### Objectives


ANYWHERE will create an integrated system advancing resilience in disaster situations caused by weather events. Both people and organisations – intending business continuity – shall be able to predict impacts and minimise by adequate preparedness and response actions. The “Product Creation” workgroup supports the innovation management approach by extending and creating business models motivated by self-preparedness and self-protection. ANYWHERE technologies shall be made available for external parties facilitating new services and products in this field. Research will be focused on methods and tools supporting innovative enterprises assessing such concrete business potentials. Therefore, scenario-technique is adapted and further improved. Hereby, scenarios for strategic planning are made available in an effective way, reducing the

effort for the enterprises. As part of the research methodologies, four case studies with innovators and security practitioners in Spain, Italy and Scandinavia are scheduled. One example are planning systems for energy providers: Companies intend to enhance their resource planning and deployment in preparedness and response based on “impact assessments”.

#### Project structure

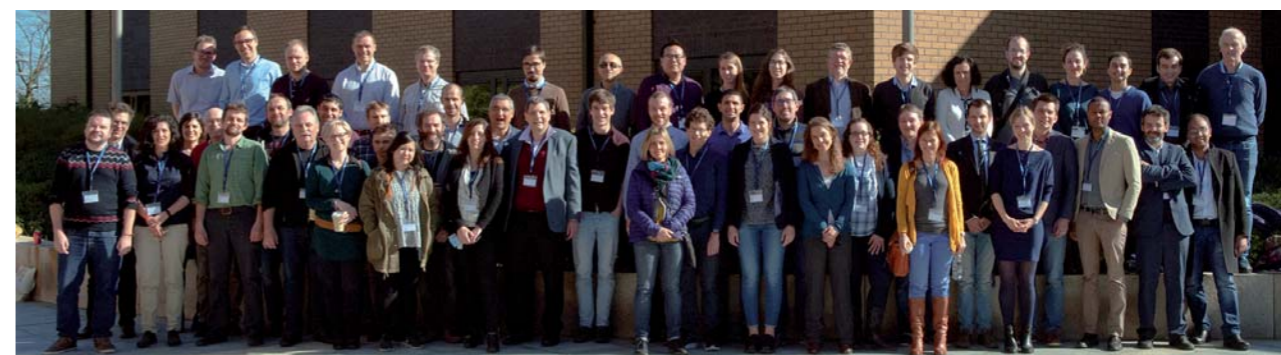
The ANYWHERE consortium is formed by 31 partner institutions – enterprises, research institutes and end user-organisations. The project is performed in close cooperation with the research group “Computer Integration and Application in Design and Planning” (C.I.K.).

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

 **Philipp Scholle, M.Sc.**  
E-mail: Philipp.Scholle@hni.upb.de  
Phone: +49 5251 | 60 62 63

 Supported by: European Commission

 [www.anywhere-h2020.eu](http://www.anywhere-h2020.eu)



Partner des Projektes ANYWHERE beim Projekttreffen in Reading, UK.  
Partners of the ANYWHERE project at the project meeting in Reading, UK.





»» Dezentralisierung ist das Schlüsselement für die Schaffung von flexiblen Strukturen. ««

»» Decentralisation is the key element for creating flexible entities. ««

---

## Alexander Pöhler

M.Sc.  
Produktentstehung

---

Ich bin seit Januar 2015 wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Fachgruppe „Produktentstehung“ und beschäftige mich dort hauptsächlich mit Produktions- und Automatisierungstechnik. Insbesondere forsche ich an dezentralen Produktionssteuerungen. Mich beschäftigt die Frage, welche Auswirkungen Industrie 4.0 auf die Arbeitswelt von morgen haben wird. Konkret entwickle ich Algorithmen und Mechanismen, damit sich Produktionssysteme – also Fertigungsanlagen, Roboter, Materialflusssysteme und weitere technische Komponenten – selbst koordinieren können. Durch die Kommunikation zwischen den Systemen soll die Produktion geplant und ausgeführt werden.

Diese Selbststeuerung der Produktionssysteme wird weitreichende Auswirkungen auf die dort arbeitenden Beschäftigten haben. Über die technische Lösung hinaus betrachte ich deswegen im Rahmen des Fortschrittskollegs „Gestaltung flexibler Arbeitswelten“, inwieweit solche Systeme menschenzentriert gestaltet werden können. Dazu muss ich beispielweise die Auswirkungen auf Beschäftigte abschätzen und Lösungen für eine bessere Arbeitsgestaltung entwickeln. Im großen Kontext bedeutet das, den Wandel hin zu einer menschenzentrierten digitalisierten Arbeitswelt zu begleiten. Die Arbeit im Fortschrittskolleg findet dabei interdisziplinär statt. Ich forsche gemeinsam mit Kollegiatinnen und Kollegiaten aus der Informatik, der Elektrotechnik, der Psychologie, der Soziologie und der Pädagogik. Gerade diese Interdisziplinarität macht einen Reiz des Fortschrittskollegs aus, da man über den eigenen Tellerrand hinaus auch Einblicke in andere Disziplinen gewinnt.

Das Heinz Nixdorf Institut als eine der Vorreiter-Institutionen bezüglich Interdisziplinarität stellt für mich auch deswegen einen besonderen Anreiz dar, da hier Kompetenzen aus Informatik, Maschinenbau und Elektrotechnik vereint werden. Nach meinem Studium war der Weg zum Heinz Nixdorf Institut für mich nicht besonders weit, da ich quasi nebenan aufgewachsen bin und bis heute noch in der Fürstenallee wohne. Mein Ziel ist es, die Forschung an dem Standort Paderborn weiter voranzutreiben. Ich möchte durch die Arbeit im Fortschrittskolleg technische Lösungen für Menschen entwickeln, die es ermöglichen, dass in Zukunft Beschäftigten ihre Arbeit erleichtert wird.

---

## Alexander Pöhler

M.Sc.  
Product Creation

---

Since January 2015, I have been a research associate at the “Product Creation” workgroup. I mainly work on production and automation technology. In particular, I am conducting research on decentralised production control systems. My motivation is driven by the question of how “Industrie 4.0” impacts tomorrow’s working environment. I develop algorithms and mechanisms for production systems – including manufacturing machines, robotics, transport systems, conveying systems and other technical components – to coordinate with one another. Thereby, production can be planned and executed only by communication among the systems.

This self-control of production systems will have a significant impact on the employees working in the production system. As part of the Fortschrittskolleg “Design of flexible working environments”, I extend the examination of such an automated decentralised production control to human-centred design principles. The human-centred approach includes assessing the impact on employees, developing solutions for a better work design, and accompanying the transition to a human-centred, digitised working world. The Fortschrittskolleg is organized interdisciplinarily, with colleagues from computer science, electrical engineering, psychology, sociology and pedagogy. This interdisciplinarity is a main incentive of the Fortschrittskolleg, as one gains insights from other disciplines that lead to a valuable impact on own research topics.

The Heinz Nixdorf Institute, as one of the pioneer institutions for interdisciplinarity, also combines all the involved disciplines of automation technology including computer science, mechanical engineering and electrical engineering. After my studies, my way to the Heinz Nixdorf Institute was quite close, because I grew up next door and I still live in the same street “Fürstenallee”. My aim is to expand the research on production and automation technology in Paderborn, and for me to be able to develop technical solutions for people through my work in the Fortschrittskolleg.




## Technik für Menschen gestalten

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil

Wir untersuchen die Wechselwirkungen zwischen Informatiksystemen und ihrem Einsatzumfeld. Unser Ziel ist es, einen theoretischen Rahmen für die Erfassung von Gestaltungswissen zu entwickeln und dieses mit rechtlichen und gesellschaftlichen Anforderungen an die Systemgestaltung zu verknüpfen. Dazu entwickeln wir innovative Systemkonzepte, um Gestaltungshypothesen zu überprüfen.

E-Mail: [Reinhard.Keil@hni.upb.de](mailto:Reinhard.Keil@hni.upb.de)  
Telefon: +49 5251 | 60 64 11


 [www.hni.upb.de/koi](http://www.hni.upb.de/koi)

## Designing Technology for People

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil

We study the mutual relationships between computer systems and their context of development and use. The goal is to develop a theoretical framework for capturing design knowledge and integrating this knowledge with legal and societal demands for systems design. To accomplish this we develop innovative system concepts that allow us to validate design hypotheses.

E-mail: [Reinhard.Keil@hni.upb.de](mailto:Reinhard.Keil@hni.upb.de)  
Phone: +49 5251 | 60 64 11

 [www.hni.upb.de/en/contextual-informatics](http://www.hni.upb.de/en/contextual-informatics)



## Fachgruppe Kontextuelle Informatik

Die Fachgruppe „Kontextuelle Informatik“ untersucht die Wechselwirkungen zwischen Informationstechnik und ihrem Einsatzumfeld mit dem Ziel, die informatikrelevanten Konsequenzen sichtbar zu machen. Das betrifft sowohl die mit verschiedenen Gestaltungsalternativen verbundenen Folgen und Wirkungen als auch die Anforderungen, die an die Informatik im Allgemeinen und die Systemgestaltung im Besonderen gestellt werden.

Nahezu jedes Informatiksystem beinhaltet vielfältige Annahmen über menschliches Verhalten, die im Rahmen der Modellierung getroffen werden. Das fängt bei der Protokollierung von Nutzungsdaten an und reicht über Fragen der Gebrauchstauglichkeit und der barrierefreien Nutzung bis hin zu anwendungsspezifischen Steuerungs- und Verwaltungsabläufen, die in das Handeln von Menschen eingreifen. Mit dem Einsatz dieser Systeme ändert sich das Verhalten, das die Grundlage für die Modellierung war – es kommt zu Wechselwirkungen, neue Anforderungen kommen auf und führen zu Revisionen der Software.

Unser Ziel ist es, theoretische Grundlagen für eine hypothesengeleitete Technikgestaltung zu entwickeln, die es uns gestatten, Gestaltungswissen aufzubauen, das zwar anwendungsbezogen, aber nicht anwendungsspezifisch ist. Neben der Analyse gesellschaftlicher und rechtlicher Rahmenbedingungen entwickeln wir dazu innovative Konzepte und Systeme, um im Rahmen ihres Einsatzes Gestaltungshypothesen zu validieren. Hauptanwendungsgebiete sind dabei verschiedene Formen der Wissensarbeit, die von Lehr- und Lernprozessen (E-Learning) über kooperative Produktentwicklungsprozesse und Forschungsumgebungen bis hin zu neuen Formen der Diskursunterstützung reichen. Je nach Anwendungsbereich gehen wir dabei unterschiedlich vor. Entscheidend ist jedoch immer, dass konstruktive, empirische und prospektive Ansätze über theoretische Konzepte miteinander verknüpft werden.

Im Vordergrund der Systemgestaltung steht die Frage, wie technische Funktionen zur angemessenen Unterstützung menschlichen Handelns beschaffen sein sollten. Dabei geht es sowohl um neue Techniken der individuellen Nutzung (inter-aktiv) als auch der verteilten kooperativen Nutzung (ko-aktiv). Auf der Basis grundlegender Erkenntnisse aus den Bereichen Software-Ergonomie und computergestützte kooperative Arbeit (CSCW) bzw. computergestütztes kooperatives Lernen (CSCL) entwickeln wir neue technische Lösungen und erproben sie unter Alltagsbedingungen.

Mit dem Konzept der virtuellen Wissensräume haben wir bereits Mitte der 1990er Jahre das grundlegende Paradigma antizipiert, das später unter dem Namen „Nutzergenerierte Inhalte“ (Web 2.0 (2003) oder Social Software (2002)) bekannt geworden ist. Die dazu von uns entwickelten Systeme sind in vielen Bereichen seit Jahren erfolgreich im Einsatz, u. a. als regionales Bildungsnetz (bid-owl) oder als E-Learning-Plattform der Universität Paderborn (koaLA).

Der virtuelle Wissensraum stellt ein Kernkonzept dar, das im Laufe der Jahre um Mechanismen zur visuellen Wissensstrukturierung, zum responsiven Positionieren und zur Diskursstrukturierung erweitert worden ist. Sie eröffneten uns neue Möglichkeiten für die Entwicklung integrierter Forschungsumgebungen z. B. im Maschinenbau (LTM-SOLA: virtuelles Labor im Bereich der Werkstoffmechanik), im industriellen Umfeld (koPEP: kooperative Produkt-Entwicklungs-Planung), in der Kulturgeschichte (Studiolo: ko-aktive Arbeitsumgebung für einen erweiterten Forschungsdiskurs in der Kunst- und Architekturgeschichte) sowie in den letzten Jahren verstärkt im Bereich der Digital Humanities mit dem Projekt WeSa (Wesersandstein als globales Kulturgut) sowie der Beteiligung am Aufbau des Zentrum für Musik Edition Medien (ZenMEM).

Sowohl die konstruktiven als auch die analytischen Arbeiten werden theoretisch über eine eigens entwickelte Mediensicht des Computers miteinander verbunden. Im Vordergrund stehen nicht die Erzeugung und Übertragung von Nachrichten, sondern der Computer als vielfältiges mediales Ausdrucksmittel, das neue Einsichten (Differenzerfahrung) und neue Formen der verteilten Kooperation (Ko-Aktivität) ermöglicht. Mit dieser Sicht erhalten wir eine theoretische Fundierung, die einerseits zu anderen Forschungsdiskursen anschlussfähig ist, andererseits aber auch die Einbeziehung grundlegender Anforderungen zum Daten-, Urheber- und Gesundheitsschutz ermöglicht.

## Workgroup Contextual Informatics

The “Contextual Informatics” workgroup studies the mutual relationships between IT systems and their usage contexts with the aim of identifying the consequences relevant for computer science. This comprises the analysis of the impact of different design alternatives as well as the collection of demands for computer science in general, and in particular the requirements for systems design.

Almost all computer systems embody a variety of assumptions about human behaviour which become manifest in the modelling process. This starts with recording access data, continues with usability and accessibility issues all the way up to application specific control and administration processes that interfere with human activities. With the deployment of those systems, users start changing their behaviour which formed the basis for the modelling process – mutual relationships occur, new requirements emerge and lead to the revision of the software.

Our goal is to develop theoretical foundations for the hypotheses-guided design of systems, to allow us to assemble design knowledge which is application-related but not application-specific. Besides analysing societal and legal frameworks relevant for systems design, we also develop innovative concepts and tools to validate our design hypotheses in the application context. Main areas of research are different forms of knowledge work which range from teaching and learning processes (e-learning) to cooperative product development processes and collaborative research environments and finally new forms of supporting discourses. Depending on the application domain, we take a different approach. However, it is always crucial to combine constructive, empirical and prospective approaches by means of employing appropriate theoretical concepts.

Our main focus for systems development is to identify which functions of a system may provide appropriate support to the human activities in which particular way. Here, we consider new techniques for individual usage (inter-activity) as well as distributed collaborative settings (co-activity). We develop new technical solutions based on insights and theoretical foundations from software ergonomics and the research areas computer-supported cooperative work (CSCW) and computer-supported cooperative learning (CSCL) and evaluate the viability of their day-to-day use.

Already in the mid-1990s we invented the concept of virtual knowledge spaces and thus anticipated the general paradigm that became later known as “User Generated Content” (Web 2.0 (2003) or Social Software (2002)). The systems we developed based on this concept were successfully deployed in various application settings, such as the core of a regional educational network (bid-owl) or as e-learning platform of the Paderborn University (koaLA).

The concept of virtual knowledge spaces is a key concept in our work. Over the years, it was enriched and extended by mechanisms for visual knowledge structuring, responsive positioning and for discourse structuring. These extensions provided a good basis for the development of integrated research frameworks in various domains such as mechanical engineering (LTM-SOLA: thermal shock test laboratory), in an industrial setting (koPEP: co-operative product development planning), or in the context of digital humanities with projects in history (Studiolo: research environment for extended discourse, and WeSa: Weser Sandstone as a Global Cultural Artifact) and in musicology (ZenMEM: center for music edition media).

Both types of our research work, the constructive as well as the analytical part, are linked together via a specific media perspective that we have developed. It emphasises the computer as an expressive means for the human mind to create new insights (difference experience) and new forms of media-based social interaction (co-activity) rather than viewing it as a machine for generating and transmitting messages. In doing so, we are developing a theoretical framework which allows us to refer to related frameworks of other disciplines and to embed societal and legal requirements such as privacy, copyright or health issues.



## Verlängerung für das Zentrum Musik-Edition-Medien (ZenMEM)

Förderung für zwei weitere Jahre – auch erste Verstetigungen durch Entfristung von Personalstellen

Bereits seit September 2014 besteht das Kooperationsprojekt ZenMEM zwischen der Universität Paderborn, der Hochschule für Musik Detmold und der Hochschule Ostwestfalen-Lippe als eines von wenigen deutschlandweit gegründeten Zentren im Bereich der Digital Humanities (DH). Nun bewilligte das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) den Folgeantrag über zwei weitere Jahre.

Durch den positiven Bescheid des BMBF werden auch die bisherigen interdisziplinären Arbeiten von Forschern aus den Medienwissenschaften (Medienpädagogik, Medienökonomie und Medienproduktion), der Musikwissenschaft und verschiedenen Bereichen der Informatik (Kontextuelle Informatik, Mensch – Computer – Interaktion, Musik und Film-informatik und Softwaretechnik) gewürdigt. Mit der Gründung des Zentrums im September 2014 haben die zehn beteiligten Wissenschaftler/innen und ihre Mitarbeiter/innen aus drei ostwestfälischen Hochschulen mit dem gezielten Ausbau eines sich seit einiger Zeit abzeichnenden Schwerpunkts im Bereich „Musik – Edition – Medien“ begonnen und dabei in besonderer Weise den Umgang mit nicht textuellen Medien in den Mittelpunkt ihrer Aktivitäten gestellt. Ziel des Zentrums sind die Konzeption, Modellierung und softwaretechnische Unterstützung digitaler Musik-/Medien-Editionen sowie die Vermittlung entsprechender Kompetenzen und Methoden. Die während der ersten Projektphase kontinuierlich gestiegene Nachfrage nach den Angeboten des Zentrums machte die Notwendigkeit deutlich, das ZenMEM zu einem dauerhaften nationalen Forschungsverbund mit Infrastrukturangeboten für den Bereich „Musik – Edition – Medien“ auszubauen, um Aktivitäten, Wissen und Technologien aus den Bereichen Forschung und Entwicklung, Werkzeuge, Dienstleistungen sowie Lehre und Vermittlung zusammenzuführen. So wurden bereits jetzt erste Personalstellen durch Entfristung verstetigt, viele neue Partner gewonnen und eine Akademieprofessur im Bereich DH erworben. Ebenfalls wurde der Bereich DH in die Profilschwerpunkte der Universität Paderborn aufgenommen. Die Weiterförderung des Zentrums für 24 Monate (ab September 2017) soll es nun ermöglichen, den Prozess hin zur langfristigen Sicherung dieser gegenstandsbezogenen und in der Forschungslandschaft einmaligen Infrastruktur gezielt umzusetzen.

Ein wichtiger Schwerpunkt in der Kooperation zwischen der Musikwissenschaft und der Fachgruppe „Kontextuelle Informatik“ des Heinz Nixdorf Instituts bestand bisher in der Erarbeitung neuartiger Konzepte zur Unterstützung einer verteilten Editionsarbeit. Besondere Herausforderungen waren dabei

die Modellierung verschiedenartiger Annotationsprozesse unter Einbeziehung nicht textueller Objekte und die Strukturierung des erarbeiteten Wissens mithilfe ko-aktiv nutzbarer Forschungs- und Arbeitsumgebungen. Zukünftiges Forschungsfeld der Fachgruppe innerhalb der zweiten Projektphase sind z. B. die Untersuchung einer ko-aktiven (Nach-)Nutzung digitaler Musikeditionen im Spannungsfeld zwischen Abgeschlossenheit und Offenheit sowie die damit einhergehenden technischen Implikationen, wie bspw. Berechtigung, Revisions-sicherheit, Referenzierung und Versionierung. Es wurde in der ersten Projektphase deutlich, dass sich ein Modell digitaler Musik- und Medieneditionen zu diesen Fragen positionieren muss und auch weitere Aspekte der Wertschöpfung oder des Verhältnisses von Editoren, Verlagen, Forschungs- und Gedächtnisinstitutionen zueinander zulassen muss. Hier gilt es nun den Paradigmenwechsel von einzelnen digitalen Editionen hin zu einer zukünftigen Editionsinfrastruktur zu erforschen.



**Dipl.-Inform. Andreas Oberhoff**  
E-Mail: [Oberhoff@hni.upb.de](mailto:Oberhoff@hni.upb.de)  
Telefon: +49 5251 | 60 65 14



Gefördert durch: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Förderkennzeichen: 01UG1714A–B  
Projektpartner: Universität Paderborn: Musikwissenschaftliches Seminar Detmold/Paderborn, Mensch-Computer-Interaktion und Softwaretechnologie, Kontextuelle Informatik, Software Quality Lab, Medienpädagogik und empirische Medienforschung, Medienökonomie und Medienmanagement, Zentrum für Informations- und Medientechnologien; Hochschule für Musik Detmold: Zentrum für Musik- und Film-informatik; Hochschule Ostwestfalen-Lippe: Zentrum für Musik- und Film-informatik



[www.zenmem.de](http://www.zenmem.de)

## Extension for the Music-Edition-Media centre (ZenMEM)

BMBF approves funding for a further two years – and the first permanent employee contracts were signed

The cooperation project ZenMEM between the Paderborn University, the Hochschule für Musik Detmold and the Hochschule Ostwestfalen-Lippe has been in existence since September 2014 and is one of a few centres in the field of Digital Humanities (DH) founded in all of Germany. The Federal Ministry of Education and Research (BMBF) has now approved the follow-up application for a further two years.

The BMBF's positive decision also honours the interdisciplinary work carried out by researchers from the fields of Media Studies (Media Pedagogy, Media Economics and Media Production), Musicology and various fields of Computer Science (Contextual Informatics, Human Computer Interaction, Music & Film Computer Science and Software Engineering). With the founding of the centre in September 2014, the ten participating scientists and their staff from three universities in East-Westphalia have started the targeted expansion of an emerging focal point in the field of “Music – Edition – Media” and have placed the handling of non-textual media at the center of their activities. The aim of the centre is the conception, modelling and software-technical support of digital music/media editions as well as the teaching of corresponding competences and methods. The continuous increase in demand for the centre's services during the first phase of the project underlined the need to develop ZenMEM into a permanent national research network with infrastructure offerings for the “Music – Edition – Media” area in order to bring together activities, knowledge and technologies from the fields of research, development, tools, services as well as teaching and mediation. Thus, for example, the first staff positions have already been stabilised by setting permanent contracts, many new partners have been acquired and an academy professorship in the field of DH has been acquired. The DH section has also been included in the profile of the Paderborn University. The further funding of the centre for 24 months (from September 2017) should now enable the process of implementing and securing this unique research.

An important focus in the cooperation between musicology and the “Contextual Informatics” workgroup of the Heinz Nixdorf Institute was the development of new concepts supporting distributed edition works. Special challenges were the modelling of different annotation processes including non-textual objects and the structuring of the acquired knowledge using co-actively usable research and working environments. A future field of research of the workgroup within the second project phase is, for example, the investigation of a co-active (re-)use of digital music editions in the area of the tension between



Akribische Vergleichsarbeit: Musikwissenschaftler Joachim Veit analysiert die Entstehungsgeschichte von Beethovens 6. Sinfonie  
In-depth comparative work: Musicologist Joachim Veit analyzes the genesis of Beethoven's 6th symphony

seclusion and openness of editions as well as the associated technical implications such as, for example, authorisation, revision safety, referencing and versioning. In the first phase of the project, it became clear that research on digital music and media editions must also position itself on these issues and must also permit other aspects of the creation of value or the relationship between editors, publishers, research and memory institutions. Here, the paradigm shift from individual digital editions to a future infrastructure of editions must be explored.



**Dipl.-Inform. Andreas Oberhoff**  
E-mail: [Oberhoff@hni.upb.de](mailto:Oberhoff@hni.upb.de)  
Phone: +49 5251 | 60 65 14



Supported by: Federal Ministry for Education and Research (BMBF), Funding code: 01UG1714A–B

Project partners: Paderborn University: Musicology Seminar Detmold/Paderborn, Human Computer Interaction, Contextual Informatics, Software Quality Lab, Media Education and Empirical Media Research, Media Economics and Media Management, Centre of Information and Media Technology; Hochschule für Musik Detmold: Centre of Music & Film Computer Science; Ostwestfalen-Lippe University of Applied Sciences: Centre of Music & Film Computer Science



## Wesersandstein als globales Kulturgut (WeSa)

### Projektabschluss WeSa

Zum Jahresende 2016 wurde das Projekt „Wesersandstein als globales Kulturgut (WeSa)“ erfolgreich abgeschlossen. Mit diesem Projekt betrat die Interdisziplinäre Forschergruppe aus dem Bereich der Kunst- und Wirtschaftsgeschichte der Universität Paderborn, dem Fachgebiet "Digitales Gestalten" der Technischen Universität Darmstadt sowie der Fachgruppe „Kontextuelle Informatik“ am Heinz Nixdorf Institut Neuland.

Gegenstand war die Erforschung der Präfabrikation von Bauten, weltweitem Transport, Export und Kulturtransfer lange vor der Industrialisierung. Die besondere Herausforderung bestand in der integrativen Erhebung und Auswertung höchst unterschiedlicher sozialgeschichtlicher, archivalischer, wirtschaftlicher und architektonischer Befunde.

Die Fachgruppe „Kontextuelle Informatik“ trug die Entwicklung einer projektspezifischen historischen Datenbank als vielfältiges Forschungsunterstützungswerkzeug bei. Aufgrund der mitunter lückenhaften oder teilweise sogar widersprüchlichen Quellenlage hinsichtlich Formaten, Größeneinheiten oder Datumsangaben konnten zum Projektbeginn weder ein genaues Datenmodell noch die Anforderungen an entsprechende Auswertungswerkzeuge hinreichend präzise beschrieben werden. Daraus erwuchs die Notwendigkeit einer „agilen Datenmodellierung“ mit der Möglichkeit, im späteren Verlauf des Projekts auf veränderte Anforderungen und neue Einsichten flexibel reagieren zu können. Dieser methodische Ansatz eröffnete zugleich neue Perspektiven für anschließende Forschungsarbeiten im Bereich der kontextuellen Informatik.

Die im Projekt aufgebaute Datenbank speichert wissenschaftliche Erkenntnisse zu Bauteilen, Bauwerken sowie der wirtschaftlichen Infrastruktur des Sandsteinhandels im 16. bis 19. Jahrhundert und repräsentiert damit den Wissenstransfer zwischen den beteiligten Akteuren und Regionen. Bei Projektende befanden sich darin mehr als 12.000 Eintragungen, darunter Daten über Sandsteinblöcke, Schiffsladungen, Literaturquellen, Bau-Dokumente und historische Handelsrouten.

Basis für die Umsetzung ist die etablierte Open Source-Web-Applikation Omeka (omeka.org). Omekas zum Teil konzeptionell eher generische Kern-Funktionalität wurde durch eine Vielzahl von Plug-In-Eigenentwicklungen deutlich erweitert. Deren Funktionsumfang wurde projektbegleitend im interdisziplinären Dialog schrittweise ermittelt und implementiert. Eine wichtige Anforderung war hierbei eine möglichst breit gefächerte Eingabeunterstützung, etwa im Dienste der

Einhaltung von definierten Eingabeformaten, anschließend unterfüttert mit algorithmischer Semantik zum Zwecke der Forschungsunterstützung.

Höher entwickelte Forschungsunterstützungsfunktionen dienten verstärkt der Erweiterung des Handlungs- und Wahrnehmungsraums im Forschungsprozess. Im Sinne eines hermeneutischen Ansatzes unterstützten sie den Close-Reading-Prozess, indem durch spezifische Betrachtungen des Datenbestandes die Gewinnung neuer Einsichten unterstützt werden soll.

Weil Original-Quellen sowie Forschungsergebnisse in derselben Datenbasis zusammenlaufen, bietet es sich an, Möglichkeiten zur Nachnutzung des Datenbestandes über das Projektende hinaus anzubieten. Zusätzlich zum gedruckten Tagungsband der Abschlusstagung (in Vorbereitung) wird deshalb die Datenbank als Web-Applikation bis auf Weiteres von der Fachgruppe „Kontextuelle Informatik“ online bereitgestellt und steht in eingeschränkter Form jedem Interessierten zur Verfügung. Uneingeschränkter Zugriff können auf Anfrage Wissenschaftler erhalten, die in diesem Gebiet forschen.



**Dipl.-Inform. Gero Zahn**  
E-Mail: Gero.Zahn@hni.upb.de  
Telefon: +49 5251 | 60 65 19



Gefördert durch: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Projektpartner: Universität Paderborn: Lehrstuhl für Materielles und Immaterielles Kulturerbe (Prof. Dr. Eva-Maria Seng), Lehrstuhl für Geschichte der Frühen Neuzeit (Prof. Dr. Frank Göttmann); Technische Universität Darmstadt: Fachgruppe Informations- und Kommunikationstechnologie in der Architektur (Prof. Dipl.-Ing. Johann Eisele)



[www.upb.de/wesa](http://www.upb.de/wesa)

## Weser Sandstone in the Scientific Focus (WeSa)

### WeSa Project Completion

By the end of the year 2016, the project “Weser Sandstone as a Global Cultural Artefact (WeSa)” was successfully completed. With this project, an interdisciplinary research group consisting of scientists from the areas of Art and Economic History at the Paderborn University, the “Digital Design” division at the Technical University of Darmstadt and the “Contextual Informatics” workgroup of the Heinz Nixdorf Institute broke new scientific ground.

The object of research was the pre-fabrication of buildings, international transport, export and cultural transfer long before industrialisation. A particular challenge was an integrative survey and evaluation of considerably variable socio-historical, archival, economic and architectural findings.



Historische Darstellung des Steinladeplatzes bei Rinteln Eulenburg (Museum Rinteln)  
Historical depiction of the sandstone loading area at Rinteln Eulenburg (Museum Rinteln)

The “Contextual Informatics” workgroup contributed the development of a project-specific historical database as a versatile research support instrument. Due to sometimes fragmentary or in part even contradictory sources concerning formats, measurement units, or date specifications, it was impossible to precisely specify a sufficiently comprehensive data model, or to define specific requirements for the respective evaluation tools right from the start of the project. From this dilemma arose the necessity for an “agile data modeling” approach, providing the ability to react flexibly to changing requirements and new insights during the project. This methodological procedure also opened up new perspectives for subsequent research work in the area of contextual informatics.

The database that was constructed in the course of the project stores scientific findings on components, buildings, and as well the economic sandstone trading infrastructure during the 16th to 19th centuries and, therefore, representing the knowledge transfer between the involved participants and regions. At the end of the project, more than 12,000 entries

had been created, among them data about sandstone blocks, shipments, literature sources, building documents, and historical trade routes.

The renowned open source web application Omeka (omeka.org) serves as a foundation for the implementation. The main requirement was a diversified input assistance, such as supporting specific input formats, subsequently backed by algorithmic semantics to support the ongoing research. Higher advanced research supporting tools increasingly served the extension of the action and perception space for the research process. In the sense of a hermeneutic approach, they supported the process of Close Reading, in which specific views of the data pool are supposed to assist the gain of new insights.

Due to the convergence of both original sources and research results within the same database, it is appropriate to offer possibilities for the subsequent use of the data pool beyond the end of the project. In addition to the printed conference transcript (in preparation), the database is being made available online as a web application by the “Contextual Informatics” workgroup for the time being. Access is free, albeit in limited form, to everyone who is interested in the subject. On request, unrestricted access to the entire data pool can be made available to scientists within this field of research.



**Dipl.-Inform. Gero Zahn**  
E-mail: Gero.Zahn@hni.upb.de  
Phone: +49 5251 | 60 65 19



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

Project partners: Paderborn University: Chair for Material and Immaterial Cultural Inheritance (Prof. Dr. Eva-Maria Seng), Chair for History of the Early Modern Age (Prof. Dr. Frank Göttmann); Darmstadt University of Technology: Workgroup of Information and Communication Technology in Architecture (Prof. Dipl.-Ing. Johann Eisele)



[www.upb.de/en/research-projects/home](http://www.upb.de/en/research-projects/home)



## InnoVersity – Digitalisierung von Studium und Lehre

### Ein strategischer Ansatz zur Unterstützung von Wissensarbeit

Im Rahmen des Projekts InnoVersity soll die Digitalisierung durch die Unterstützung der Hochschulprozesse beim Lehren und Lernen sowie in Forschung und Verwaltung durch den durchgängigen Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien unterstützt werden. Ein wesentliches Ziel besteht darin, ein Innovationsmanagement für Studium und Lehre zu konzipieren und prototypisch durchzuführen, um dieses langfristig zu etablieren.

Die Unterstützung von Studium und Lehre besteht zum einen darin, dass die Universität den Lehrenden und Lernenden geeignete Möglichkeiten bereitstellt, um digitale Medien in ihren Lehrveranstaltungen sowie zur individuellen und kooperativen Wissensarbeit einsetzen zu können. Zum anderen ist auch eine Unterstützung der Prozesse der Organisation und Verwaltung der Lehre erforderlich, wie beispielsweise zur Organisation von Prüfungen und Verwaltung der erbrachten Studienleistungen. Vor allem in diesem Bereich der Organisation und Verwaltung, aber auch in der grundlegenden Unterstützung des alltäglichen Lehrens und Lernens werden überwiegend alltagstaugliche standardisierte Verfahren genutzt.

Gleichzeitig werden innerhalb der Universität fortlaufend für die Unterstützung des Lehrens und Lernens innovative Konzepte entwickelt. Diese werden häufig zunächst von einzelnen Dozenten konzipiert, erprobt und erforscht, immer wieder Dozenten aber auch Studierende Erfolg versprechende Ideen und Konzepte um. Um hier Anreize für entsprechende Entwicklungen zu geben, vergibt das Präsidium jährlich einen mit insgesamt 150.000 Euro dotierten Förderpreis für Innovation und Qualität in der Lehre, mit dem regelmäßig E-Learning-Ideen und -Projekte unterstützt werden.

Das Projekt InnoVersity unterstützt die Digitalisierung von Lehre und Studium durch verschiedene Angebote wie:

- Entwicklungsmaßnahmen und Förderangebote wie Workshops zur Realisierung von Ideen von Studierenden und Lehrenden oder zu Datenschutz und technischen Richtlinien
- Entwicklung eines Beratungs- und Informationsangebotes und Sammlung von Best Practices
- Vernetzung der Akteure, die innovative Konzepte für die Digitalisierung von Lehre und Studium entwickeln
- ggf. finanzielle Förderung einzelner Projekte für Verbreitungsmaßnahmen


Im Fokus steht dabei der Student-Life-Cycle. Die Studierenden sollen dabei nicht nur passive Zielgruppe sein, sondern aktive Gestalter werden und ihre Kompetenzen als Anwender weiter-

entwickeln und Lehrende sollen die Möglichkeit erhalten, ihre Projekte zu verstetigen, sodass die Ergebnisse und Produkte nachhaltig genutzt werden können.



Das Projekt InnoVersity zielt auf eine Verstetigung der Digitalisierung des Lehrens und Lernens.  
The InnoVersity project aims at consolidating the digitalisation of teaching and learning.

Die Fachgruppe „Kontextuelle Informatik“ erforscht seit ca. 25 Jahren die Entwicklung und den Einsatz digitaler Medien für das Lehren und Lernen. Auf der Grundlage theoretischer Arbeiten zu den Potenzialen digitaler Medien wurden nicht nur zahlreiche prototypische Anwendungen entwickelt sondern auch alltagstaugliche Systeme, die seit vielen Jahren an der Universität, in Schulen und Unternehmen im Einsatz sind und mittlerweile von einem Spin-Off-Unternehmen weiterentwickelt werden. Die Fachgruppe bringt diese umfassenden Erfahrungen in das Projekt InnoVersity ein.

 **Dr. Harald Selke**  
E-Mail: Harald.Selke@hni.upb.de  
Telefon: +49 5251 | 60 64 13

 Gefördert durch: Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft

 [imt.upb.de/projekte/innoversity](http://imt.upb.de/projekte/innoversity)

## InnoVersity – Digitalisation of Teaching and Learning

### A Strategic Approach for Supporting Knowledge Work

The InnoVersity project aims at digitalisation by supporting processes in university in the areas of teaching and learning as well as research and administration using information and communication technology throughout these processes. One major goal is to conceptually design an innovation management for university teaching and learning and then put it into practice prototypically in order to sustainably establish it.

To support teaching and learning, the university, on the one hand, has to provide lecturers as well as students the means to allow them to use digital media within their courses as well as in their individual and cooperative knowledge work. On the other hand, the processes of organisation and administration of teaching and learning also need to be facilitated, e.g. in order to manage dates and gradings of examinations or the course achievements or credits. It is particularly in these areas of management, but also for the essential and fundamental support of everyday teaching and learning that viable standardised methods and tools are established and can be used where required.

At the same time, innovative concepts for supporting teaching and learning are being developed within the university. Often individual lecturers conceptually design methods and tools, put them to the test and conduct research on them. However, students also realise promising ideas and concepts. As an incentive for such developments, the university's executive board awards an annual award for innovation and quality in teaching and learning, endowed with 150,000 euros to support novel ideas and projects in e-learning.


The InnoVersity project supports the digitalisation of teaching and learning by a number of provisions:

- development measures and support offers like workshops to implement the ideas of students and lecturers as well as to learn about topics like privacy or technical guidelines
- development of provisions of consulting and information as well as a collection of best practice cases
- networking of actors who develop innovative concepts for digitalising teaching and learning
- financial support of selected projects to allow consolidation and wider use

The student life cycle here is in the focus. Students are not viewed just as a passive target group, but rather as active creators who can develop their competences as developers and users of digital media. Lecturers, on the other hand, are

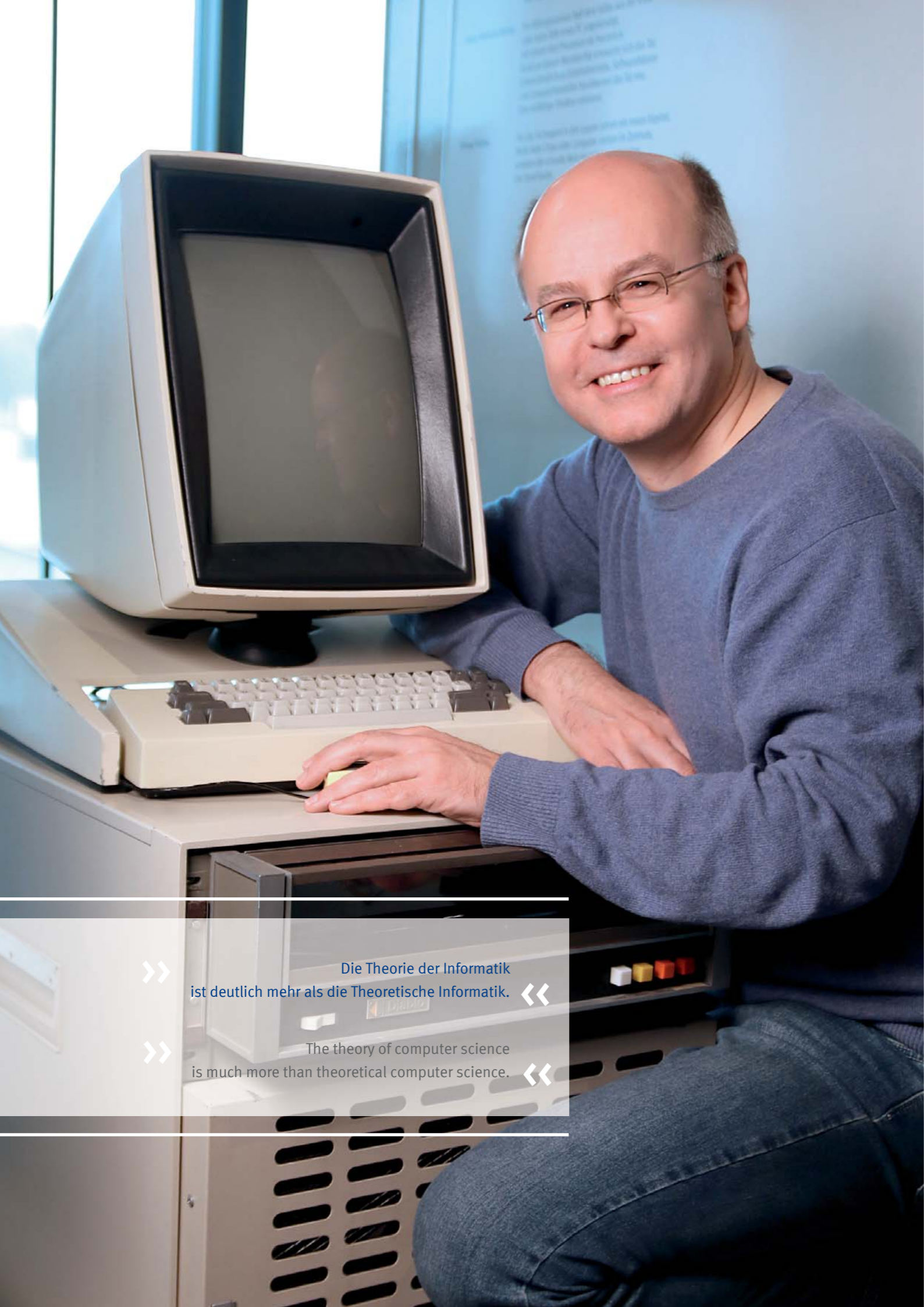
provided the opportunity to consolidate their projects to allow the results of their work as well as the developed products to be used sustainably.

The “Contextual Informatics” workgroup is actively researching the development and use of digital media for teaching and learning. Based on theoretical foundations to understand and explain the potentials of digital media, we developed not only numerous prototypical applications but also systems viable for everyday use that have been established for several years in the university, in schools and enterprises. Several of these systems are now being developed further by a spin-off company. The workgroup contributes to the InnoVersity project with these comprehensive experiences.

 **Dr. Harald Selke**  
E-mail: Harald.Selke@hni.upb.de  
Phone: +49 5251 | 60 64 13

 Supported by: Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft





---

## Harald Selke

Dr. rer. nat.  
Kontextuelle Informatik

---

Die Fachgruppe „Kontextuelle Informatik“ ist seit nunmehr 25 Jahren meine Forschungs- und Lehrumgebung. Mit dem Entstehen der Fachgruppe im Jahr 1992 wurde ich einer der ersten wissenschaftlichen Mitarbeiter, nachdem ich kurz zuvor mein Mathematikstudium mit einer Diplomarbeit im Bereich der Graphentheorie, abgeschlossen hatte. Aus meinem Studium brachte ich ein recht weites Spektrum von Interessen mit, zumal ich mich nicht nur mit Themen innerhalb der Mathematik und Informatik beschäftigt, sondern auch Erziehungswissenschaften studiert hatte, um als Lehrer arbeiten zu können. Da ich nicht nur innerhalb meiner Fächer denken, sondern auch über sie nachdenken wollte, belegte ich zudem Veranstaltungen u. a. in der Philosophie und der Psychologie.

So war mein Wechsel von der Mathematik zur Kontextuellen Informatik weniger verwunderlich, als er auf den ersten Blick erscheinen mag. Zu Beginn lag der Schwerpunkt meiner Tätigkeit darauf, die Entwicklung eines theoretischen Rahmens für das Fachgebiet „Informatik und Gesellschaft“ – wie die Fachgruppe damals hieß – zu unterstützen. Zur Untersuchung der Theorie interaktiver Systeme betrachteten wir neben den frühen Arbeiten von beispielsweise Vannevar Bush, Douglas Engelbart und Alan Kay auch die aktuellsten technischen Entwicklungen wie das World Wide Web. Vor diesem Hintergrund wurde schnell deutlich, dass die damalige Web-Technologie die Potenziale digitaler Medien nicht ausschöpfen konnte. Um unsere Konzepte auch in der Praxis zu erproben, entschieden wir uns daher für das Anwendungsfeld der Unterstützung von Lehr- und Lernprozessen durch digitale Medien, worüber ich auch promovierte.

Es zeigte sich, dass Professor Keils theoretischer Ansatz, Artefakte als externes Gedächtnis zu begreifen, sowie die darauf basierenden Konzepte eine sehr gute Grundlage für die Forschung nicht nur im genannten Gebiet, sondern auch in anderen interdisziplinären Kontexten der Informatik darstellten. Wir haben daher eine lange Tradition in der fachübergreifenden Zusammenarbeit insbesondere mit den Geisteswissenschaften. Aus diesem Grund bemühe ich mich in meiner Lehre, Studierende der Geisteswissenschaften ebenso wie der Informatik für derartige Kooperationen, beispielsweise im Bereich der Digital Humanities, vorzubereiten. Ich bin der Überzeugung, dass die Informatik theoretische Grundlagen benötigt, die über die mathematischen Wurzeln hinausgehen, damit die unterschiedlichen Disziplinen zueinander anschlussfähig werden und so eine Basis für interdisziplinäre Projekte geschaffen werden kann.

---

## Harald Selke

Dr. rer. nat.  
Contextual Informatics

---

The “Contextual Informatics” workgroup has been my research and teaching environment for 25 years now. When the workgroup was established in late 1992, I was one of the first research associates of the workgroup, after having just finished my diploma thesis in the field of graph theory, supervised by Professor Meyer auf der Heide, earning me a diploma degree in mathematics. From my student life, I brought along a rather broad range of interests, having studied not only a wide range of topics within mathematics and computer science, but also engaging in educational science, which would have allowed me to become a school teacher. In order to allow me to not only think within those disciplines, but also reflect on them, I also took a number of classes on philosophy and psychology, for instance.

Given this background, my shift from mathematics to contextual informatics was less strange than it might seem at first glance. During the first two years, the major focus of my work with Professor Keil was to help building a theoretical foundation for the research field of “Computers and Society”, as our workgroup was called then. Exploring the theory of interactive systems, we did not only study the early works of people like Vannevar Bush, Ted Nelson, Douglas Engelbart and Alan Kay. We also explored the most recent technological developments, for example, the World Wide Web. Given this theoretical background, it quickly became clear that the web technology of the time fell short of the potentials of digital media. To prove our concepts, we thus chose the support of teaching and learning with digital media as our field of application in which I also completed by doctoral thesis.

As it turned out, Professor Keil's theoretical approach of viewing artefacts as external memory and the concepts we developed based on it proved to be an excellent foundation for research not only in the aforementioned field but also in other interdisciplinary contexts of computer science. We, therefore, have a long-standing tradition in cooperating particularly with the humanities. Consequently, one of the goals that I pursue in my teaching is to prepare students from the humanities as well as computer science for such a cooperation, for example, the field now called Digital Humanities. I strongly believe that computer science needs theoretical foundations beyond its mathematical roots to allow the development of a common frame of reference with other disciplines which can be the basis for interdisciplinary projects.

» Die Theorie der Informatik ist deutlich mehr als die Theoretische Informatik. «

» The theory of computer science is much more than theoretical computer science. «



## Hohe Rechenleistung = Innovative Computersysteme + Effiziente Algorithmen

Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide  
Prof. Dr.-Ing. Heiko Hamann (seit April 2017 Service-Robotik, Universität zu Lübeck)  
Jun.-Prof. Dr. Alexander Skopalik

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. Hochleistungsrechner, drahtlose, mobile Kommunikationsnetze oder durch Spezialhardware unterstützte Systeme, neue Herausforderungen für den Entwurf effizienter Algorithmen darstellen.

E-Mail: [fmadh@upb.de](mailto:fmadh@upb.de)  
Telefon: +49 5251 | 60 64 80

 [www.hni.upb.de/alg](http://www.hni.upb.de/alg)

  
MITGLIED VON  
DEUTSCHE AKADEMIE DER  
TECHNIKWISSENSCHAFTEN

## High Performance = Innovative Computer Systems + Efficient Algorithms

Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide  
Prof. Dr.-Ing. Heiko Hamann (since April 2017 Service Robotics, Universität zu Lübeck)  
Assistant Prof. Dr. Alexander Skopalik

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](mailto:fmadh@upb.de)  
Phone: +49 5251 | 60 64 80

 [www.hni.upb.de/en/alg](http://www.hni.upb.de/en/alg)

  
MEMBER OF  
GERMAN ACADEMY OF  
SCIENCE AND ENGINEERING





## Fachgruppe Algorithmen und Komplexität

Zukünftige IT-Systeme werden noch in weit stärkerem Maße als heute aus vielen unterschiedlichen Komponenten bestehen. Solche Systeme sind häufig zu groß und zu dynamisch, um zentral verwaltet werden zu können. Daher stehen bei uns algorithmische Probleme im Vordergrund, die sich mit dezentralen Methoden zur Kontrolle und Optimierung derartiger Systeme befassen.

Moderne verteilte IT-Systeme wie z. B. das Internet, Peer-to-Peer-Systeme oder drahtlose Kommunikationssysteme, aber auch Schwärme von Sensoren oder mobilen Robotern stellen neuartige Herausforderungen an die Algorithmenentwicklung. Da wegen der Größe und Dynamik solcher Systeme die einzelnen Komponenten (Peers, Roboter ...) nur sehr eingeschränkte lokale Information über den aktuellen Zustand des Gesamtsystems haben, müssen neue lokale algorithmische Methoden zur Nutzung und Kontrolle solcher Systeme entwickelt werden. Unsere Forschung befasst sich auf vielfältige Weise mit derartigen lokalen Algorithmen.

### Ressourcenmanagement und Scheduling

In modernen heterogenen Datenzentren gewinnt Ressourcenmanagement mehr und mehr an Bedeutung. Rechenzeit, Energie oder Datenrate sind nur einige Beispiele für eingeschränkte Ressourcen. In unserer Fachgruppe entwickeln wir Ansätze, um Scheduling-Algorithmen effizienter zu machen und dabei der steigenden Größe von Rechenzentren gerecht zu werden. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf ressourcenbeschränktem Scheduling und der Platzierung von Ressourcen in Netzwerken.

### Lokale Strategien für selbstorganisierende Roboterschwärme

Bei Roboterschwärmen beliebiger Größe und fehlender Infrastruktur, wie beispielsweise auf fremden Planeten, können Roboter ihre Aktionen lediglich auf Grundlage lokaler Informationen berechnen. Wir entwickeln daher Formationsbildungsstrategien, die keinerlei globale Information benötigen, d. h. Sichtweite nur bis zu einer konstanten Entfernung, nur lokale Kommunikation und keinen Kompass. Derzeit wird von uns das Versammeln von Robotern auf einem a priori unbestimmten Punkt (Gathering) untersucht. Hierbei liegt der Schwerpunkt unserer Forschung auf der Optimalität der Laufzeit und der Kollisionsvermeidung. Wir beweisen formal die Korrektheit und Komplexität unserer Strategien in diskreten sowie kontinuierlichen synchronen Zeitmodellen auf dem Gitter bzw. in der euklidischen Ebene.

### Computergrafik: Echtzeitnavigation in komplexen virtuellen Szenen

Um in einem virtuellen dreidimensionalen Raum navigieren und einen realistischen Eindruck erzeugen zu können, werden u. a. hohe Ansprüche an Datenstrukturen gestellt, mit denen solche Szenen verwaltet und Bilder gerendert werden. Ein Schwerpunkt liegt bei uns auf der Entwicklung von Methoden, die abhängig von der Blickposition und -richtung des Betrachters in Echtzeit Entscheidungen über das für die Blickposition effizienteste der anwendbaren Rendering-Verfahren treffen. Wir erproben unsere Ansätze in Anwendungen zur Produktionsplanung und -steuerung gemeinsam mit Partnern im Heinz Nixdorf Institut.

### Schwarmintelligenz und Evolutionäre Robotik

Technische Systeme werden immer komplexer. Wir entwickeln biologisch inspirierte Ansätze, die aus Prinzip auf einfachen Algorithmen aufgebaut sind, aber dennoch komplexe Aufgaben lösen können, indem viele dieser einfachen Einheiten miteinander kooperieren. Unsere Ansätze werden durch mathematische Modellierung unterstützt und wir testen sie in Anwendungen verteilter Robotersysteme. Im Bereich der Evolutionären Robotik entwickeln wir Methoden zur automatischen Erzeugung von Robotersteuerungen. In einem Projekt, das dieses Jahr gestartet wurde, wenden wir unsere Methoden auf verteilte Robotersysteme an, die mit Pflanzen interagieren.

### Algorithmische Spieltheorie

Bei vielen aktuellen Problemen – beispielsweise bei großen dezentralen Netzwerken – steht nicht mehr die Frage der Lösung durch eine zentrale Autorität im Mittelpunkt, sondern die verteilte Lösung durch eine Vielzahl von Akteuren. Hierbei wählen Akteure ihre Strategien nach ihren eigennützigen Interessen, was zu Lösungen führen kann, die schlechter sind als die einer zentralen Autorität. Wir untersuchen hierbei einerseits, wie stark der Einfluss des strategischen Handelns der Akteure auf die Qualität der Lösungen ist. Andererseits interessiert uns die Berechnung von Vorhersagen, zu welchen Ergebnissen das strategische Verhalten führen kann.

## Workgroup Algorithms and Complexity

Future IT systems will, to a far greater extent than today, consist of many different components. Such systems are often too large and dynamic to be managed centrally. Therefore, we focus on algorithmic problems dealing with decentralised methods for the control and optimisation of such systems.

Modern distributed IT-systems, such as the Internet, peer-to-peer systems, wireless communication systems, as well as swarms of sensors or mobile robots pose new challenges for algorithm design. As their components (peers, robots, etc.) only have a limited local view of a system's current state, new local algorithmic methods for utilising and controlling these systems have to be developed. Our research addresses such problems from various perspectives.

### Resource Management and Scheduling

In modern heterogeneous data centres, resource management gains more and more importance. Computing power, energy or data rate are only some examples for limited resources. In our workgroup, we develop approaches to make scheduling algorithms more efficient and to cope with the increasing size of computing centres. A special focus of our workgroup lies in scheduling with shared resources and the placement of resources in networks.

### Local Strategies for Self-Organising Robot Swarms

In robot swarms of an arbitrary size and unavailable infrastructure, for example on a foreign planet, the robots must calculate their action only based on local information. Hence, we develop formation strategies that do not need any global information, i.e. visibility only up to a constant distance, only local communication and no compass. Currently, we are investigating the robot gathering on an a priori undefined point. Here, the focus of our research is the optimality of the running time and the collision avoidance. We formally prove the correctness and complexity of our strategies in discrete as well as continuous synchronous time models on the grid and the Euclidean plane, respectively.

### Computer Graphics: Real-Time Navigation in Complex Virtual Scenes

In order to enable navigation through a three-dimensional space and to generate a realistic impression, the data structures that maintain such scenes and render images must fulfil very ambitious requirements. We place an emphasis on

the development of methods that, depending on the observer's point of view, make real-time decisions as to which rendering method can be employed most efficiently. We test our approaches in applications for production planning and scheduling with partners at the Heinz Nixdorf Institute.

### Swarm Intelligence and Evolutionary Robotics

Engineered systems are getting more and more complex. We develop bio-inspired approaches that start by principle from simple algorithms but still achieve complex tasks by cooperation of many simple entities. Our approaches are supported by mathematical modelling and we test them in applications of distributed robotics. Within the field called Evolutionary Robotics, we develop methods to automatically generate controllers for robots. In a project started this year, we apply our methods in distributed robot systems that interact with natural plants.

### Algorithmic Game Theory

In many relevant problem areas, for example, in large decentralised networks, the question of resolution through a central authority is no longer the focal point. The solution is instead resolved through a multitude of actors. Here, actors choose their strategies according to their egoistic interests, which may lead to resolutions that are worse than those from a central authority. On the one hand, we investigate how much the actor's strategic actions influence the resolution quality. On the other hand, we are interested in forecasting the resolutions, to which strategic actions may lead.



## Ressourcenmanagement und Scheduling

Effizientes und effektives Ressourcenmanagement spielt eine wichtige und grundlegende Rolle in Szenarien, in denen Rechenzentren oder Server ökonomisch betrieben werden müssen. Unsere Forschung in diesem Bereich betrachtet dabei sowohl das Scheduling von Jobs auf Servern mit dem Ziel, gute Antwortzeiten zu erreichen, als auch effizientes Speichermanagement für verteilte oder parallele Berechnungen.

### Scheduling zur Optimierung von Antwortzeiten

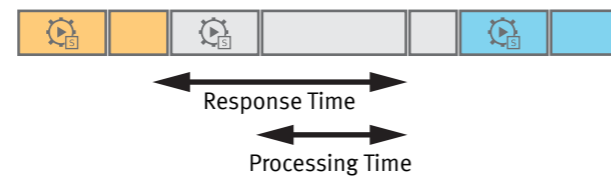
Maschinen (wie z. B. Prozessoren oder Server) in Rechenzentren müssen eine Vielzahl von Berechnungen (Jobs), die von Firmen oder privaten Nutzern an sie gestellt werden, verarbeiten. Um eine gute Auslastung zu ermöglichen, ist es dabei notwendig, gut durchdachte Scheduling-Strategien für die Allokation von Ressourcen zu Jobs zu entwickeln. Klassische Strategien zielen dabei häufig auf eine Optimierung von beispielsweise der Abarbeitungszeit aller vorhandenen Jobs ab. Während dies ein wünschenswertes Ziel aus Sicht des Maschinenbesitzers darstellt, ist aus Nutzersicht eine hohe Servicequalität im Sinne von Antwortzeiten (Zeit zwischen Aufkommen und Abarbeitung eines Jobs) von größerem Interesse.

Wir haben einen Algorithmus entwickelt, der diese Antwortzeit in einem Szenario, in dem Jobs dem Scheduler über die Zeit bekannt werden, optimiert. Insbesondere erfasst unsere Lösung Setup-Zeiten, die zwischen der Ausführung unterschiedlicher Operationen anfallen können, explizit. Derartige Setup-Zeiten entstehen beispielsweise in Szenarien, in denen ein Server Anfragen verschiedener Typen, die unterschiedliche Daten im Hauptspeicher benötigen, bedient. Wir haben die Performanz unseres Algorithmus mithilfe von kompetitiver Analyse untersucht, bei der der Algorithmus mit einer optimalen (offline) Lösung verglichen wird. Da diese Betrachtung häufig zu pessimistisch ist, um die Performanz in der realen Welt widerzuspiegeln, haben wir darüber hinaus eine neuartige Analysetechnik verwendet, um künstliche, pathologische Eingaben von der Analyse auszuschließen und aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten.


### Dynamisches Speichermanagement


Unsere Forschung dreht sich um die Handhabung gemeinsamer Daten bei verteilten oder parallelen Berechnungen. In derartigen Szenarien stellen die verschiedenen Akteure Anfragen an verteilte Datensätze, die wiederum zur Reduzierung der Kosten für zukünftige Anfragen näher zum Anfragenden verschoben werden können. Um schnelle Antwortzeiten bei Speicheranfragen zu garantieren, beschränken wir die Rekonfiguration des


Speichers in unserem Modell. Wir haben einen Algorithmus entwickelt, der dynamisch auf eintreffende Anfragen reagiert und eine beweisbare, beinahe optimale Performanz erreicht. Neben der Anwendung in großen Rechenzentren lässt sich unser Modell auch auf verteilte Anwendungen übertragen, welche auf kleineren Geräten wie Smartphones oder Bordcomputern von selbst fahrenden Autos ausgeführt werden.



Maschinen müssen für verschiedene Operationen neu konfiguriert werden. Der erste graue Job wird verzögert gestartet und hat eine höhere Antwort- als Abarbeitungszeit.  
Machines need to be reconfigured for different operations. The first grey job is started delayed and has a higher response than processing time.

 **Björn Feldkord, M.Sc.**  
E-Mail: Bjoern.Feldkord@hni.upb.de  
Telefon: +49 5251 | 60 64 34

 **Alexander Mäcker, M.Sc.**  
E-Mail: Alexander.Maecker@hni.upb.de  
Telefon: +49 5251 | 60 64 28

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

## Resource Management and Scheduling

Efficient and effective resource management plays an important and fundamental role in scenarios where computing centres or servers need to be operated in an economical way. Our current research in this area deals with the scheduling of jobs on servers so as to achieve a good quality of service in terms of the response times as well as efficient memory management for distributed or parallel computations.

### Scheduling to Optimise Response Times

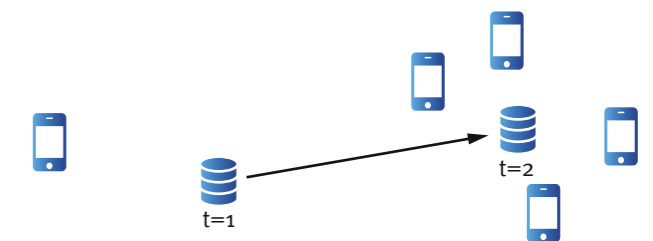
In computing centres, machines (processors, servers ...) are used to process huge amounts of computations (jobs) from companies or private end users. In order to enable good utilisation, sophisticated scheduling strategies for the allocation of resources to jobs need to be developed. Classical strategies often focus on optimising the resulting schedules, for example, with respect to the time when all the jobs to be processed are finished. While this is a reasonable goal from the perspective of machine owners, for a user it is often rather desired that one experiences a high quality of service in terms of a job's response time (the time between when the job is issued and finished).

We have developed an algorithm that aims at minimising this response time in a setting where jobs appear over time and are not known to the scheduler in advance. In particular, our solution explicitly incorporates setup times, which can occur between the execution of different kinds of operations. Such setup times occur, for example, in settings where a server needs to answer requests of different types depending on data that need to be loaded into memory beforehand. We have analysed our algorithm in terms of its (worst-case) performance quality using standard competitive analysis, where the performance of the algorithm is compared to optimal (offline) solutions. Since this competitiveness is often too pessimistic to reflect an algorithm's real-world performance, we also applied a rather new analysis technique to exclude artificial, pathological inputs from the performance analysis and to obtain meaningful results.


### Dynamic Memory Management


We address the problem of managing shared data in the context of distributed or parallel computations. In these settings, the different actors pose requests to shared data items which, as a consequence, can be moved to a closer location in order to reduce the costs for future requests. To guarantee fast response times to memory requests, we incorporate a limitation to the modification of the data placement. We have developed an algorithm that reacts dynamically to incoming requirements and provably achieves almost optimal performance.


Apart from large computing centres our model also applies to scenarios where an application is distributed on many small devices like mobile phones or embedded systems in autonomous cars.



Daten werden zwischen zwei Anfragezeiträumen verschoben, um das höhere Nutzeraufkommen rechts optimal zu bedienen.  
Data is moved between two request phases to optimally serve the higher amount of demand on the right.

 **Björn Feldkord, M.Sc.**  
E-mail: Bjoern.Feldkord@hni.upb.de  
Phone: +49 5251 | 60 64 34

 **Alexander Mäcker, M.Sc.**  
E-mail: Alexander.Maecker@hni.upb.de  
Phone: +49 5251 | 60 64 28

 Supported by: DFG Collaborative Research Centre 901 "On-The-Fly Computing", subprojects A1, C4



## Lokale Strategien für selbstorganisierende Roboterschwärme

Durch Fähigkeitseinschränkungen werden selbst kleine Aufgaben zu großen Herausforderungen.

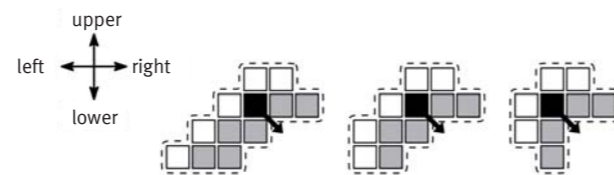
Für einen Roboterschwarm, dessen einzelner Roboter stark eingeschränkte Fähigkeiten besitzt und nur über lokale Informationen seiner Umgebung verfügt, stellen selbst grundlegendste Aufgaben, wie das Versammeln der Roboter an einem nicht vorgegebenen Punkt (Gathering), eine große Herausforderung dar. In unserer Forschung entwickeln wir zeiteffiziente lokale Strategien für derartige Koordinationsprobleme.

### Gathering extrem einfacher Roboter auf einem Gitter

Neben der Beschränkung auf nur lokale Informationen, verbieten wir den Robotern ein Gedächtnis (oblivious) und die Möglichkeit, ihren Nachbarn einen sichtbaren Status via Lampen oder Flaggen zu zeigen (silent). Damit muss ein Roboter seinen Entscheidungen lediglich basierend auf den sichtbaren Roboterpositionen treffen. In unserem lokalen Modell sind dies, unabhängig von der gesamten Schwarmgröße, stets nur konstant viele Informationen. Darüber hinaus kann ein Roboter die Roboterpositionen nur relativ zu seiner eigenen Position und seines eigenen Kompasses messen. Roboteroperationen müssen daher unabhängig aller Drehungen und Spiegelungen funktionieren. Wir haben eine entsprechende Strategie entwickelt und eine obere  $O(n^2)$  Laufzeitschranke gezeigt.

### Das kontinuierliche Gatheringproblem


Im Zentrum unserer Betrachtung steht eine Gruppe von mobilen Robotern auf der euklidischen Ebene. Roboter haben nur begrenzte Sicht und keine zentrale Steuerung. Sie agieren ausschließlich auf Grundlage lokaler Informationen. Unter diesen Voraussetzungen ergeben sich zahlreiche algorithmische Probleme. Bei unserer Arbeit widmen wir uns dem Problem der kontinuierlichen Versammlung (Gathering). Dabei ist das Ziel, herauszufinden, wie schnell sich Roboter innerhalb eines kontinuierlichen Zeitmodells an einem zuvor nicht definierten Punkt sammeln können. In einem solchen Modell beobachtet ein Roboter kontinuierlich seine unmittelbare Nachbarschaft, während er gleichzeitig Geschwindigkeit und Richtung nach lokalen Vorgaben anpasst. Diesbezüglich legten wir eine Klasse von Algorithmen vor, die wir kontrahierende Algorithmen nennen. Algorithmen dieser Klasse veranlassen Roboter, sich in der Zeit  $O(nd)$  zu sammeln, wobei  $n$  die Anzahl der Roboter und  $d$  den Durchmesser der Anfangskonfiguration beschreiben. Ferner haben wir einige kontrahierende Algorithmen vorgestellt und auf ihre Effizienz hin untersucht. Wir setzen obere und untere Schranken hinsichtlich der benötigten Zeit für die Versammlung von allen Robotern in einem zuvor nicht definierten Punkt. Daneben haben wir untersucht, inwiefern die Nutzung von Untergraphen des Sichtbarkeitsgraphens



Ein Roboter (schwarz) berechnet seinen Sprung nur basierend auf den relativen Positionen der belegten (grau) und freien Zellen (weiß) seines Sichtbereichs.  
A robot (black) calculates its hop only based on the relative positions of occupied (grey) and empty (white) cells in its viewing range.

den Sammlungsprozess beeinflusst. Simulationen zeigen einen deutlichen Unterschied des Verhaltens von Robotern, die den Gabriel- oder Relativen Nachbarschaftsgraphen als Sichtbarkeitsgraph nutzen. Während bei Nutzung des gesamten Nachbarschaftsgraphen zahlreiche Zusammenstöße während des Sammlungsprozesses auftreten, existiert bei Verwendung der o.g. Untergraphen typischerweise nur ein einziger Zusammenstoß, nämlich der am Ende des Versammelns. In unserer Arbeit haben wir eine kontrahierende Strategie vorgestellt, welche einen kollisionsfreien Sammlungsprozess gewährleistet. Diese Strategie erfordert, dass Roboter zusätzliche Fähigkeiten wie Speicher und einen globalen Drehsinn besitzen.

 **Dipl.-Inform. Daniel Jung**  
E-Mail: Daniel.Jung@upb.de  
Telefon: +49 5251 | 60 64 33

 **Dipl.-Inform. Pavel Podlipyan**  
E-Mail: Pavel.Podlipyan@upb.de  
Telefon: +49 5251 | 60 64 60

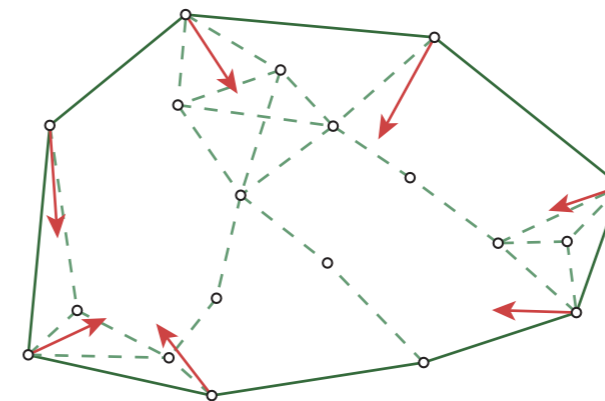
## Local Strategies for Self-Organising Robot Swarms

Limited abilities make even basic tasks challenging

For the swarm of the robots, where each individual robot has limited abilities and only local information, even basic tasks such as gathering of the robots at one not predefined point become a challenge. In our research, we develop time efficient local strategies for the basic coordination problems.

### Gathering of Extremely Simple Robots on a Grid

In addition to the restriction to local information only, we prohibit memory to the robots (oblivious) and the possibility of showing a visible state to neighbors via lights or flags (silent). This means that a robot must calculate its decisions only based on the visible robot positions. In our local model, this is independent of the whole swarm size, only a constant amount of information. Furthermore, a robot can measure the other robot positions relative to its own position and compass, only. Robot operations must, therefore, work independent of all rotations and reflections. We have developed a strategy for this and have shown an upper  $O(n^2)$  running time bound.





Der Rand der konvexen Hülle einer Gruppe sich versammelnder Roboter mit Geschwindigkeitsvektoren  
The boundary of the convex hull around the group of gathering robots and velocities of the robots that belong to it

### The continuous Gathering Problem

We consider a group of mobile robots in the Euclidean plane. Robots have a limited vision range and do not have a central control. Each robot acts by depending solely on local information. Many algorithmic problems arise in such a setting. In our work, we explore the continuous gathering problem. The goal is to know how fast the robots can gather in one not-predefined point in the continuous time model. In this model, each robot continuously observes its local neighbourhood and adapts its

speed and direction following a local rule. We have presented a class of algorithms, which we call the contracting algorithms, that perform gathering in time  $O(nd)$ , where  $n$  is the number of robots and  $d$  is the diameter of the initial configuration. We also present several contracting algorithms and analyse their efficiency. Upper and lower bounds on the time needed to gather all robots in one not-predefined point are given. Besides that, we investigate how the use of proximity subgraphs of visibility graphs influences the gathering processes. Simulations exhibit a severe difference in the behavior of robots using a Gabriel or Relative Neighbourhood graphs as the visibility graph. While a lot of collisions occur during the gathering process, typically only one collision (the final one) takes place if robots use proximity graphs. We have presented a contracting algorithm which ensures that no collision occurs during the gathering process. This algorithm requires the robots to have some additional capabilities, such as memory and chirality.

 **Dipl.-Inform. Daniel Jung**  
E-mail: Daniel.Jung@upb.de  
Phone: +49 5251 | 60 64 33

 **Dipl.-Inform. Pavel Podlipyan**  
E-mail: Pavel.Podlipyan@upb.de  
Phone: +49 5251 | 60 64 60

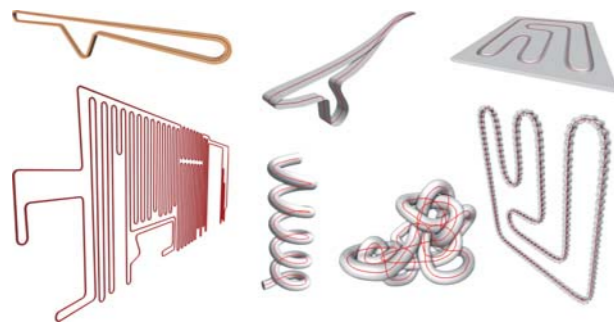


## Algorithmen für Computergrafik

In 3D unterstützten Simulations- und Testumgebungen navigiert man interaktiv in hochkomplexen 3D-Szenen, die teilweise zur Laufzeit erst erzeugt werden. Zur Darstellung solcher 3D-Szenen in Echtzeit entwerfen wir Renderingalgorithmen, die die verarbeitende Datenmenge zur Laufzeit so stark verringern, dass eine Navigation möglich ist.

### Rendering komplexer heterogener Szenen für Virtual Reality

Wir haben eine Technik entwickelt, mit der hochkomplexe 3D-Szenen in Echtzeit gerendert werden können, indem gleichmäßig verteilte Punkte auf der Szenenoberfläche erzeugt werden. Die Technik ist auf eine Vielzahl von Szenentypen anwendbar, wie z. B. Szenen, die direkt auf komplexen CAD-Daten basieren, die aus Milliarden von Polygonen bestehen. Damit lassen sich solche Szenen auch in VR auf einem HMD mit hoher Bildqualität unter Beibehaltung der notwendigen Bildraten flüssig darstellen. Wir platzieren Punkte in einer angenäherten Blue-Noise-Verteilung auf den sichtbaren Oberflächen und speichern sie in einer GPU-nutzbaren Datenstruktur, sodass die Anzahl der gerenderten Punkte progressiv verfeinert werden kann, um die Bildqualität für eine bestimmte Bildrate zu maximieren. Unsere Auswertung zeigt, dass Szenen aus einer Vielzahl von Polygonen auf einer Oculus HMD mit interaktiven Bildraten und guter visueller Qualität auf Standard-Hardware gerendert werden können.





Verschiedene Transportsysteme und Visualisierungen des rekonstruierten Transportweges (rot)  
Various transport systems and visualizations of the reconstructed transport path (red)

### Automatische Ableitung geometrischer Eigenschaften von Bauteilen aus 3D-Polygonmodellen

Um bei der CAD-gestützten Entwicklung eines komplexen technischen Systems wie z. B. moderner Industriemaschinen Fehler oder Verbesserungspotenziale zu erkennen, kann der virtuelle

Prototyp des Systems in Virtual Reality (VR) im Rahmen von virtuellen Design-Reviews untersucht werden. Neben der statischen Form des untersuchten Systems kann die Analyse der Mechanik und der Transportwege für den Materialtransport eine ebenso wichtige Rolle spielen. In der Praxis kommt es häufig vor, dass die relevanten Informationen über Transportwege oder kinematische Eigenschaften in den CAD-Daten entweder nicht modelliert werden oder bei Konvertierungsprozessen verloren gehen. Um den manuellen Aufwand und die Kosten für die Erstellung von Animationen des Maschinenverhaltens mit derart begrenzten Eingabedaten für ein Design-Review deutlich zu reduzieren, haben wir Algorithmen entwickelt, mit denen die geometrischen Eigenschaften von Maschinenteilen automatisch nur auf Basis ihrer triangulierten Oberflächen ermittelt werden können. Die Algorithmen erlauben es, den Verlauf von Transportsystemen sowie die Orientierung, Rotationsachsen und Übersetzungsverhältnisse von Objekten im 3D-Raum zu erkennen. Wir implementierten die Algorithmen im VR-System PADrend und setzten sie zur Animation virtueller Prototypen realer Maschinen ein.

 **Dr. rer. nat. Matthias Fischer**  
E-Mail: mafi@upb.de  
Telefon: +49 5251 | 60 64 66

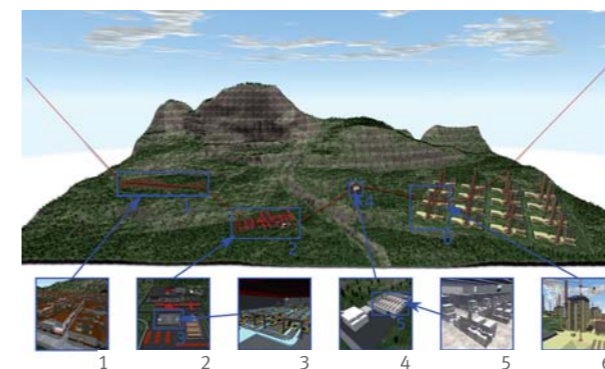
 **Sascha Brandt, M.Sc.**  
E-Mail: Sascha.Brandt@hni.upb.de  
Telefon: +49 5251 | 60 64 51

## Algorithms for Computer Graphics

In 3D assisted simulation and test environments, it is often required to interactively navigate in highly complex 3D scenes that are partly generated at run time. To render such 3D scenes in real time, we develop rendering algorithms that reduce the amount of data to be processed in such a way that fluent navigation is possible.

### Rendering of Complex Heterogeneous Scenes for Virtual Reality

We have developed a technique for rendering highly complex 3D scenes in real-time by generating evenly distributed points on the scene's surface. The technique is applicable to a wide range of scene types, like scenes directly based on CAD data consisting of billions of polygons. This allows to visualise such scenes smoothly even in VR on a HMD with high image quality, while maintaining the necessary frame-rates. We place points in an approximated blue noise distribution only on visible surfaces and store them in a highly GPU efficient data structure, allowing to progressively refine the number of rendered points to maximise the image quality for a given target frame-rate. Our evaluation shows that scenes consisting of a high amount of polygons can be rendered on an Oculus HMD with interactive frame rates with good visual quality on standard hardware.





Komplexe heterogene 3D-Szene, bestehend aus 1 Milliarden Dreiecken.  
Complex heterogeneous 3D scene consisting of 1 billion triangles.

### Automatic Derivation of Geometric Properties of Components from 3D Polygon Models

To detect errors or find potential for improvement during the CAD-supported development of a complex technical system like modern industrial machines, the system's virtual prototype can be examined in virtual reality (VR) in the context of virtual design reviews. Besides exploring the static shape of

the examined system, observing the machines' mechanics and transport routes for the material transport can play an equally important role in such a review. In practice, it is often the case, that the relevant information about transport routes, or kinematic properties, is either not consequently modelled in the CAD data or is lost during the conversion processes. To significantly reduce the manual effort and costs of creating animations of the machines, complex behaviour with such limited input data for a design review, we developed a set of algorithms to automatically determine the geometrical properties of machine parts based only on their triangulated surfaces. The algorithms enable the detection of the course of transport systems as well as the orientation, rotation axes and gear ratios of objects in 3D space. We implemented the algorithms in the VR system PADrend and applied them to animate virtual prototypes of real machines.

 **Dr. rer. nat. Matthias Fischer**  
E-mail: mafi@upb.de  
Phone: +49 5251 | 60 64 66

 **Sascha Brandt, M.Sc.**  
E-mail: Sascha.Brandt@hni.upb.de  
Phone: +49 5251 | 60 64 51

## Schwarmintelligenz und Evolutionäre Algorithmen

Die Entwicklung adaptiver Systeme, die autonom und zuverlässig in dynamischen Umgebungen agieren, ist eine große Herausforderung der Informatik und der Robotik. Methoden der Schwarmintelligenz helfen, die Komplexität solcher Systeme zu reduzieren, und Evolutionäre Algorithmen helfen, diese teilweise automatisch zu generieren. Im Projekt „flora robotica“ erforschen wir, wie man Pflanzen und Roboter mit diesen Methoden zusammenfügen kann.

### Schwarmintelligenz

In der Schwarmintelligenz werden natürliche und künstliche Systeme untersucht, die aus vielen Individuen bestehen und sich per dezentraler Steuerung und Selbstorganisation koordinieren. Insbesondere werden kollektive Verhalten betrachtet, die sich aus lokaler Interaktion zwischen den Individuen und ihrer Umwelt ergeben. Ziel unserer Arbeiten ist es, Einzelverhalten mit simplen Algorithmen zu definieren und trotzdem komplexes Systemverhalten zu erzeugen. Auf diese Weise hoffen wir, auch in Zukunft die ständig steigende Komplexität ingenieurtechnischer Systeme beherrschen zu können.


### Evolutionäre Algorithmen


Evolutionären Algorithmen sind den metaheuristischen Optimierungsverfahren zuzuordnen und basieren auf Darwins Prinzip der Auslese und Reproduktion gut angepasster Organismen. Wir wenden diese Methodik sowohl in der Softwaretechnik zur automatischen Erstellung von Anforderungsspezifikationen an als auch in der Robotik, um Steuerungen für autonome Roboter automatisch herzustellen. Letzterer Ansatz betrachtet Roboter als autonome, künstliche Organismen, die ihre Fähigkeiten selbst ohne menschliches Eingreifen entwickeln, indem sie eng mit ihrer Umwelt interagieren. Ziel ist es, weder Anforderungsspezifikationen noch Roboter von Hand formulieren und programmieren zu müssen.

derungsspezifikationen noch Roboter von Hand formulieren und programmieren zu müssen.

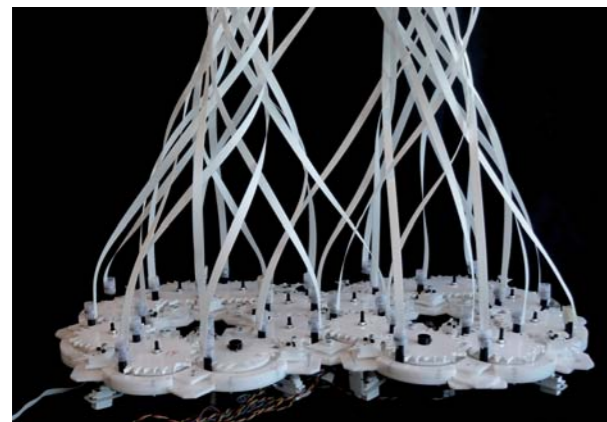
### flora robotica

Das vergangene Jahr war für unser EU-Projekt „flora robotica“ vorrangig eine Zeit der Nutzung unserer ersten Entwicklungsergebnisse. Wir konnten unsere bereits zuverlässig arbeitende Hardware nutzen, um mehrwöchige Experimente durchzuführen. So konnten wir für die entscheidende Projektidee, das Richtungswachstum von Pflanzen mit einem verteilten Robotersystem gewünscht zu beeinflussen, die Effektivität unseres Ansatzes zeigen. Ein Benutzer kann ein gewünschtes Wachstumsmuster vorgeben, das unsere Roboterknoten dann mittels Licht als Stimulus für die Pflanzen autonom wachsen lässt. In einem weiteren Teilprojekt wurde eine Maschine entwickelt, um automatisch komplexe, geflochtene Strukturen zu produzieren, die als Klettergerüst für unsere Pflanzen dienen. Auch diese Strukturen können autonom an Umweltbedingungen und das Pflanzenwachstum angepasst werden.

 **Prof. Dr.-Ing. Heiko Hamann**  
(seit April 2017 Service-Robotik, Universität zu Lübeck)  
E-Mail: hamann@iti.uni-luebeck.de  
Telefon: +49 451 | 31 01 63 03

 Gefördert durch: DFG Sonderforschungsbereich 901 „On-The-Fly Computing“, Teilprojekt B1; EU Horizon 2020 FET-Projekt „flora robotica“

 [www.iti.uni-luebeck.de](http://www.iti.uni-luebeck.de)



flora robotica: Flechtröbter  
flora robotica: braiding robot

## Swarm Intelligence and Evolutionary Algorithms

The design of adaptive systems, which are able to operate autonomously and reliably in dynamic environments, is one of the big challenges in computer science and robotics. Methods of swarm intelligence help to reduce the complexity of such systems, and evolutionary algorithms help to generate these semi-automatically. In the project “flora robotica”, we investigate how natural plants and robots can be connected by using these methods.

### Swarm Intelligence

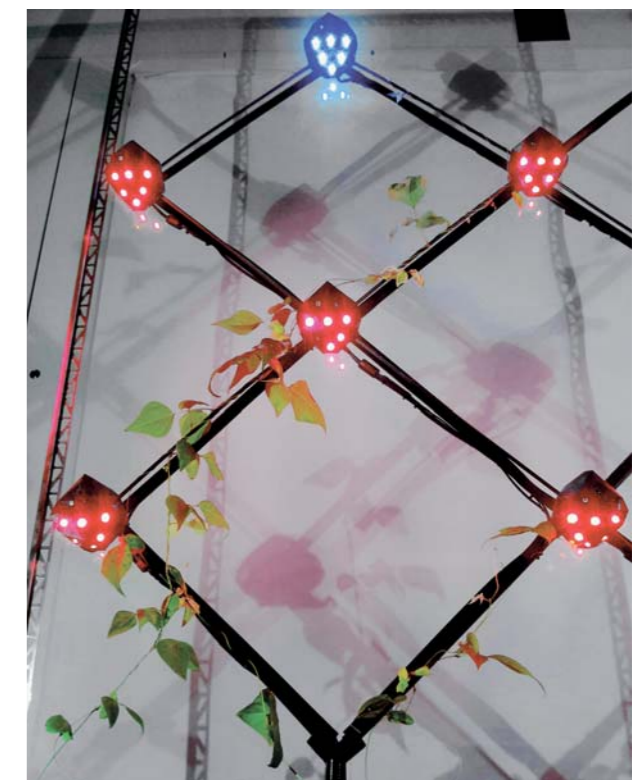
Swarm Intelligence is the discipline that deals with natural and artificial systems composed of many individuals that coordinate using decentralised control and self-organisation. In particular, the discipline focuses on the collective behaviours that result from the local interactions of the individuals with each other and with their environment. The aim of our approach is to define individual behaviours based on simple algorithms but still generate complex system behaviours. In this way, we hope to be able to govern the increasing complexity of an engineered system also in the future.

### Evolutionary Algorithms

Evolutionary Algorithms belong to the field of meta-heuristic optimisation and they are based on the Darwinian principle of selection and reproduction of the well adapted organism. We apply this method in software engineering for the automatic synthesis of requirements specifications and in robotics to generate controllers for autonomous robots automatically. The latter approach considers robots as autonomous, artificial organisms that develop their own skills without human action and closely interacting with their environment. The objective is to get rid of both the manual work of describing requirements specifications and the manual programming work of robot controllers.


### flora robotica

The past year in our EU-funded project was primarily a time of exploiting our first engineering results. We were able to use our hardware, which already works reliably, to conduct weeks-long experiments. We were able to showcase the effectivity of the project’s key idea, that is, influencing the directional growth of natural plants as desired by a distributed robot system. A user can define a desired growth pattern, which is then autonomously grown by our robotic nodes, that steer the plants using light as a stimulus. In another sub-project, a machine has been developed that automatically produces complex braided structures that serve as scaffolds for the plants. These structures can also be adapted to environmental conditions and the plant growth.



flora robotica: Wachstum eines Pflanzenmusters  
flora robotica: Growing a plant pattern

 **Prof. Dr.-Ing. Heiko Hamann**  
(since April 2017 Service Robotics, Universität zu Lübeck)  
E-mail: hamann@iti.uni-luebeck.de  
Phone: +49 451 | 31 01 63 03

 Supported by: DFG Collaborative Research Centre 901 “On-The-Fly Computing”, subproject B1; EU Horizon 2020 FET project “flora robotica”

 [www.iti.uni-luebeck.de/nc/en](http://www.iti.uni-luebeck.de/nc/en)



## Algorithmische Spieltheorie

### Untersuchung strategischen Verhaltens im Kontext von Network Function Virtualization

Die Algorithmische Spieltheorie untersucht Szenarien, in denen rationale Akteure miteinander interagieren. Sie beschäftigt sich mit Aussagen über Ergebnisse strategischen Handelns und entwickelt Algorithmen, die auf diesen Ergebnissen basieren. Network Function Virtualization ist hier ein Beispiel für ein Szenario, welches auch im Kontext des Sonderforschungsbereichs 901 „On-The-Fly Computing“ auftritt.

Die Algorithmische Spieltheorie untersucht die Auswirkungen strategischen Handelns seitens autonomer Akteure. Eine Fragestellung ist hierbei etwa die Berechnungskomplexität von Ergebnisprognosen bei verteilter Allokation von Ressourcen, wie beispielsweise Kapazitäten in Netzwerken oder Rechenleistung von Servern. Weiterhin untersuchen wir, wie sich dynamische Anpassungsprozesse verhalten, wenn Agenten wiederholt auf die Aktionen anderer Agenten reagieren: Welche Dauer haben solche Prozesse? Konvergieren sie zu stabilen Zuständen? Wie ineffizient sind diese Systeme?

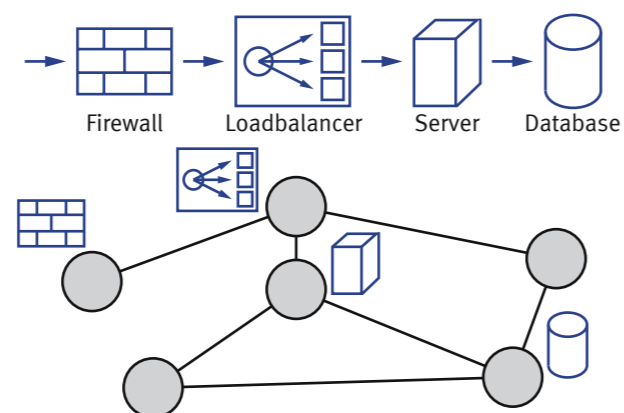
#### Network Function Virtualization als Anwendungsbeispiel

Das Konzept der Network Function Virtualization (NFV) entkoppelt die Netzwerkfunktionen, wie z. B. DNS, Firewall, Loadbalancer etc., von der proprietären Hardware, wodurch die Services softwaremäßig betrieben werden können. Äquivalent zur weit verbreiteten Servervirtualisierung werden Netzwerkkomponenten dort deployt, wo sie benötigt werden, sodass auch eine dynamische Anpassung an Änderungen sehr einfach umsetzbar ist. Für den Betrieb eines Service sind meistens mehrere Komponenten erforderlich, die so an den bestmöglichen Positionen in einem Netzwerk positioniert werden können.


Heutzutage wird die Zuordnung der Service-Komponenten zu Netzwerkknoten meist zentral optimiert und der Anbieter der zugrunde liegenden Infrastruktur platziert die jeweiligen Komponenten. Jedoch ist dies oft nicht so einfach umsetzbar. Der Infrastruktur-Anbieter kennt die sehr heterogenen Interessen der Serviceanbieter nicht. Sie haben unterschiedliche Anforderungen an das System und verschiedenste Zielfunktionen. Für eine Gruppe ist die Latenz wichtiger, für eine andere die Bandbreite, je nach angebotenen Service. Wenn wir das Gesamtsystem nun als Spiel auffassen, können wir die Serviceprovider als strategische Akteure agieren lassen. Jeder kann gemäß seinen eigenen Zielen die gewünschten Orte für seine Komponenten auswählen. Die Ressourcen eines Knotens werden dann fair unter den nutzenden Teilnehmern aufgeteilt. Eine besondere Betrachtung liegt hier dann natürlich bei der Qualität der


Lösung. Hierzu wird eine zentrale Optimierungslösung verglichen mit dem Ergebnis der spieltheoretischen Lösung.


In einer zweiten Betrachtungsweise lassen wir nicht die Serviceprovider selbst agieren, verwenden ihre Dynamiken jedoch als verteilte Algorithmen für unser System. Aufgrund der Größe und Komplexität der Szenarien ist oft eine zentrale Berechnung nicht möglich bzw. nicht sinnvoll. Durch eine Verlagerung der Berechnung auf das Netzwerk erreicht man hier eine bessere Performance und kann die Qualität durch den schon angesprochenen Vergleich zwischen zentralem Optimum und lokaler Lösung garantieren.



Verschiedene Komponenten eines Services im Netzwerk ausgerollt  
Different components of a service deployed to the network

 **Jun.-Prof. Dr. Alexander Skopalik**  
E-Mail: Alexander.Skopalik@hni.upb.de  
Telefon: +49 5251 | 60 64 57

 **Matthias Feldotto, M.Sc.**  
E-Mail: Matthias.Feldotto@hni.upb.de  
Telefon: +49 5251 | 60 64 52

 Gefördert durch: DFG-Sonderforschungsbereich 901 „On-The-Fly Computing“, Teilprojekt A3

 [www.hni.upb.de/alg/agt](http://www.hni.upb.de/alg/agt)

## Algorithmic Game Theory

### Analysing Strategic Behaviour in the Context of Network Function Virtualisation

Algorithmic game theory studies scenarios involving the interaction of rational agents. It is concerned with statements regarding the results of strategic behaviour when agents are in competition with each other and develops algorithms which are based on these results. Network Function Virtualisation is an example for a scenario here, which also occurs in the context of the Collaborative Research Centre 901 “On-The-Fly-Computing”.

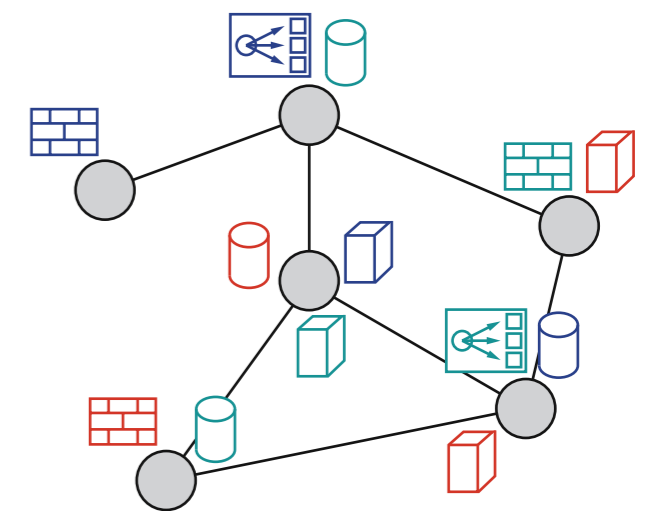
Algorithmic game theory is concerned with issues relating to the results of strategic actions of autonomous actors. We investigate the computational complexity of outcome forecasts for the distributed allocation of resources, e.g. capacities in networks or the computing powers of servers. Furthermore, we examine the behaviour of dynamic adjustment processes when agents repeatedly respond to the actions of other agents: What time do such processes have? Do they converge to stable states? How inefficient are these systems?

#### Network Function Virtualisation as an Example

The concept of Network Function Virtualisation (NFV) decouples network functions, such as DNS, firewall, load balancer, etc. from the proprietary hardware. Then, the services can be operated by software. Equivalent to the widespread server virtualisation, network components are deployed where they are needed, making it easy to dynamically adapt to changes in the requirements. The operation of a service usually requires several components, which can be positioned at the best possible locations in a network.


Nowadays, the allocation of service components to network nodes is usually optimised centrally and the provider of the underlying infrastructure places the respective components. However, this is often not easy to implement. The infrastructure provider does not know the very heterogeneous interests of the service providers. They have different system requirements and various objective functions. For one group, latency is more important and, for another, bandwidth, depending on the services they offer.


If we now see the entire system as a game, we let the service providers act as strategic players. Everyone can choose the desired locations for their components according to their own goals. The resources of a node are shared fairly among the users. The quality of the solution is then, of course, of special interest. For this purpose, a central optimisation solution is compared with the result of the game theoretical solution.




Komponenten verschiedener Services interagieren im Netzwerk  
Components of different services interact in the network

In a second approach, we do not let the service providers act on their own, but rather use their dynamics as distributed algorithms for our system. Due to the size and complexity of the scenarios, a central computation is often not possible or useful. By shifting the computation to the network, better performance can be achieved and the quality can be guaranteed by using the mentioned comparison between the central optimum and the local solution.

 **Assistant Prof. Dr. Alexander Skopalik**  
E-mail: Alexander.Skopalik@hni.upb.de  
Phone: +49 5251 | 60 64 57

 **Matthias Feldotto, M.Sc.**  
E-mail: Matthias.Feldotto@hni.upb.de  
Phone: +49 5251 | 60 64 52

 Supported by: DFG Collaborative Research Centre 901 “On-The-Fly Computing”, subproject A3

 [www.hni.upb.de/alg/agt](http://www.hni.upb.de/alg/agt)





## Matthias Feldotto

M.Sc.  
Algorithmen und Komplexität

Mein Informatik-Studium startete ich 2008 in Paderborn in Kooperation mit der Siemens AG (später Atos SE). Zusätzlich zu den theoretischen Inhalten in der Paderborner Universität konnte ich so Praxiserfahrungen sammeln und auch meine Soft-Skills durch diverse Seminare erweitern. Kontakt zu anderen Disziplinen erhielt ich früh durch mein wirtschaftswissenschaftliches Nebenfach. Im Verlauf meines Studiums entwickelte sich dann mein starkes Interesse für den theoretischen Bereich der Informatik, den ich im Masterstudium als meinem Schwerpunkt wählte. Während dieses Masterstudiums arbeitete ich als studentische Hilfskraft im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 901 „On-The-Fly Computing“. Hier baute ich den ersten intensiven Kontakt mit der Forschung auf und konnte bereits an ersten Veröffentlichungen mitwirken. Dank des engen Kontakts zu den Mitarbeitern und Professoren am Institut prägte sich dann mein Interesse für eine Promotion aus.

Seit Anfang 2014 forsche ich nun als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Heinz Nixdorf Institut und arbeite hier, zusammen mit Juniorprofessor Alexander Skopalik, insbesondere an den Themen des Sonderforschungsbereichs 901. In unserem Teilprojekt untersuchen wir zusammen mit Wissenschaftlern aus der Volkswirtschaftslehre Eigenschaften elektronischer Märkte für zusammengesetzte Services. In meiner Forschung bin ich in der algorithmischen Spieltheorie beheimatet, die genau an der Schnittstelle zwischen Informatik und VWL ihr Zuhause hat. Ich persönlich beschäftige mich insbesondere mit Fragen der Allokation von begrenzten Ressourcen und den Auswirkungen von Bewertungssystemen in elektronischen Märkten. Es ist die Mischung aus Methoden der theoretischen Informatik und den wirtschaftlich motivierten Modellen, die den Reiz für mich ausmacht.

Neben meiner Arbeit hat sich das Laufen als persönliche Leidenschaft entwickelt. Gestartet mit kurzen 10-km-Läufen in den Abendstunden, nehme ich mittlerweile regelmäßig an diversen Volksläufen teil. Mit der Zeit hat sich die Distanz immer mehr vergrößert, sodass ich kürzlich meinen zweiten Marathon erfolgreich absolvieren konnte. Das Laufen in der Natur ist für mich der perfekte Ausgleich zur Arbeit im Büro. Es finden sich aber auch insbesondere beim Marathon viele Gemeinsamkeiten: Belastbarkeit und das langfristige Hinarbeiten auf Ziele sind Eigenschaften, die sowohl beim Training als auch bei der Promotion sehr hilfreich und notwendig sind.

## Matthias Feldotto

M.Sc.  
Algorithms and Complexity

I started my computer science studies in 2008 in Paderborn in cooperation with Siemens AG (later Atos SE). In addition to the theoretical content at the university, I gained practical experience and was able to expand my soft skills through various seminars. Due to my economics minor subject, I had early contact with other disciplines. During my studies, my interest in the theoretical field of computer science has become more and more pronounced and developed to my focus area in the master's programme. During the master's programme I worked as a student assistant in the Collaborative Research Centre 901, where I established the first intensive contact with research and get the possibility to participate in first publications. Due to the close contact with the staff and professors in the institute, my interest for a doctorate has also developed.

Since the beginning of 2014, I have been employed as a research associate and work here together with Assistant Professor Alexander Skopalik in particular on the topics of the Collaborative Research Centre 901, in our subproject together with scientists from the economics department, we are investigating the characteristics of electronic markets for composed services. In my research, I am working in the area of algorithmic game theory, which has its home at the intersection between computer science and economics. Personally, I am particularly concerned with issues of resource allocation and the impact of reputation systems in electronic markets. The mixture of methods of theoretical computer science and economically motivated models, makes the topic interesting for me.

Besides my work, running has developed as my personal passion. I started with short 10km runs in the evening hours, and I take part regularly in various public runs. Over time, the distance has increased more and more, so I recently successfully completed my second marathon. Running in nature is for me the perfect balance to work in the office. However, there are also many properties in common, especially with the marathon: Resilience and working towards goals over the longterm are characteristics that are very helpful and necessary for both training and promotion.

Interdisziplinäre Projekte sind eine große Herausforderung, aber auch eine große Bereicherung für die eigene Forschung.

Interdisciplinary projects are a great challenge, but also exceptional enrichment for our own research.



---


## 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 intelligenten Systemen, in denen Mikrochips mit hoher Geschwindigkeit kommunizieren und ihre Umwelt durch Sensoren mit immer höherer Genauigkeit erkennen können.

E-Mail: [Christoph.Scheytt@hni.upb.de](mailto:Christoph.Scheytt@hni.upb.de)  
Telefon: +49 5251 | 60 63 50

 [www.hni.upb.de/sct](http://www.hni.upb.de/sct)

---

## Integrated Circuits for Communications and Sensors

Prof. Dr.-Ing. Christoph Scheytt

---

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

E-mail: [Christoph.Scheytt@hni.upb.de](mailto:Christoph.Scheytt@hni.upb.de)  
Phone: +49 5251 | 60 63 50

 [www.hni.upb.de/en/sct](http://www.hni.upb.de/en/sct)



## Fachgruppe Schaltungstechnik

Der ungebrochene revolutionäre Fortschritt der Nano-/Mikroelektronik ist eine treibende Kraft für die Entwicklung innovativer Produkte, Systeme und Anwendungen. Die Kompetenz der Fachgruppe „Schaltungstechnik“ liegt im Entwurf von integrierten Schaltungen und Systemen mit ihren verschiedenen Ausprägungen (digital, mixed-signal, analog/RF, Siliziumphotonik). Die Anwendungsschwerpunkte bilden hierbei die Kommunikationstechnik und Sensorik.

Der Fortschritt in der Nano-/Mikroelektronik ermöglicht immer leistungsfähigere integrierte Schaltungen. Dabei geht die Entwicklung in zwei wesentliche Richtungen. Zum einen steigen durch die kontinuierliche Miniaturisierung der Transistoren Komplexität und Geschwindigkeit digitaler Schaltkreise, was zu einer starken Zunahme der Rechenleistung führt. Zum anderen gelingt es seit einigen Jahren, immer neue Bauelemente auf Siliziumchips zu integrieren, wie z. B. mikromechanische Sensoren, spezielle Hochfrequenztransistoren, optische Bauelemente und biologisch aktive Schichten (Biochips). Die Möglichkeit, komplexe digitale Schaltungen mit analogen Schaltungen und neuen Bauelementen auf einem Chip zu kombinieren, erlaubt es, ganz neue integrierte Systeme zu realisieren, die ihre Umgebung über Sensoren wahrnehmen, extrem wenig Strom verbrauchen und viel schneller Daten übertragen.

Die Fachgruppe „Schaltungstechnik“ befasst sich mit dem Entwurf integrierter Nano-/Mikroelektronischer Schaltungen auf den Gebieten der Kommunikation und der Sensorik. Die Forschungsschwerpunkte sind:

### Integrierte Schaltungen zur leitungsgebundenen Kommunikation mit hohen Datenraten

Hohe Datenraten zwischen Chips (Chip-to-Chip-Kommunikation) und in der Glasfaserkommunikation erlauben Übertragungsraten von 10 bis mittlerweile über 400 Gigabit pro Sekunde, was sehr schnelle Schaltungen bei einem sehr niedrigen Energieverbrauch erfordert. Hierfür sind spezielle Schaltungstechniken und digitale Modulationsformate erforderlich. Zukünftige elektronisch-photonische Chips (EPICs) basieren auf neuesten Siliziumphotonik-Technologien und versprechen weit höhere Datenraten als die klassischen CMOS-Technologien, da sie sehr schnelle optische Verbindungen ermöglichen wie z. B. zwischen Prozessoren und externem Speicher in Rechenzentren.

### Höchstfrequenz-Funk-Chips für Kommunikation und Sensorik

Die sehr kleinen Abmessungen moderner Siliziumtransistoren und spezielle Hochfrequenztransistoren erlauben es, dass Siliziumchips auch bei Frequenzen bis über 300 GHz zuverlässig arbeiten. Diese extremen Frequenzen stellen allerdings hohe Anforderungen an den Schaltungsentwurf und die Bauelementmodellierung. Die Einsatzgebiete dieser Chips sind beispielsweise die drahtlose Kommunikation mit sehr hohen Datenraten, Bewegungs- und Abstandssensorik und spektrometriebasierter Sensorik.

### Energieeffiziente Funk-Chips

Ein wichtiges Ziel in der Funkkommunikation ist die Gewährleistung von möglichst langen Batterielaufzeiten. Dies gilt beispielsweise für einen Temperatursensor, der die Heizkörpertemperatur drahtlos an einen zentralen Verbrauchszähler übermittelt. So können innovative Konzepte zur Funkkommunikation und hocheffiziente Funkschaltungen in Zukunft durchaus ohne Unterbrechung zu einer Batterielebensdauer von über zehn Jahren führen oder sogar ein „zero-power“-Radio erlauben, das mit reduziertem Wartungsaufwand seine Energie ausschließlich aus der Umwelt bezieht. Eine solche energieeffiziente und wartungsarme Vernetzung ist eine wichtige Voraussetzung für intelligente IoT-Systeme (Internet-of-Things) der Zukunft, so wie sie auch zur Realisierung von Industrie 4.0 benötigt werden.

### Entwurf integrierter multifunktionaler Systeme

Die Integration von digitalen Schaltkreisen mit analogen, optischen, sensorischen und anderen Funktionen ermöglicht multifunktionale integrierte Systeme. Dies stellt hohe Anforderungen an die Modellierung von Bauelementen und Signalen und erfordert neue Entwurfsmethoden und -werkzeuge, die die verschiedenen Signaldomänen umfassen.

## Workgroup System and Circuit Technology

The still ongoing revolutionary progress in nano-/microelectronic technologies is the driving force behind the development of new technical products, complex systems, and innovative applications. Research in the “System and Circuit Technology” workgroup is active in the design of integrated circuits with a focus on communication and sensor technology with all its different aspects (digital, mixed-signal, analogue/RF and silicon photonics).

The progress of nano-/microelectronic technologies enables integrated circuits with continuously increasing capabilities. This evolution follows two main paths. On the one hand, the complexity and speed of digital circuitry is increased by means of miniaturisation of integrated transistors resulting in a significant increase in computing power. On the other hand, in recent years more and more novel functions and devices have been integrated into silicon, such as micro-mechanical sensors, special high-frequency transistors, optical devices, or biologically active layers (biochips). The possibility of combining complex digital processors with analogue circuitry and novel functions on one chip allows the realisation of a new generation of integrated systems. They allow the perception of the environment via sensors, dissipation of very little power and a much faster data transmission.

The “System and Circuit Technology” workgroup conducts research in the area of integrated nano-/microelectronic circuits for communication and sensors with a focus on the following topics:

### Integrated Circuits for High Data Rate Wireline Communication

In fibre optic communications and communication between microchips (Chip-2-Chip communication), it is possible to achieve line rates between ten and more than 400 Gigabit per second. Those high data rates require very fast electronics with ultra low energy consumption, which in turn requires novel approaches in circuit design with appropriate modulation formats. Future Electronic-Photonic ICs (EPICs) based on most recent silicon photonics technologies will even enable higher data rates compared to classical CMOS technologies for ultra fast optical connections between processors and remote memory units in data centres, for instance.

### Ultra-High Frequency Wireless Chips for Communication and Sensors

Small dimensions of today’s silicon transistors and the availability of special high-frequency transistors account to operating frequencies of up to more than 300 GHz. These extreme frequencies pose a considerable challenge for high-frequency circuit design and device modelling. Applications for the chips are, for example, wireless communication at very high data rates, motion and distance sensors as well as spectroscopic sensors.

### Energy-Efficient Wireless Chips

An important objective in wireless communication is to achieve an as long as possible lifetime of the battery. For example, this is required by a temperature sensor, which reports the radiator temperature to a central wireless metering unit. It is expected that future concepts in wireless communication and ultra-low power wireless radios will allow battery lifetimes of ten years and even longer. Moreover, a “zero-power-radio” could also run on ultra-low power energy harvesting technologies, which takes the energy entirely from the environment. Such interconnected energy-efficient nodes with a minimum of maintenance and energy dissipation are the main building blocks for future intelligent IoT (Internet-of-Things) systems, as they are required to implement “Industrie 4.0”.

### Design of Integrated Multi-Functional Systems

The integration of digital circuits with analogue circuits, optical sensing and other functions enables multi-functional integrated systems. This creates a challenge for the modelling of both, devices and signals, and requires new design methodologies and tools which comprise the different signal domains.



## Siliziumphotonik zur extrem schnellen Kommunikation

### Chips der nächsten Generation für das Rechenzentrum

Die hohe Kosteneffizienz sowie die in über 50 Jahren gewonnene Erfahrung in der Silizium-Halbleiterforschung machen Silizium zum bevorzugten Kandidaten für die schnelle optische Datenübertragung für Mittel- und Kurzstrecken-Netzwerkverbindungen. Siliziumphotonik bietet die Möglichkeit, sowohl elektronische als auch optische Komponenten, vollständig kompatibel zu der aktuellen BiCMOS-Fertigung, monolithisch auf einen Chip zu integrieren.

#### Extrem schnelle Empfänger in SG25-Silizium-Photonik-Technologie

Im Rahmen des BMBF-Verbundprojekts SPEED (Silicon Photonics Enabling Exascale Datane networks) wurde ein nicht-kohärenter Empfänger in Siliziumphotonik-Technologie entwickelt, der für Datenraten bis zu 40 Gbit/s hervorragende Ergebnisse erzielt. Diese Arbeit wurde auf zwei internationalen Konferenzen vorgestellt und mit einem Best-Paper-Award bei der IEEE-Group IV Photonics Conference gewürdigt. Auf Systemebene komplettiert bei der Schaltung eine Takt- und Datenrückgewinnung (CDR – Clock and Data Recovery) das Empfänger-Frontend des Direktempfängers. Im Projekt wurde mit der Sicoya GmbH eine CDR-Schaltung mit eingebautem Equalizer für eine Taktfrequenz um 28 GHz entwickelt und als Prototyp gefertigt. Ein weiterer CDR-Schaltkreis für einen 56GBaud-PAM4 befindet sich in Entwicklung.

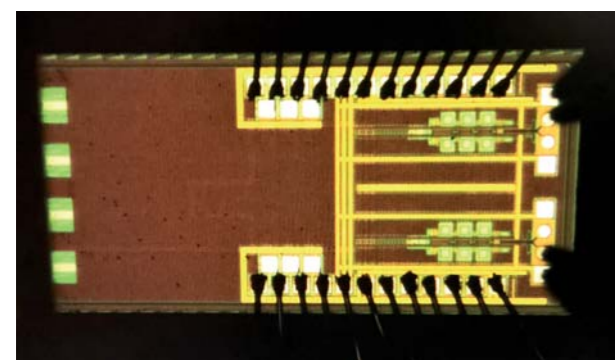


Foto des gefertigten kohärenten 56GBaud-Empfänger-Chips  
Photo of the Fabricated Coherent 56GBaud Receiver Chip

Mit kohärenten Empfängern wird zusätzlich die Phaseninformation eines optischen Datensignals detektierbar, sodass höhere Modulationsformate, wie die Quadratur-Amplituden-Modulation (QAM), ermöglicht werden. In ersten Messungen unseres gefertigten kohärenten Empfängerchips, die mit dem Institute of Photonics and Quantum Electronics am KIT in Karlsruhe durchgeführt wurden, wurde eine Datenrate von 112 Gbit/s (56 GBaud, QPSK) erreicht.

#### Neues DFG-Projekt zur Integration von Femtosekunden-Diodenlasern

Seit 2017 fördert die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) die Fachgruppe „Schaltungstechnik“ durch das Projekt oFFeDi (Optoelektronischer Frequenzsynthesizer mit Femtosekunden-Diodenlaser). An Stelle eines Quarzoszillators sollen zukünftige Phasenregelkreise oder Frequenzsynthesizer auf optischen Pulsfolgen von Femtosekundenlasern basieren. Dieser Ansatz führt zu einer erheblichen Verbesserung beim Phasenrauschen gegenüber den modernsten Quarzoszillatoren. Der Frequenzsynthesizer und Teile des Lasers sollen im Rahmen des oFFeDi-Projekts auf einen Siliziumphotonik-Chip integriert werden.



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



Gefördert durch: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)



[www.hni.upb.de/sct](http://www.hni.upb.de/sct)

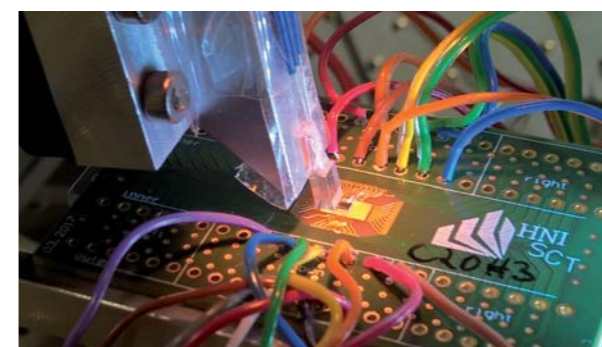
## Silicon Photonics for Ultra Fast Communication

### Next Generation Chips for Data Centre Applications

The high level of cost efficiency and more than 50 years of experience in silicon semiconductor research make silicon the preferred candidate for fast optical data transmission for medium and short-range network connections. Silicon photonics offers the possibility of monolithically integrating both electronic and optical components, which are fully compatible with the current BiCMOS production, into one chip.

#### Ultra Fast Receivers in SG25 Silicon Photonics Technology

As part of the BMBF joint project SPEED (Silicon Photonics Enabling Exascale Data networks), a non-coherent receiver in silicon photonics technology was designed and fabricated, which achieves excellent results for data rates up to 40 Gbits. This work was presented at two international conferences and honoured with a best-paper-award at the IEEE Group IV Photonics Conference. At the system level, a Clock and Data Recovery (CDR) completes the receiver front-end of the direct receiver circuit. In the project, we developed in cooperation with Sicoya GmbH a CDR circuit with built-in equaliser for a data rate of 28Gbit/s and produced it as a prototype. Another CDR circuit for a 56GBaud PAM4 is under development.



Messaufbau des Silizium-Photonik Chips mit Fibre-Array zur Lichteinkopplung  
Measurement Setup of the Silicon Photonic Chip with Fibre Array for Light Coupling

With a coherent receiver, the phase and amplitude information of an optical data signal can be detected, so that the application of higher modulation formats, such as Quadrature Amplitude Modulation (QAM), is possible. In initial measurements of our manufactured coherent receiver, which was carried out with the Institute of Photonics and Quantum Electronics at KIT Karlsruhe, a data rate of 112 Gbit/s (56 GBaud, QPSK) was achieved.

#### New DFG Project for the Integration of Femtosecond Diode Lasers

Since 2017, the Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) has been funding the “System and Circuit Technology” workgroup through the oFFeDi (Optoelectronic Frequency Synthesizer with a femtosecond diode laser) project. Instead of a quartz oscillator, future phase-locked loops or frequency synthesizers should be locked to the optical pulse trains of femtosecond lasers. This approach results in a significant improvement over today’s most advanced quartz oscillators with respect to phase noise. The frequency synthesizer and parts of the laser are to be integrated in a silicon photonics chip in the course of the oFFeDi project.



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



Supported by: Federal Ministry of Education and Research (BMBF), German Research Foundation (DFG)



[www.hni.upb.de/en/sct](http://www.hni.upb.de/en/sct)



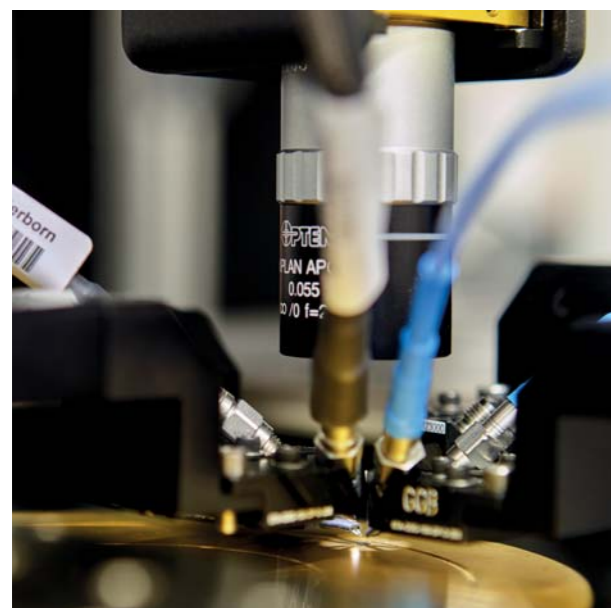
## Drahtlose Kommunikation mit 100 Gigabit pro Sekunde

Extrem schnelle drahtlose Kommunikationsnetzwerke für das mobile Internet

High Definition Video Streaming über drahtlose Netzwerke gehört zu den Anwendungen, die eine drahtlose Kommunikation mit hoher Datenrate erfordern. Aktuelle Technologien, wie WLAN oder LTE, bieten nur unzureichende Datenraten von maximal 1 Gigabit pro Sekunde (Gbit/s). Die Fachgruppe „Schaltungstechnik“ entwickelt für zukünftige extrem schnelle Verbindungen einen Basisband-Transceiver mit einer angestrebten Datenrate von bis zu 100 Gbit/s.

### Energieeffizienter Mixed-Signal-Basisbandprozessor

Der Basisband-Signal-Prozessor verbraucht bei drahtlosen Kommunikationssystemen mit hoher Datenrate die meiste Energie. Mehrere Machbarkeitsstudien zeigen, dass die herkömmlichen digitalen Basisbandtechnologien zu einem überproportional hohen Energieverbrauch beitragen, was zu einer kurzen Batterielebensdauer führt. Im Projekt Real100G.com wird eine Mixed-Signal-Basisband-Prozessorarchitektur entwickelt, die den größten Teil der Signalverarbeitung auf Basis analoger Schaltungen durchführt. Die analoge Signalverarbeitung ermöglicht hierbei eine geringere Schaltungscomplexität und führt zu einem geringeren Energieverbrauch.




Aufbau zum HF-Test des gefertigten Chips  
RF test setup of the fabricated chip

### Das REAL100G.COM-Projekt

In der ersten Phase des Real100G.com-Projekts (2013 – 2016) führte die Fachgruppe „Schaltungstechnik“ die Modellierung und Simulation eines Signal-Prozessors unter Verwendung

der PSSS-Modulation (Parallel Spread Spectrum Sequencing) durch und entwickelte und testete die Hauptkomponenten des analogen Basisbandempfängers. Experimente mit einem 240 GHz HF-Frontend unter Verwendung von BPSK mit PSSS ergaben eine Datenrate von 20 Gbps nur unter Verwendung des I-Kanals des IQ-Transceivers. Basierend auf den Ergebnissen der ersten Phase startete das Projekt 2016 in die zweite Phase. Diese widmet sich im Entwurf und Test dem Sender-Basisband und der Charakterisierung des kompletten Basisband-Transceivers über drahtlose Schnittstellen, die von den Projektpartnern zur Verfügung gestellt werden. Die Schaltung des Basisband-Senders wird mit 65-nm-CMOS-Technologie entworfen. Ziel des Projekts ist die Realisierung eines Mixed-Signal-Basisbandprozessors mit 100 Gbit/s-Datenrate. Das Real100G.com-Projekt wird in den zwei Phasen im Rahmen des Schwerpunktprogramms „Ultra-High-Speed-Wireless-Kommunikation für den mobilen Internetzugang“ (SPP1655) durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert.

 **Abdul Rehman Javed, M.Sc.**  
E-Mail: arjaved@hni.upb.de  
Telefon: +49 5251 | 60 63 53

 Gefördert durch: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
Projektpartner: Universität Stuttgart, Brandenburgische Technische Universität Cottbus, IHP – Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik

 [www.hni.upb.de/sct](http://www.hni.upb.de/sct)

## Wireless Data Communication at 100 Gigabit per Second

Ultra-Fast Wireless Communication for Mobile Internet Access

High definition video streaming on wireless networks is among the exciting applications that require high data rate wireless communication. Current technologies, like WLAN or LTE, only provide data rates of 1 Gigabit per second (Gbps) maximum, which is insufficient for such demanding applications. The “System and Circuit Technology” workgroup is developing a baseband processor with a target data rate of up to 100 Gbps.

### Energy-Efficient Mixed-Signal Baseband Processor

The baseband processor is the largest contributor to the power dissipation of high data rate wireless communication systems. According to feasibility studies, the use of the conventional digital baseband approach for 100 Gbps data rate will result in excessive power dissipation leading to reduced battery life. In the project Real100G.com, a mixed signal baseband processor architecture is proposed that performs most of the signal processing in the analog domain. Analog baseband signal processing allows for lower transistor count and reduced power dissipation.

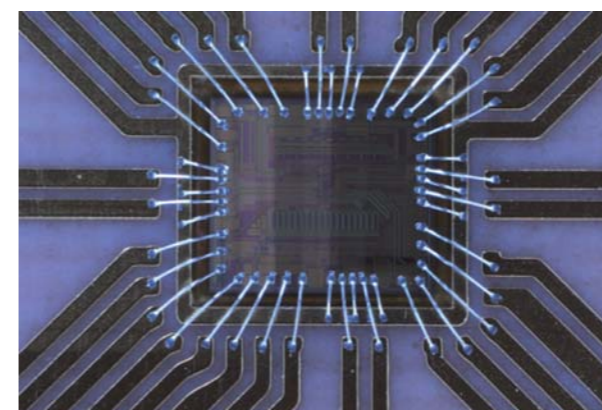




Foto des gefertigten Chips im Hochfrequenzmodul  
Photo of the fabricated chip in a high-frequency module

### The Real100G.com Project

In the first phase of the project Real100G.com (2013 – 2016), system modelling and simulations were performed using Parallel Spread Spectrum Sequencing (PSSS) modulation and the main circuit components of the analogue baseband receiver were developed and tested. Transmission experiments with a 240 GHz RF frontend using BPSK with PSSS were demonstrated for a data rate of 20 Gbps using only the I channel of the IQ transceiver. Based on the results from the first phase of the project, the second phase of the project was approved in 2016 which deals with the design and testing of the trans-

mitter baseband as well as the demonstration of the complete transceiver in cooperation with our project partners. The transmitter baseband circuit is being designed on 65 nm CMOS technology for lower power dissipation and higher integration density. The overall goal of the project is the realisation of a baseband processor with 100 Gbit/s data rate. Both phases of the project Real100G.com are funded within the framework of the priority programme “Ultra-high Speed Wireless Communication for Mobile Internet Access” of the German Research Foundation (SPP1655).

 **Abdul Rehman Javed, M.Sc.**  
E-mail: arjaved@hni.upb.de  
Phone: +49 5251 | 60 63 53

 Supported by: German Research Foundation (DFG)  
Project partners: University of Stuttgart, Brandenburg University of Technology, IHP – Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik

 [www.hni.upb.de/en/sct](http://www.hni.upb.de/en/sct)



## RISC-V als Forschungs- und Entwicklungsplattform

### Quelloffene Prozessorarchitektur für anwendungsorientierte Forschungsprojekte

Die quelloffene Befehlsatzarchitektur RISC-V erfreut sich seit Kurzem einer weltweiten Akzeptanz in Industrie und Forschung und bildet daher eine ernst zu nehmende Alternative zu kommerziellen Lösungen. So befinden sich mittlerweile nicht nur mehrere Varianten synthetisierbarer Hardwaremodelle, sondern auch die zugehörigen Entwicklungswerkzeuge in einer Entwicklungsreife, die sich auch für einen industriellen Einsatz eignet.

#### RISC-V im Einsatz

RISC-V steht für die neueste Version einer Serie von RISC-basierten (Reduced Instruction Set Computer) Prozessoren. RISC-V wurde 2010 als quelloffene und frei verfügbare Befehlsatzarchitektur (engl.: Instruction Set Architecture – ISA) von der University of California, Berkeley, USA, initiiert und seitdem von einer wachsenden Gemeinde von Universitäten und Industrieunternehmen weiterentwickelt. Die quelloffene freie Verfügbarkeit bezieht sich nicht nur auf die Dokumentation des Befehlsatzes, sondern auch auf eine mittlerweile breite Palette von Hardwareprozessoren und Entwicklungswerkzeugen. Quelloffene Compiler sind für die GNU- und die LLVM-basierte Werkzeugkette verfügbar und verschiedene Varianten RISC-V-Hardwaremodelle wie z. B. PULPino (ETH Zürich/Universität Bologna) und Rocket (UC Berkeley) konnten ihre Synthetisierbarkeit in der Chipfertigung unter Verwendung diverser CMOS-Prozesstechnologien unter Beweis stellen. Ferner eignen sich die aktuellen kostengünstigen Arduino-kompatiblen Entwicklungsboards ideal zum Einsatz in der Ausbildung und Lehre. In diesem Sinne hat sich RISC-V mittlerweile zu einer ernst zu nehmenden Konkurrenz für lizenzgebundene ARM-basierte Prozessorarchitekturen in der Industrie entwickelt.

#### RISC-V in der Fachgruppe „Schaltungstechnik“


Die Fachgruppe „Schaltungstechnik“ entwickelt seit Anfang 2017 in Kooperation mit der UC Berkeley eine RISC-V-Implementierung für den CPU-Emulator QEMU. QEMU ist ein quelloffener CPU-Emulator, der eine Vielzahl von Befehlsatzarchitekturen zur Ausführung von kompilierter Software unterstützt. Die Fachgruppe kann auf umfangreiche Erfahrungen auf diesem Gebiet zurückgreifen, da sie in den letzten Jahren als registrierter Maintainer bereits den kompletten TriCore™-Befehlsatz in Kooperation mit der Infineon Technologies AG entwickelte und veröffentlichte. Die momentanen Aktivitäten konzentrieren sich auf die Implementierung des RISC-V-Befehlsatzes in verschiedenen Varianten in QEMU zur Erstellung von virtuellen Prototypen und die Entwicklung von Chips für RISC-V-basierte IoT-Knoten (IoT – Internet of Things), was durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit zwei Projekten gefördert wird.


#### Das COMPACT-Projekt

Im europäischen ITEA3-Verbund wird seit September 2017 vom BMBF die Fachgruppe „Schaltungstechnik“ durch das COMPACT-Projekt (Cost-Efficient Smart System Software Synthesis) gefördert. Das COMPACT-Projekt ist eine branchenweite Anstrengung im europäischen Verbund, um neue Techniken für einen schnellen, effizienten und strukturierten Entwurf und den Betrieb von extrem kleinem konfigurierbaren IoT-Knoten mit extrem kleinem Speicherbedarf und extrem hoher Energieeffizienz zu entwickeln. Die Fachgruppe „Schaltungstechnik“ fokussiert ihre Arbeiten im Projekt auf die Entwicklung eines konfigurierbaren RISC-V-basierten virtuellen Prototypen zur Ausführung kompilierter eingebetteter Software für RISC-V-Prozessoren.

#### Das SAFE4I-Projekt

Seit Oktober 2017 wird die Fachgruppe „Schaltungstechnik“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) außerdem durch das BMBF-Projekt SAFE4I (Sicherer Automatischer Entwurf für Industrieanlagen) gefördert. SAFE4I entwickelt Automatisierungslösungen zur Erzeugung funktional sicherer Software für Industrie-4.0-Anwendungen. An diesem Projekt beteiligt sich die Fachgruppe „Schaltungstechnik“ mit der Entwicklung und dem Betrieb eines intelligenten IoT-Knotens als Demonstrator. Im Projekt soll ein Niedrig-Energie-IoT-Knoten mit einem RISC-V-PULPino-Prozessorkern in 65nm-TSMC-Technologie gefertigt werden.

 **Dr. Wolfgang Müller**  
E-Mail: [wmueller@hni.upb.de](mailto:wmueller@hni.upb.de)  
Telefon: +49 5251 | 60 63 52

 Gefördert durch: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
Projekträger: DLR Projektträger

 [www.hni.upb.de/sct](http://www.hni.upb.de/sct)

## RISC-V for Research and Development

### Open Source Processor Architecture for Application Oriented Research Projects



The open source RISC-V instruction set architecture (ISA) has recently gained global acceptance in industry and research, making it a prime alternative to commercial solutions. As of today, not only are there several variants of synthesizable hardware models available, but also the corresponding development tools have reached a maturity which makes them applicable for industrial use.

#### RISC-V in Application

RISC-V is the latest version of a series of Reduced Instruction Set Computer (RISC) –based processors. RISC-V was initiated by the University of California, Berkeley, USA, as an open source and freely available Instruction Set Architecture (ISA) in 2010 and has since then been further developed by a growing community of universities and industrial companies. The open source availability not only refers to the instruction set documentation, but also to a now wide range of hardware processors and development tools. Additional open source compilers are available for the GNU and LLVM-based tool chain. Different variants of the RISC-V as hardware models such as e.g. PULPino (ETH Zurich/University of Bologna) and Rocket (UC Berkeley) were able to demonstrate their synthesizability in chip production in the course of several CMOS process technology lines. Furthermore, current low budget commercial Arduino-compatible development boards provide an ideal platform for teaching and education. As such, RISC-V has become a serious industrial competitor for licensing-based ARM-based processor architectures.

#### RISC-V in the “System and Circuit Technology” workgroup


Since the beginning of 2017, the “System and Circuit Technology” workgroup is developing a RISC-V implementation of the CPU emulator QEMU in cooperation with UC Berkeley. QEMU is an open source CPU emulator that supports a variety of instruction set architectures for executing target compiled software. The workgroup has extensive experience as it already developed and published as a registered maintainer, the complete TriCore™ instruction set in cooperation with Infineon Technologies in the past years. The current activities focus on the implementation of the RISC-V instruction set in various variants in QEMU for virtual prototyping and on chip developments of RISC-V based IoT devices (IoT – Internet-of-Things) now funded by two BMBF (Federal Ministry of Education and Research) projects.


#### The COMPACT Project

In the framework of the European ITEA3 initiative, since September 2017, the “System and Circuit Technology” workgroup is funded by the BMBF through the COMPACT (Cost-Efficient Smart System Software Synthesis) project. The COMPACT project is an industry-wide effort across Europe to develop new techniques for fast, efficient, and structured design and operation of extremely small configurable IoT devices with extremely small memory footprints and extremely high energy efficiency. The “System and Circuit Technology” workgroup focuses its work in the project on the development of a configurable RISC-V-based virtual prototype for executing target compiled embedded software for RISC-V processors.

#### The SAFE4I Project

Since October 2017, the “System and Circuit Technology” workgroup has received funding from the BMBF through the SAFE4I (Safe Automatic Design for Industrial Plants) project. SAFE4I develops automation solutions for the generation of functionally safe software for “Industrie 4.0” applications. The “System and Circuit Technology” workgroup contributes to this project with the development and operation of a smart IoT device demonstrator. The project will develop a low-power IoT device with a RISC-V PULPino processor core in 65nm TSMC technology.

 **Dr. Wolfgang Müller**  
E-mail: [wmueller@hni.upb.de](mailto:wmueller@hni.upb.de)  
Phone: +49 5251 | 60 63 52

 Supported by: Federal Ministry of Education and Research (BMBF)  
Project management: DLR Project Management Agency

 [www.hni.upb.de/en/sct](http://www.hni.upb.de/en/sct)





»» Licht ins Dunkel bringen. ««

»» Bring Light into Darkness. ««

---

## Christian Kress

M.Sc.  
Schaltungstechnik

---

Mein Name ist Christian Kress. Mit meiner Frau und meinen zwei Mädels wohnen wir im lippischen Oerlinghausen. Der tägliche lange Arbeitsweg wird durch die Nähe zum schönen Teutoburger Wald und das idyllische Stadtbild kompensiert.

Meine akademische Laufbahn habe ich ausschließlich in Paderborn absolviert. Zuerst fing ich ein Mathematik-Studium an, bin aber nach einigen Semestern auf mein Nebenfach Elektrotechnik umgeschwenkt. Obwohl mathematikverliebt, wollte ich mich eher der Praxis nähern. Meine Abschlussarbeit habe ich in dem Fachgebiet geschrieben, welches mir heute einen sehr interessanten Arbeitsplatz bietet: die Schaltungstechnik. Der Kurs hin zur Schaltungstechnik wurde in einer Übung gebahnt, in dem ein Doktorand behauptete, dass vermutlich 70 Prozent der Elektro-Ingenieure später als Software-Entwickler arbeiten. Ich wollte lieber Schaltungen entwickeln als Software schreiben, und so nahm alles seinen Lauf.

Inhaltlich beschäftige ich mich mit der Forschung der Silizium-photonik, also die sehr enge Kopplung von elektronischen und optischen Komponenten auf Siliziumbasis. Dieses Forschungsgebiet ist sehr spannend, da es sich weltweit in einem frühen Entwicklungsstadium befindet. Selbst die großen Firmen sind sich nicht sicher, welche Ansätze und Topologien zur besten Lösung führen. Jedoch ist allen das Potenzial dieser Technologie klar. Netzwerkinfrastrukturen könnten revolutioniert und neue Funktionalitäten geschaffen werden, die das Leben einfacher und sicherer machen können.

Auch die Schaltungstechnik selbst könnte erheblich von der Kombination mit photonischen Komponenten profitieren und obere Frequenzgrenzen könnten durch den optischen Terahertzbereich ausgeweitet werden.

---

## Christian Kress

M.Sc.  
System and Circuit Technology

---

My name is Christian Kress. Together with my wife and my two little daughters, we live in Oerlinghausen in the district of Lippe. The daily, lengthy trip to work is compensated by the proximity to the beautiful Teutoburger Wald and the quaint townscape.

My academic career was exclusively absolved at Paderborn University. Initially, I started studying math, but after a few semesters, I made my minor, electrical engineering, my new major. Although being in love with math, I decided to delve into more practical things. I completed my master's thesis at the department, which offers me today a very interesting job: Circuit and System Design. The path to this department was mainly influenced by a PHD student who was supervising one of my exercises claiming that maybe 70 per cent of electrical engineers later would work as software developers. In contrast, I actually wanted to design circuits rather than writing programs. Hence, things took their course.

Content-wise, my research is about Silicon Photonics, meaning the integration and combination of electronic and photonic components on a silicon basis. The research field is very interesting, since even from a worldwide perspective it is in an early development phase. Even the big companies disagree on and debate over the approaches to solve specific Silicon Photonic problems. However, the high potential of this technology is obvious to everyone. Network infrastructures could experience an evolution and new functionalities could be implemented, which might simplify life or make it more secure.

Even in electronics, there might be tremendous benefits due to the combination with photonic components, and upper frequency limits could be extended by the optical terahertz technology.



## 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](mailto:Ansgar.Traechtler@rtm.upb.de)  
Telefon: +49 5251 | 60 62 77

 [www.hni.upb.de/rtm](http://www.hni.upb.de/rtm)

 acatech


MITGLIED VON DEUTSCHE AKADEMIE DER TECHNIKWISSENSCHAFTEN

## Design, Control, and Optimisation of Intelligent Mechatronic Systems

Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler

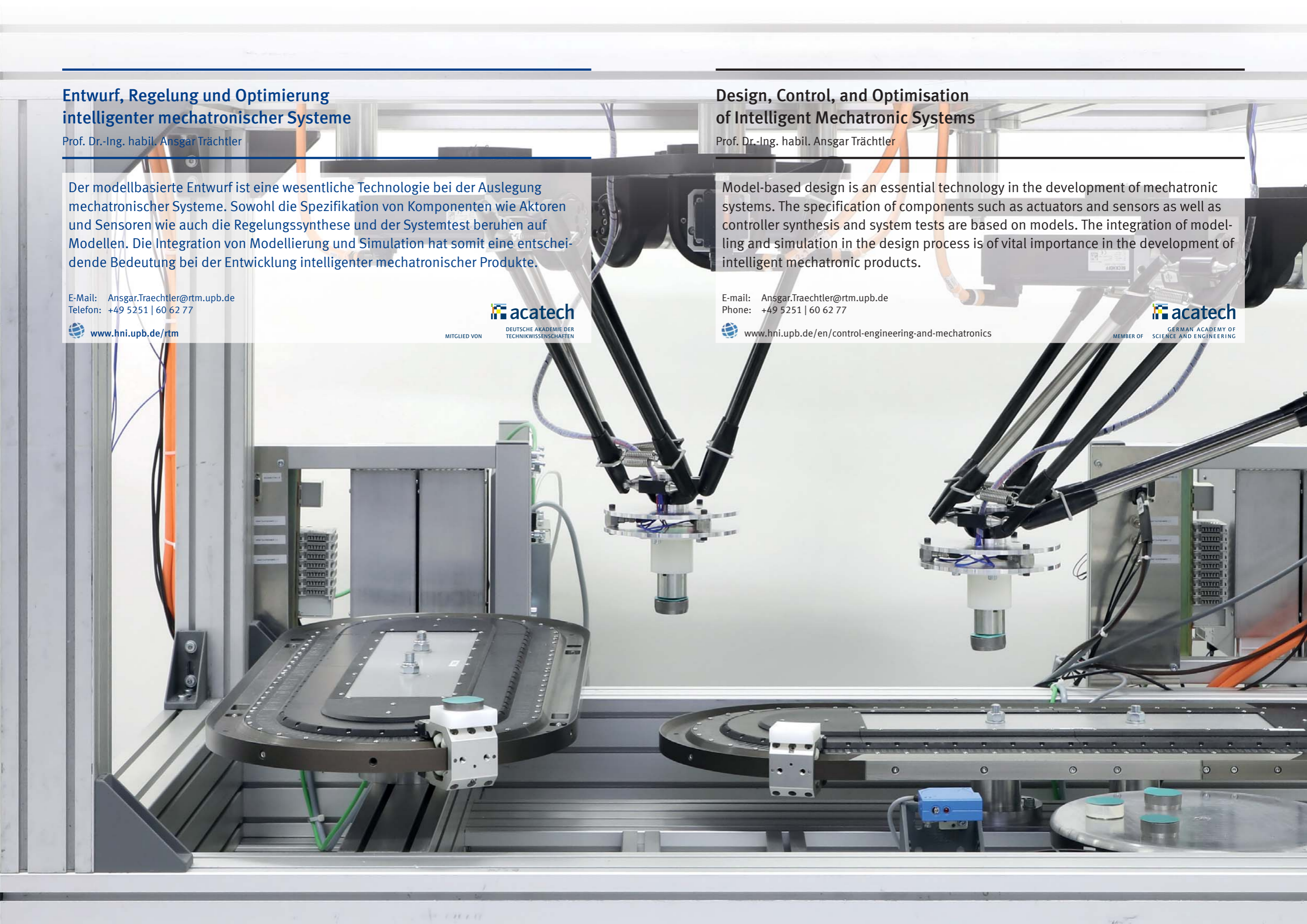
Model-based design is an essential technology in the development of mechatronic systems. The specification of components such as actuators and sensors as well as controller synthesis and system tests are based on models. The integration of modeling and simulation in the design process is of vital importance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

E-mail: [Ansgar.Traechtler@rtm.upb.de](mailto:Ansgar.Traechtler@rtm.upb.de)  
Phone: +49 5251 | 60 62 77

 [www.hni.upb.de/en/control-engineering-and-mechatronics](http://www.hni.upb.de/en/control-engineering-and-mechatronics)

 acatech

MEMBER OF GERMAN AKADEMIE OF SCIENCE AND ENGINEERING





## Fachgruppe Regelungstechnik und Mechatronik

Die Fachgruppe „Regelungstechnik und Mechatronik“ befasst sich schwerpunktmäßig mit innovativen Methoden zum Entwurf von Regelungen und deren Anwendung sowie mit Fragen der Entwurfsmethodik für mechatronische Systeme. Eine Herausforderung liegt in der zunehmenden Vernetzung der betrachteten Systeme, die durch die digitale Transformation rasant befördert wird.

### Modellbasierter Entwurf und Optimierung intelligenter mechatronischer Systeme

Der modellbasierte Entwurf mechatronischer Systeme bildet die Grundlage, um in einer frühen Entwicklungsphase künftige Produkte und ihre Eigenschaften rechnergestützt am Modell zu gestalten und zu analysieren. Unser Ziel ist, die Aussagefähigkeit der Modelle und der am Modell abgeleiteten Produkteigenschaften so zu erhöhen, dass Untersuchungen an aufwendig anzufertigenden Prototypen deutlich reduziert werden können. Auch in der Betriebsphase lassen sich Modelle sehr erfolgreich einsetzen, beispielsweise bei der Online-Diagnose oder beim Condition based Monitoring. Schließlich sind Modelle des dynamischen Verhaltens ein unverzichtbarer Bestandteil bei der Analyse und der Synthese von Regelungen und bei deren Optimierung.

### Modellierung und Analyse des Systemverhaltens

Wir setzen konsequent auf eine physikalisch motivierte Modellierung, welche den Vorteil hat, dass die Modelle transparent und erweiterbar sind und ein tief gehendes Systemverständnis ermöglichen. Die Kunst ist dabei, eine der Aufgabenstellung angemessene Modellierungstiefe zu verwenden, insbesondere wenn die Modelle echtzeitfähig sein müssen. Häufig werden von einem System mehrere Modelle mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad benötigt oder Modelle, die unterschiedliche Aspekte beschreiben, wie z. B. das dynamische Verhalten (regelungstechnisches Modell), die Gestalt (CAD-Modell) oder ein FE-Modell für Lastuntersuchungen. Wir arbeiten an Methoden, um zwischen unterschiedlichen Modellen eine gewisse Durchgängigkeit zu erzielen, beispielsweise durch den Einsatz von Ordnungsreduktionsverfahren. Eine wichtige Anwendung finden Modellierungstechniken bei der Auslegung mechatronischer Systeme. Durch Analysen im Zeit- und Frequenzbereich lassen sich Aktoren und Sensoren hinsichtlich der erforderlichen Eigenschaften, wie z. B. Bandbreite, maximale Kraft oder Leistungsaufnahme, am Modell spezifizieren, woraus

sich weitere Eigenschaften wie Gewicht und Bauraum ableiten lassen. Neben den einzelnen Komponenten lässt sich auch das Verhalten des Gesamtsystems einschließlich Regelung und Software-Implementierung untersuchen.

### Regelungsentwurf und Optimierung

Beim Entwurf von Regelungs- und Steuerungssystemen geht es zum einen um die Sicherstellung eines gewünschten funktionalen Verhaltens (Regelgüte, Robustheit). Bei komplexen hierarchischen Systemen ist es aber ebenso wichtig, durch die Regelungsstruktur die Komplexität beherrschbar zu halten. Hier hat es sich bewährt, auf kaskadierte Regelungsstrukturen zu setzen. Ausgehend von dezentralen, häufig einschleifigen Reglern auf den unteren Ebenen, werden auf höheren Ebenen zunehmend mehrschleifige Regler verwendet. Die Inbetriebnahme der Regler kann dann sukzessiv „von unten nach oben“ erfolgen. Wie bei der Modellierung ist es auch beim Regelungsentwurf wichtig, physikalisch interpretierbare Signalschnittstellen zu verwenden. Optimierungstechniken stellen ein mächtiges Werkzeug beim Entwurf von Regelungen dar. Die Entwurfsanforderungen müssen hierzu als Gütemaße quantifiziert werden. Üblicherweise sind die unterschiedlichen Entwurfsanforderungen gegenläufig, sodass Mehrzieloptimierungsverfahren zum Einsatz kommen, die bestmögliche Kompromisseinstellungen liefern. Wird die Zielgewichtung im Betrieb variiert, sprechen wir von selbstoptimierenden Systemen.

### Lernende Verfahren

Sind die Wirkzusammenhänge für eine physikalische Modellierung zu komplex, setzen wir datenbasierte und lernende Verfahren (machine learning) ein. Unsere Forschungsfragen hierbei liegen in der geeigneten Zusammenführung von Modellwissen und erlerntem, auf Datenanalyse beruhendem, Wissen.

## Workgroup Control Engineering and Mechatronics

The “Control Engineering and Mechatronics” workgroup conducts interdisciplinary research at the interface between mechanical engineering, electrical engineering and information technology. The design of new active system groups by means of a functional approach includes systematic integration, conception and the operation of distributed processes under real-time conditions.

### Model Based Design and Optimisation of Intelligent Mechatronic Systems

The model-based design of mechatronic systems provides the basis for a computer-aided layout and an analysis of future products and their features, using a model created at an early design stage. Our aim is to increase the informative value of the models and of product features derived from the model in a way that will make it possible to significantly reduce the number of expensive tests on elaborate prototypes. Models can also be employed successfully in the operating phase e.g. in online diagnosis or condition-based monitoring. After all, models of dynamic behaviour are an indispensable element in the analysis, synthesis and optimisation of controls.

### Modelling and Analysis of the System Behaviour

The foundation of our work is a physically motivated modelling, which has the advantage that the models are transparent, extendable and provide deeper insights into the system. The challenge is to employ a modelling depth that is appropriate to the task, especially if the models have to fulfil real-time conditions. Often, a system requires several models with different levels of detail, or models that describe different aspects, e.g. dynamic behaviour (in control engineering), shape (CAD model), or an FE model to compute force-induced stress. We are working on methods that aim to give the models a certain consistency, for example, by means of index-reduction method. An important application of modelling methods is the design of mechatronic systems. Following analyses in the time and frequency domains, model-specific actuators and sensors that take the required features into account – such as bandwidth, maximum force, or input power – can be configured. Other features, such as weight or dimensions can then be derived from this specification. In addition to the individual components, the behaviour of the overall system, including control and software implementation, can be examined.

### Controller Design and Optimisation

The design of feedforward and feedback control systems is firstly a matter of obtaining a desired functional behaviour



Hydraulischer Hexapod zum Testen mechatronischer Fahrzeugachsen  
Hydraulic hexapod for testing mechatronic vehicle axles

(quality of control, robustness). However, with complex hierarchical systems it is equally important to keep their complexity manageable by means of the control structure. Here, the use of cascaded control structures has proved its worth. Whereas decentralised, often single-loop controllers are used on the lower levels, multi-loop controllers are increasingly employed on the upper levels. The controllers can thus be put into operation “bottom-up”. As is the case with modelling, the control design also makes use of signal interfaces that can be interpreted physically. Optimisation methods provide a powerful tool for the design of controls. For this purpose, the design requirements have to be quantified to serve as quality criteria. As the different design requirements are usually to some extent contradictory, multi-objective optimisation methods that yield the best possible compromise must be applied. In the case of varying weights of the criteria, we speak of self-optimising systems.

### Learning systems

If physical modeling of the dynamic behaviour is too complex, we also use techniques of machine learning and data-based methods. Our research challenge lies here in an appropriate combination of model-based and data-based knowledge.



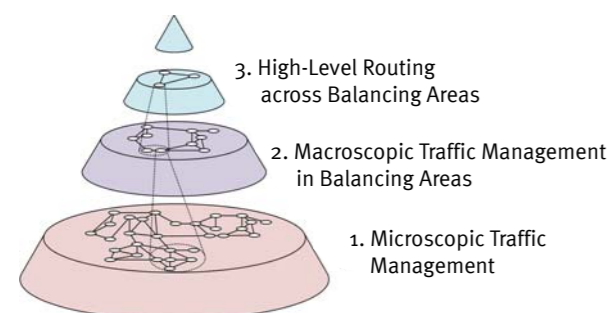
## Hierarchisches autonomes Verkehrsmanagement

### Entwicklung zukünftiger Assistenzsysteme auf Basis des autonomen Fahrens

Das autonome Fahren ist längst nicht mehr nur eine reine Zukunftsvision, denn schon heute fahren teil- oder vollautonome Fahrzeuge auf deutschen Straßen. Durch die fortschreitenden Entwicklungen in der Kommunikationstechnologie werden zukünftig Fahrzeuge untereinander vernetzt sein und ermöglichen so neue intelligente Verkehrsmanagementsysteme, die die Vorteile des autonomen Fahrens maximal ausschöpfen.

Autonomes Fahren hat großes Potenzial, die Verkehrssituation der Zukunft nachhaltig positiv zu beeinflussen. Zum einen dürfte die Sicherheit zunehmen, zum anderen wird erwartet, dass der Verkehr effizienter und umweltfreundlicher wird. Jedoch beschränken sich aktuelle Entwicklungen in dem Bereich des autonomen Fahrens zumeist lediglich auf das Verhalten des eigenen Fahrzeugs und vernachlässigen das restliche Verkehrsgeschehen.

Die Vernetzung autonomer Fahrzeuge durch Kommunikation ermöglicht kooperatives autonomes Fahren mit erheblich weiterreichenden Vorteilen. Beispielsweise wird ein Kreuzungsmanagement möglich, das vernetzte autonome Fahrzeuge kollisionsfrei durch Kreuzungen führt und so Verkehrsleitetechniken wie etwa Lichtsignalanlagen im Idealfall überflüssig macht. Im Rahmen unserer Forschung wird die Vernetzung durch Kommunikation als Schlüsseltechnologie weitergedacht und somit die Entwicklung neuartiger Verkehrsmanagementsysteme möglich, die nicht nur individuelle Ziele einzelner Fahrzeuge, sondern kollektive Ziele mehrerer Fahrzeuge zu berücksichtigen. Beispielhaft sei an dieser Stelle etwa die Vermeidung von Stauungen oder die Optimierung des Verkehrsflusses genannt. Zur Umsetzung verfügt in unserem Ansatz jede Kreuzung über einen Kreuzungsmanager, der einerseits mit anderen Kreuzungsmanagern kommuniziert und Informationen austauscht und andererseits die Fahrzeuge über Routen und Trajektorien derart steuert, dass die zuvor genannten Ziele erreicht werden.



Die drei Ebenen des hierarchischen Verkehrsmanagements  
Three Levels of the Hierarchical Traffic Management System



**Sven Henning, M.Sc.**  
E-Mail: [Sven.Henning@hni.upb.de](mailto:Sven.Henning@hni.upb.de)  
Telefon: +49 5251 | 60 63 20



[www.hni.uni-paderborn.de/rtm](http://www.hni.uni-paderborn.de/rtm)

Die Betrachtung des Verkehrs geschieht im Rahmen unserer Forschung als ein Gesamtsystem, welches durch das hierarchische autonome Verkehrsmanagement beeinflusst wird und aus drei Hierarchieebenen besteht. Auf unterster Ebene werden die Fahrzeuge in mikroskopischer Weise als einzelne Einheiten betrachtet und durch die vernetzten Kreuzungsmanager geeignet gesteuert.

Die mittlere Ebene umfasst einen sog. Bilanzraum, der aus einer Vielzahl von Straßen und Kreuzungen bestehen kann. Besonderheit hierbei ist jedoch, dass die Fahrzeuge nunmehr in makroskopischer Weise, also als Strömungen, betrachtet werden. Dies geschieht in Analogie zu Fluiden, bei der die Fahrzeuge dem Fluid entsprechen und das Straßennetz dem Rohrleitungssystem entspricht. Durch diese Abstrahierung ist es möglich, eine große Menge von Fahrzeugen bei geringem Rechenaufwand intelligent zu beeinflussen. Ziel der mittleren Ebene ist es, die Fahrzeugströme derart zu führen, dass diese nicht ins Stocken geraten.

Auf der obersten Ebene werden alle Bilanzräume der mittleren Ebene berücksichtigt. Ziel ist es hier wiederum, die Verkehrsströme der einzelnen Bilanzräume durch adaptive Routen so zu leiten, dass diese immer im optimalen Zustand verbleiben und nicht überlastet werden.

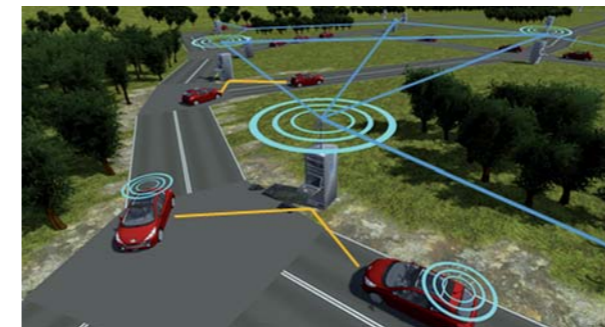
Unsere Vorstellung für das Verkehrsmanagementsystem der Zukunft verspricht daher, die Vorteile des autonomen Fahrens durch die Vernetzung von Komponenten sowie durch Betrachtung des Verkehrs als Gesamtsystem ganzheitlich zu verstärken.

## Hierarchical Autonomous Traffic Management

### Development of Future Assistance Systems based on Autonomous Driving

Autonomous driving seems to be no longer just a vision of the future, as semi- or fully automatic vehicles are already driving on German roads. As a result of the progressing developments in communication technology, vehicles will be connected to each other in the future, thus enabling new intelligent traffic management systems that maximise the benefits of autonomous driving.

Autonomous driving promises to have a substantial, positive impact on the traffic situation of the future. On the one hand, safety is expected to be increased and, on the other hand, traffic is expected to become more efficient and eco-friendly. However, current developments in the field of autonomous driving are mostly limited to the behaviour of one vehicle and neglect the rest of the traffic participants.



Hierarchisches autonomes Verkehrsmanagement  
Hierarchical Autonomous Traffic Management

The advantages of autonomous driving can be enhanced to cooperative driving by adding a communication network between the vehicles. By this, it is possible to manage intersections in such a way that networked autonomous vehicles can pass through without collisions. As a consequence, traffic management techniques, such as traffic light signalling systems, become obsolete in the best case. Within our research, interconnection will be further developed as a key technology and thereby enables the development of innovative traffic management systems. In contrast to autonomous driving, the result is the chance to not only consider individual objectives of single vehicles but also consider the collective objectives of multiple vehicles. One example is at this point the avoidance of traffic jams or the optimisation of the traffic flow.

For the implementation of our approach, each intersection has an intersection manager which, on the one hand, communicates with other intersection managers and exchanges infor-

mation, and, on the other hand, controls the vehicles via given routes and trajectories in such a way that the aforementioned objectives are achieved.

According to our research, the traffic is considered as an overall system, which is influenced by the hierarchical autonomous traffic management and consists of three hierarchy levels. At the lowest level, the vehicles are considered as individual units in a microscopic way and are appropriately controlled by connected intersection managers.

The middle level comprises a so-called balancing area, which can consist of a large number of streets and crossroads. What is special about this, however, is that the vehicles are now regarded in a macroscopic way, i.e. as flows. This is done in similar fashion to fluids, where the vehicles correspond to the fluid and the road network corresponds to the pipeline system. This abstraction enables a large number of vehicles to be intelligently influenced with minimal computing effort. The objective of the middle level is to manage vehicle flows in such a way that they do not come to a standstill.

At the top level, all the balancing areas of the middle level are considered. The objective here, in contrast, is to manage the traffic flows of the individual balancing areas using adaptive routes to ensure that they always remain in optimum conditions and are not congested.

Our vision for the traffic management system of the future, therefore, promises to enhance the benefits of autonomous driving by the networking of components and by consideration of the transport system as a whole.



**Sven Henning, M.Sc.**  
E-mail: [Sven.Henning@hni.upb.de](mailto:Sven.Henning@hni.upb.de)  
Phone: +49 5251 | 60 63 20



[www.hni.upb.de/en/control-engineering-and-mechatronics](http://www.hni.upb.de/en/control-engineering-and-mechatronics)



## Smart Headlamp Technology

### Ressourceneffizienter und vernetzter Entwicklungsprozess für dynamische Scheinwerfersysteme

Aufgrund der voranschreitenden Komplexität und Multifunktionalität moderner Kraftfahrzeugscheinwerfersysteme stellt sich der konventionelle Entwicklungsprozess, basierend auf physikalischen Prototypen, aus ökonomischer Sicht als zunehmend suboptimal heraus. Daher entsteht im Projekt „Smart Headlamp Technology“ erstmals ein ganzheitlicher optimierter Entwicklungsprozess, dessen Kernelement simulationsbasierte Testverfahren bilden.

Der Trend zur Mechatronisierung technischer Produkte ist auch in modernen Kraftfahrzeugscheinwerfersystemen zu verzeichnen, welche hierdurch stetig an Komplexität und Multifunktionalität gewinnen. Dies gilt nicht nur für das eigentliche Produkt und dessen Interaktion mit den Sensoren im Fahrzeug und Informationsgebern im Umfeld, sondern wirkt sich auch maßgeblich auf den begleitenden Entwicklungsprozess aus. Aus diesem Grund wird im Rahmen des Projekts erstmals ganzheitlich die Herausforderung angegangen, einen ressourceneffizienten Entwicklungsprozess für hochauflösende Scheinwerfersysteme mit hoch variablen Lichtfunktionen zu realisieren. Dazu werden die Möglichkeiten der Vernetzung genutzt, um einen Mehrwert für den Nutzer zu schaffen und zugleich realbasierte Fahrdaten zu erheben und diese wieder in den Produktoptimierungsprozess einfließen zu lassen. Das Projekt fokussiert dabei drei zentrale Forschungsschwerpunkte, die jeweils unterschiedliche Analyseaspekte abdecken und dem Entwickler schließlich ein konsistentes Gesamtbild des zu untersuchenden Systems bieten.

#### Virtuelle Testfahrten im Fahrsimulator

Einen Schwerpunkt stellt die modellbasierte Entwicklung und Bewertung hochauflösender Scheinwerferlichtfunktionen mithilfe virtueller Testfahrten im ATMOS-Fahrsimulator des Heinz Nixdorf Instituts dar. Gegenüber dem konventionellen Entwicklungsprozess bietet der simulative Ansatz den Vorteil, relevante Systemfunktionen bereits in einem sehr frühen Entwicklungsstadium und ohne den kostenintensiven Aufbau von physischen Prototypen analysieren und optimieren zu können.

#### Dynamischer Hardware-in-the-Loop-Prüfstand

Unterstützt wird der simulative Ansatz durch den Aufbau eines Hardware-in-the-Loop-Prüfstands (HiLP) im Lichtkanal. Dieser besteht aus einem Industrieroboter, an dessen Endeffektor ein Prototyp des realen Scheinwerfersystems montiert ist. Mittels Simulation der Fahrdynamik durch Mehrkörper-Fahrzeugmodelle werden die virtuellen Fahrzeugbewegungen ermittelt und durch den Industrieroboter reproduziert. Somit ist es möglich, exakte lichttechnische Einflussgrößen dynamisch und innerhalb einer hochgradig reproduzierbaren Umgebung abzubilden


und diese anhand subjektiver und objektiver Bewertungskriterien zu beurteilen.


#### Condition-Monitoring und Self-Healing

Vervollständigt wird die Zielsetzung durch den Aufbau eines Demonstrators an einem Versuchsfahrzeug, mit dem die entwickelten Funktionen bei realen Straßenfahrten geprüft werden können. Dies dient zur Datenaufnahme und zum Test des Scheinwerfersystems durch Condition-Monitoring- und Self-Healing-Funktionalitäten. Mit diesen Mitteln können potenziell auftretende Fehler proaktiv vermieden und die Systemlebensdauer kann durch adaptive Parametrisierung erweitert werden.



Fahrsimulator des Heinz Nixdorf Instituts  
Driving simulator of the Heinz Nixdorf Institute

 Nico Rüdtenklau, M.Sc.  
E-Mail: Nico.Ruedtenklau@hni.upb.de  
Telefon: +49 5251 | 60 63 18

 Gefördert durch: Europäischer Fonds für regionale Entwicklung NRW (EFRE.NRW)

## Smart Headlamp Technology

### Resource-efficient and networked development process for dynamic headlamp systems

Due to the increasing complexity and multifunctionality of modern automotive headlamp systems, the conventional development process based on physical prototypes is proving to be increasingly suboptimal from an economic point of view. For this reason, the project “Smart Headlamp Technology” is the first time an integrated and optimised development process has been developed with simulation-based test methods as its core element.

The trend towards the mechatronisation of technical products is also evident in modern automotive headlamp systems, which are becoming increasingly complex and multifunctional as a result. This applies not only to the actual product and its interaction with the sensors in the vehicle and information providers in the environment, but also has a decisive effect on the accompanying development process. For this reason, the project is the first holistic approach to the challenge of realising a resource-efficient development process for high-resolution headlamp systems with highly variable light functions. The possibilities of networking are used to create added value for the user and, at the same time, collect real-based trip data and then incorporate them into the product optimisation process. The project focuses on three central research priorities, each of which covers the different aspects of analysis and finally provides the developer with a consistent overall picture of the system to be investigated.

#### Virtual test drives in the driving simulator

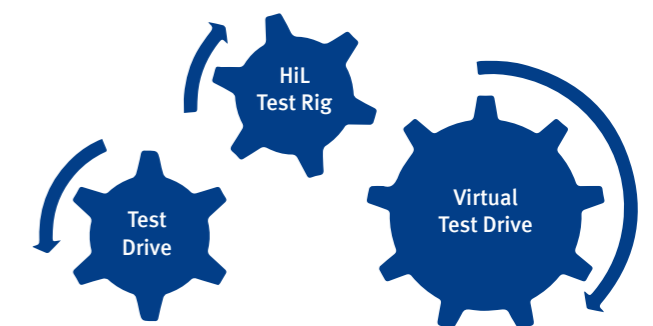
One focus is the model-based development and evaluation of high-resolution headlamp functions using virtual test drives in the ATMOS driving simulator of the Heinz Nixdorf Institute. Compared to the conventional development process, the simulative approach offers the advantage of being able to analyse and optimise relevant system functions at a very early stage of development and without the costly construction of physical prototypes.

#### Dynamic Hardware-in-the-Loop test rig


The simulative approach is supported by the construction of a Hardware-in-the-Loop test rig (HiLT) in the light channel. This consists of an industrial robot with a prototype of the real headlamp system mounted on its end effector. The virtual vehicle movements are determined by simulation of the driving dynamics using multi-body vehicle models and reproduced by the industrial robot. This makes it possible to reproduce exact photometric parameters dynamically and within a highly reproducible environment and to assess them on the basis of subjective and objective evaluation criteria.


#### Condition-Monitoring and Self-Healing

The objective is completed by the assembly of a demonstrator on a test vehicle, with which the developed functions can be tested during real road driving. This is used for data acquisition and for testing the headlamp system by means of condition monitoring and self-healing functionalities. These tools can be used to proactively prevent potential errors and extend the service life by adaptive parameterisation.



3-stufiger Entwicklungsprozess moderner Scheinwerfersysteme  
3-step development process of modern headlamp systems

 Nico Rüdtenklau, M.Sc.  
E-mail: Nico.Ruedtenklau@hni.upb.de  
Phone: +49 5251 | 60 63 18

 Supported by: European Fund for Regional Development NRW (EFRE.NRW)



## Regelungsentwurf einer semiaktiven Sitzfederung

Transferprojekt im Rahmen des Spitzenclusters it's OWL

Im Rahmen des Spitzencluster-Transferprojekts „itsowl-TT-ReSiFe“ wurde in Kooperation mit der Fa. ISRINGHAUSEN aus Lemgo eine semiaktive Sitzfederung entwickelt und prototypisch aufgebaut. Die heute am Markt befindlichen Sitze beinhalten häufig einen manuell einstellbaren hydraulischen Stoßdämpfer. In diesem Projekt wurde ein selbstadaptierender Stoßdämpfer entwickelt und in Betrieb genommen.

### Modellierung der Vertikaldynamik

Für die Entwicklung der semiaktiven Sitzfederung wurde zunächst ein Simulationsmodell erarbeitet, welches die dynamischen Eigenschaften des passiven Schwingensystems möglichst präzise wiedergibt. Bild 1 zeigt einen typischen Schwingsitz für Baumaschinen der Firma ISRINGHAUSEN. Dieser ist auf einer Scherenkinematik gelagert, deren Schwingungseigenschaften über eine Luftfeder und einen verstellbaren Dämpfer vorgegeben werden.

### Entwicklung einer Regelung für eine semiaktive Sitzfederung

Anschließend wurde am Vertikaldynamikmodell die Regelung für eine semiaktive Sitzfederung implementiert und ausgelegt. Als Grundlage diente das theoretische Konzept des „Skyhook-Algorithmus“, dessen Idee darin besteht, die schwingende Sitzmasse mittels eines virtuellen „Luftakens“ zu dämpfen und so gegen störende Anregungen zu stabilisieren. Dieses theoretische Konzept ist natürlich technisch so nicht realisierbar. Ein aktives System mit einem idealen aktiven Kraftsteller zwischen Kabinenboden und Sitzfläche kann diese Eigenschaften aber nahezu vollständig umsetzen. Da dieses aktive System jedoch energie- und kostenintensiv ist, wurde in diesem Projekt eine Kompromisslösung mit verstellbarem Dämpfer realisiert, die die idealen Eigenschaften eines aktiven Federungssystems zwar nicht erreichen kann, dafür aber wesentlich kostengünstiger ist.

Die Simulationsergebnisse zeigten, dass mithilfe eines semiaktiv verstellbaren Dämpfers unter realistischen Bedingungen ca. 10 Prozent Komfortverbesserungen gegenüber dem passiven System erreichbar sind.

### Aufbau und Inbetriebnahme eines Prototypen

Die semiaktive Sitzfederung wurde anschließend an einem Prototyp realisiert und auf einem Hydropulser-Prüfstand (siehe Bild 2) der Fa. ISRINGHAUSEN in Betrieb genommen. Dazu wurde der modellbasiert entwickelte Regelungsalgorithmus mittels automatischem Code-Export auf eine dSPACE-Echt-

zeithardware portiert. Die Messergebnisse am Hydropulser lieferten wichtige Informationen hinsichtlich der Anforderungen an einen semiaktiven Dämpfer.

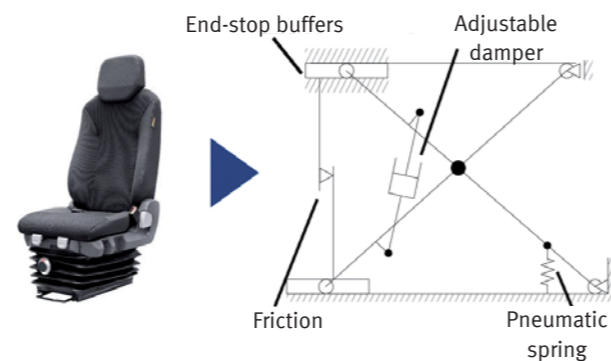




Bild 1: Modellierung der Vertikaldynamik der passiven Sitzfederung  
Figure 1: Modelling of the vertical dynamics of the passive seat suspension system

 **Phillip Traphoener, M.Sc.**  
E-Mail: Phillip.Traphoener@hni.upb.de  
Telefon: +49 5251 | 60 63 33

 Gefördert durch: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
Projektträger: Projektträger Karlsruhe (PTKA)  
Projektpartner: ISRINGHAUSEN GmbH

 [www.hni.upb.de/rtm](http://www.hni.upb.de/rtm)

## Control design for a semi-active seat suspension system

Transfer project within the leading edge cluster it's OWL

As part of the leading edge cluster it's owl transfer project “itsowl-TT-ReSiFe”, a semi-active seat suspension system was developed in cooperation with ISRINGHAUSEN from Lemgo and prototypically implemented. The seats available on today's market usually include a manually adjustable hydraulic shock absorber. In this project, this was to be replaced by a self-adapting shock absorber.

### Modelling of vertical dynamics

For the design of the semi-active seat suspension, a simulation model was developed which represents the dynamic properties of the passive vibration system as precisely as possible. Figure 1 shows a typical swing seat produced by ISRINGHAUSEN. This is mounted on a scissor-type kinematics, in which the dynamic characteristics are determined by a pneumatic spring and an adjustable damper.

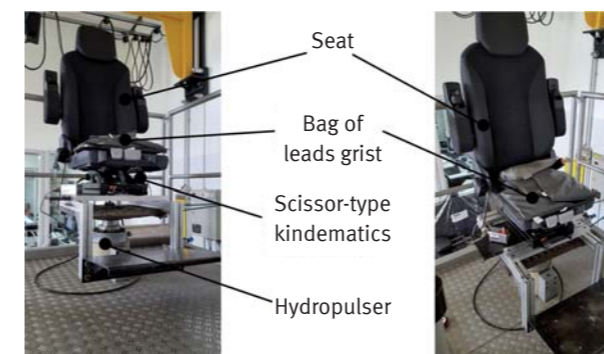


Bild 2: Prototyp der semiaktiven Sitzfederung auf dem Hydropulser-Prüfstand  
Figure 2: Prototype of the semi active seat suspension system on the hydropulser test bench


### Control design for a semi-active seat suspension system

The control system for the semi-active seat suspension system was then implemented and designed using the vertical dynamic model. The theoretical concept of the “Skyhook algorithm” served as a basis for this, whose idea is to stabilise the vibrating seat mass by means of a virtual skyhook against disturbing excitations. Naturally, this theoretical concept is not technically realisable. However, an active system with an ideal actuator between the cabin base and the seat can almost fully exploit these characteristics. However, since this active system is costly and energy-intensive, a compromise solution with an adjustable damper was implemented in this project, which cannot achieve the ideal characteristics of an active suspension system, but is much more cost-effective.

The simulation results showed that with the use of a semi-active adjustable damper under realistic conditions it is possible to achieve approximately 10 per cent comfort improvements compared to the passive system.

### Setup and commissioning of a prototype

The semi-active seat suspension was subsequently implemented on a prototype seat and put into operation on a hydropulser test bench (see Figure 2) of ISRINGHAUSEN. For this purpose, the model-based control algorithm was ported to a dSPACE real-time hardware using automatic code export. The measurement results on the hydropulser provided important information with regard to the requirements for a semi-active damper.

 **Phillip Traphoener, M.Sc.**  
E-mail: Phillip.Traphoener@hni.upb.de  
Phone: +49 5251 | 60 63 33

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

Project management: Project Management Karlsruhe (PTKA)  
Project partner: ISRINGHAUSEN GmbH

 [www.hni.upb.de/en/control-engineering-and-mechatronics](http://www.hni.upb.de/en/control-engineering-and-mechatronics)





»» In der Welt geschieht nichts, worin man nicht den Sinn eines bestimmten Maximums oder Minimums erkennen könnte. (Leonhard Euler) ««

»» Nothing takes place in the world whose meaning is not that of some maximum or minimum. (Leonhard Euler) ««

## Julia Timmermann

Dr.-Ing.  
Regelungstechnik und Mechatronik

Mein Name ist Julia Timmermann und ich bin seit 2008 wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Fachgruppe „Regelungstechnik und Mechatronik“ unter der Leitung von Professor Trächtler. Im Jahr 2013 habe ich meine Promotion mit dem Thema „Optimale Steuerung und Mehrzieloptimierung von dynamischen Systemen untersucht am Beispiel des Mehrfachpendels“ abgeschlossen. Im Jahr 2014 wurde mein Sohn geboren, sodass ich nach meiner Elternzeit im Herbst 2015 als Post-Doc und Gruppenleiterin beruflich wieder eingestiegen bin. Dabei beschäftigt sich meine Fachgruppe mit dem theoretischen und praktischen Regelungsentwurf für mechatronische Anwendungen.

Meine Zeit an der Universität Paderborn begann im Jahr 2003 mit dem Studium der Technomathematik mit Schwerpunkt Fach Maschinenbau. Die Entscheidung für dieses Fach entstand aus meinem Interesse an naturwissenschaftlichen und technischen Fragestellungen und dem Spaß am logischen Denken. Ein Schwerpunkt in dem eher anwendungsorientierten Fach Maschinenbau war mir aber zusätzlich sehr wichtig, da ich auch etwas darüber lernen wollte, meine analytischen Fähigkeiten auf technische Probleme anzuwenden. Während des Studiums bekam ich außerdem die Möglichkeit, als studentische Hilfskraft Einblicke in die Forschung an der Universität zu erlangen, was schließlich dazu führte, dass ich mich für eine Promotion entschied, um mich noch intensiver mit wissenschaftlichen Fragestellungen beschäftigen zu können. Studium und Promotion hatten für mich auch frustrierende Phasen, in denen ich an meinem Vorhaben zweifelte. Durch das Überwinden solcher Zeiten war es mir aber möglich meine Persönlichkeit zu stärken und zu lernen, herausfordernde Aufgaben erfolgreich zu bearbeiten.

Während meiner Promotion habe ich mich mit der Anwendung von modernen Methoden der optimalen Steuerung am Anwendungsbeispiel des Mehrfachpendels auf einem Wagen beschäftigt. Dabei habe ich Antworten darauf gefunden, wie zeit- und energieoptimale Trajektorien für das nichtlineare unteraktuierte Doppelpendel mit chaotischer Dynamik aussehen können. Inzwischen ist meine inhaltliche Arbeit deutlich breiter gefächert, da eine meiner Aufgaben darin besteht, neue Forschungsansätze und Ideen zu entwickeln, zu bewerten und zusammen mit Studierenden und Kollegen zu bearbeiten. Zum Beispiel ist gerade eine studentische Arbeit entstanden, in der wir maschinelle Lernverfahren anwenden und dadurch das Doppelpendel den Aufschwung in die obere Ruhelage selbst erlernen lassen.

## Julia Timmermann

Dr.-Ing.  
Control Engineering and Mechatronics

My name is Julia Timmermann and I have been working as a research assistant in the “Control Engineering and Mechatronics” workgroup under the direction of Professor Trächtler since 2008. In 2013, I completed my PhD with the topic “Optimal control and multi-objective optimisation of dynamic systems investigated using the example of the multiple pendulum”. In 2014, my son was born, so that after my parental leave in autumn 2015 I returned to work as a postdoc and team leader. My workgroup deals with the theoretical and practical control design for mechatronic applications.

My time at the Paderborn University began in 2003 with the study of technomathematics with a major in mechanical engineering. The decision for this subject arose from my interest in scientific and technical questions and the joy of logical reasoning. However, a main focus in the more application-oriented subject of mechanical engineering was also very important to me, as I also wanted to learn something about applying my analytical skills to technical problems. During my studies, I was also given the opportunity to gain insights into research at the university as an undergraduate assistant, which ultimately led me to decide on a doctorate in order to be able to deal with scientific questions even more intensively. For me, my studies and doctorate also had frustrating phases in which I doubted my intentions. By overcoming such times, however, I was able to strengthen my personality and learn to work successfully on challenging tasks.

During my doctorate, I worked on the application of modern methods of optimal control based on the example of using the multiple pendulum on a cart. I found answers to the question of what time- and energy-optimal trajectories for the non-linear underactuated double pendulum with chaotic dynamics can look like. In the meantime, my work is much more diversified, as one of my tasks is to develop new research approaches and ideas, to evaluate them and to work on them together with students and colleagues. For example, a student work has just been created in which we apply machine learning methods and thus let the double pendulum learn how to move into the upper equilibrium position itself.




## Nachdenken über Wissenschaft und Technik

Prof. Dr. phil. Volker Peckhaus

Philosophie untersucht die fundamentalen Sinnbedingungen menschlichen Daseins, die Bedingungen der Möglichkeit von Kultur überhaupt. Dies schließt die Analyse von Grundsatzfragen zu Wissenschaft und Technik ein. Die Fachgruppe untersucht Begründungsfragen zu Einzelwissenschaften ebenso wie Rechtfertigungsfragen im Kontext technischer Innovationen.

E-Mail: [Volker.Peckhaus@upb.de](mailto:Volker.Peckhaus@upb.de)  
Telefon: +49 5251 | 60 24 11


 [kw.upb.de/fach-philosophie](http://kw.upb.de/fach-philosophie)

## Reflecting on Science and Technology

Prof. Dr. phil. Volker Peckhaus

Philosophy investigates the fundamental meaning conditions of human existence, the conditions of the possibility of culture throughout. This includes the analysis of fundamental issues of science and technology. The workgroup examines questions of validity concerning several sciences as well as questions of justification in the context of technical innovations.

E-mail: [Volker.Peckhaus@upb.de](mailto:Volker.Peckhaus@upb.de)  
Phone: +49 5251 | 60 24 11

 [kw.upb.de/en/fach-philosophie](http://kw.upb.de/en/fach-philosophie)

17.3  
LOGICA

17.4  
LOGICA

17.5  
LOGICA

17.6  
LOGICA

17.7  
LOGICA

17.8  
LOGICA



## Fachgruppe Wissenschaftstheorie und Philosophie der Technik

Wissenschaftliche Forschung und ihre Anwendung bei der Entwicklung neuer Technologien bedürfen theoretisch reflektierter Bewertungsmaßstäbe. Deren formale und inhaltliche Bedingungen analysiert die Fachgruppe in historischer und systematischer Perspektive. Das Hauptinteresse gilt der symbolischen Logik und ihrer Geschichte, der formalen Semantik sowie der Philosophie der Mathematik und der Naturwissenschaften.

### Bedingungen wissenschaftlichen Handelns

Zentral für die Arbeit der Fachgruppe ist die Auseinandersetzung mit den logischen und kognitiven Bedingungen des Erkennens und des wissenschaftlichen Handelns. In der Lehre bemüht sich die Fachgruppe speziell in diesen Bereichen um Vermittlung der philosophischen Weise, Fragen zu stellen und Lösungsansätze zu diskutieren. Schwerpunkte liegen in der Methodenlehre und der Theorie wissenschaftlichen Handelns. Sie ermöglichen die Diskussion über Maßstäbe für die Technikfolgenabschätzung.

### Philosophie an der Universität

Als Bestandteil der Studieninhalte des Fachs Philosophie fließen die Themen der Fachgruppe sowohl in den Zwei-Fach-Bachelorstudiengang und den Master der Fakultät für Kulturwissenschaften als auch in die Studiengänge für das Unterrichtsfach Philosophie in mehreren Schulformen ein. Darüber hinaus wird Philosophie fakultätsübergreifend als Standard-Nebenfach für die Bachelorstudiengänge Informatik und Mathematik angeboten.

### Geschichte der Logik, Mathematik und Informatik

Ein Forschungsschwerpunkt der Fachgruppe liegt in der Geschichte der neueren Logik und mathematischen Grundlagenforschung. Untersucht wird die Entwicklung der Logik von der traditionellen Urteilslehre bis hin zur Mathematischen Logik und Beweistheorie. Im Spannungsfeld des Dialoges zwischen Philosophie und Mathematik werden die historischen Bedingungen von Subdisziplinen der jüngeren Mathematik sowie der Theoretischen Informatik rekonstruiert.

### Formale Logik und mathematische Praxis

Im Fokus der Fachgruppe stehen Auseinandersetzungen über den Status der formalen Logik, die im 19. und beginnenden 20. Jahrhundert maßgeblich von Mathematikern vorangetrieben wurden. Diese Diskussionen werden als Ausdruck des Bemühens gesehen, in der mathematischen Praxis entstandene Grundlagenprobleme zu bewältigen. Die Reformierung der Logik ist veranlasst vom pragmatischen Interesse, dem

Mathematiker ein ungehindertes Arbeiten im eigenen Betätigungsfeld zu ermöglichen. Die Fachgruppe fragt nach dem Verhältnis der praktischen Motivation einer neuen Grundlegung mathematischer Forschung zu deren theoretischen Implikationen und Konsequenzen in der Philosophie der Mathematik und Logik. Ein wichtiges Hilfsmittel dieser Arbeiten ist die Database for the History of Logic, eine bibliografische Sammlung mit Porträtarchiv, die in Paderborn aufgebaut wird und interessierten Logikhistorikern offensteht.

### Geschichte der Algebraisierung der Logik

Die Studien zur Philosophie der Mathematik und Logik werden ergänzt durch historische Forschungen zur Mathematisierung logischer Methoden im Kontext der Entstehung der symbolischen Logik im 19. Jahrhundert. Untersucht werden Stadien einer Überführung der klassischen syllogistischen Logik in formalisierbare Calculi, kraft derer Problemlösungsprozesse automatisiert werden sollen. Die Möglichkeit einer konzeptionellen Trennung von Struktur und Interpretation eines Systems wird in diesem Zuge vorbereitet.

### Projekt Leichtbau durch neuartige Hybridwerkstoffe

Die Fachgruppe ist darüber hinaus verantwortlich für die philosophische Begleitforschung im EFRE-Projekt „Leichtbau durch neuartige Hybridwerkstoffe“. Im Anschluss an die Analyse und Rekonstruktion der normativen Argumentationen der involvierten Disziplinen werden die verwendeten Wertesysteme deontologisch modelliert. Diese kritische Reflexion steht im Dienst einer verantwortungsbewussten technischen Rationalität.

## Workgroup Philosophy of Science and Technology

Assessment of scientific and applied research demands deliberate rational standards that are proved to be theoretically sound. Regarding both form and content, we study their conditions by way of historical analyses and systematic enquiries. Our main concerns are with the development of symbolic logic, formal semantics as well as the philosophy of mathematics and the natural sciences.

### Conditions of Scientific Action

Our team is above all dedicated to the logical and cognitive conditions of knowledge and scientific action. Our teaching intends to convey the philosophical approach of querying propositions and of discursively assessing problems relating to these issues. Emphasis is placed on the philosophy of science, epistemology and methodology, and also on the philosophy of technology in its anthropological dimension. These are aids to considering norms for the assessment of the impacts of technological invention.

### Teaching Philosophy

Our workgroup's topics are integrated into the respective areas of study of several degree programmes. They belong to the academic subject Philosophy, which can be chosen as an optional subject in both the Cultural Studies B.A. and the master's degree programme as well as in our teacher training courses. Philosophy is also a supplementary optional subject in the Information Sciences and Mathematics B.A. programmes.

### History of Logic, Mathematics and Computer Sciences

One of our core areas of research is the history of logic and studies in the foundations of mathematics. We focus on the deployment of logic into Mathematical Logic and Proof Theory. Here, the emergence of new sub-disciplines of mathematics and theoretical computer science is viewed in the light of interplay processes between philosophy and mathematics.

### Formal Logic and Mathematical Practice

Our research concentrates on 19th and early 20th century controversies concerning the role of formal logic, a particular subject of debate among mathematicians. We consider their discussions as the expression of an endeavour to overcome foundational problems that had arisen from mathematical practice. Therefore revising logic stems from the pragmatic goal of enabling the working mathematician to make unobstructed progress within their special fields of competence. We intend to analyse how this practical background to a new foundation

of mathematics relates to its impact on theoretical Philosophy of Mathematics and of Logic. An important tool here is the publicly accessible biobibliographic "Database for the History of Logic" that we are currently compiling in Paderborn.

### Algebraization of Logic in a Historical Perspective

Our studies in Philosophy of Mathematics and Logic are supplemented by historical research on the algebraization of the logical method due to the emergence of 19th century symbolic logic. Research is directed towards a gradual conversion of traditional logic into formal calculi, which are supposed to admit automatic processes of logical problem-solving. This indicates an emerging conceptual disjunction of the notions of structure and interpretation.

### Project on Lightweight Construction through Novel Hybrid Materials

Furthermore, the workgroup is responsible for the philosophical investigations within the ERDF-project "Lightweight construction through novel hybrid materials". After analysing and reconstructing the normative aspects in the argumentation-schemes of the cooperating disciplines, the involved systems of values will be modelled by means of deontic logic. This kind of reflection is at the service of a conscientious technical rationality.



## Werteanalyse in den Ingenieurwissenschaften

Eine logische Gratwanderung im EFRE-Projekt „Leichtbau durch neuartige Hybridwerkstoffe“

Im Rahmen des EFRE-Projektes LHybS wird eine modale Diskurslogik zur formalen Modellierung von Wertesystemen in den Ingenieurwissenschaften entwickelt. Hierzu bedarf es philosophischer Maßarbeit, damit die kritische Analyse gelingen kann.


### Der Philosoph als Werkzeugmacher


Logik ist ein unverzichtbares Mittel in der Analyse wissenschaftlicher Argumentationen. Doch nicht alle logischen Werkzeuge sind zur Klärung unserer Gedanken gleichermaßen geeignet. Versagt die logische Abstraktion in der Argumentanalyse, so kann dies zweierlei bedeuten: Das Argument ist defekt oder aber die formale Modellbildung unzureichend. Das Formalisieren folgt keinem Algorithmus und es bedarf stets der Einzelprüfung, ob der Form oder dem Inhalt der Vorzug gegeben wird. So erwiderte einst Peter Strawson auf Paul Grices Formel "If you can't put it in symbols, it's not worth saying" schlagfertig "If you can put it in symbols, it's not worth saying". Es ist mithin eine logische Gratwanderung, wenn in dem vom Europäischen Fond für regionale Entwicklung der EU sowie dem Land NRW finanzierten Projekt „Leichtbau durch neuartige Hybridwerkstoffe“ die Werturteile der beteiligten Fachwissenschaftler formal modelliert und auf ihre Voraussetzungen hin untersucht werden. Auch das Handeln der Ingenieure ist rechtfertigungspflichtig und die philosophische Modellbildung macht diese Wertungen für eine gesellschaftliche Reflexion besser zugänglich. Mittels einer geeigneten Diskurslogik sollen die verwendeten Wertesysteme der Ingenieurwissenschaften durch einen Normenkatalog technischer Rationalität explizit gemacht werden. Doch eine solche Diskurslogik liegt noch nicht vor, sie muss für den speziellen Verwendungskontext zuerst hergestellt werden.

### Das logische Werkzeug

Vor den syntaktischen Herausforderungen steht hierbei die Frage, welcher Typ von Semantik zur Anwendung kommt. Da die mit mögliche Welten operierende Standardsemantik hier nicht geeignet ist, wird im Anschluss an Gottlob Freges inspirierende Bemerkung „Wenn ich einen Satz als notwendig bezeichne, so gebe ich dadurch einen Wink über meine Urteilsgründe“ eine beweistheoretische Semantik entwickelt. Sowohl die alethischen Modalitäten (notwendig, möglich, kontingent) als auch die deontischen (geboden, erlaubt, verboten) werden hierbei über Folgerungsverhältnisse aus Hintergrundwissensbeständen eingeführt. Genau dann, wenn eine Aussage A logisch aus

einem deskriptiven Hintergrundwissen W folgt, gilt A relativ zu W notwendig; bzw. genau dann, wenn ein Sollens-Satz S logisch aus einem Normenkatalog N folgt, ist S relativ zu N geboten. Notwendige Wahrheiten oder Gebote gelten damit ausnahmslos relativ zu einem sie implizierenden Hintergrundwissen. In der Logikforschung gibt es darüber hinaus keinen Konsens, ob eine deontische Modallogik als Erweiterung zu bereits verfügbaren alethischen Modalitäten zu verstehen ist. Für die Philosophie im LHybS-Projekt besteht jedoch einzig die Möglichkeit einer beide Bereiche umfassenden Modallogik. Schon Immanuel Kant formulierte die für Gebote maßgebliche Sinnbedingung: Wenn Handlungen nach sittlicher Vorschrift „geschehen sollen, so müssen sie auch geschehen können“. Das Sollen impliziert das Können, denn es kann nicht sinnvoll gesollt werden, was nicht prinzipiell gekonnt werden kann. Das gilt auch in der Leichtbauforschung. Wertungen und Entscheidungsspielräume eröffnen sich nur innerhalb des prinzipiell Möglichen. Zur Definition des Kalküls werden daher u. a. semi-formale Normen technischer Rationalität eingeführt, die nicht allein aufgrund der Bedeutung der verwendeten logischen Partikel als zulässig erwiesen werden können, sondern erst mit Bezug auf das investierte Wertesystem, die Ethik angewandter Wissenschaften. Sie geben Auskunft über das Verhältnis zwischen dem technisch Möglichen und dem moralisch Gebotenen und werfen damit auch ein Licht auf das Verhältnis von technischer Rationalität und der Moral der Ingenieure.

 **Priv.-Doz. Dr. Matthias Wille**  
E-Mail: willem@mail.upb.de  
Telefon: +49 5251 | 60 27 22

 Gefördert durch: Europäischen Fond für regionale Entwicklung der EU sowie dem Land NRW  
Projekträger: LeitmarktAgentur.NRW, Forschungszentrum Jülich GmbH

 [tecup.de/lhybs](http://tecup.de/lhybs)

## Value analysis in the engineering sciences

A logical balancing act in the EFRE-project "Lightweight construction by novel hybrid materials"

Within the EFRE-project LHybS, a modal discourse logic is being developed for formal modelling value systems in engineering sciences. For this purpose of critical analysis, philosophical custom work is required.


### The Philosopher as a toolmaker


Logic is an indispensable tool for analysing scientific argumentations. However, not all logical instruments are likewise appropriate for clarifying our thoughts. If logical abstraction fails, the argument is defective or formal modelling failed. Formalisation succeeds not along an algorithm, but deserves in every single case the decision of, whether we prefer form or content. In this respect, Peter Strawson retorted once on Paul Grice's formula "If you can't put it in symbols, it's not worth saying" quick-witted "If you can put it in symbols, it's not worth saying". It is, therefore, a logical balancing act, if value judgments by the involved expert scientists within the European Regional Development Fund's project "Lightweight construction by novel hybrid materials", financed by the EU and NRW, have to be modelled by formal means as well as investigated on their presuppositions. Even engineers are liable to justify their decisions, and philosophical modelling ensures for the sake of a social reflection better accessibility to these judgments. By means of an appropriate discourse logic, the value systems in engineering sciences should be made explicit, represented by a catalogue of norms of technical rationality. Such a discourse logic does not exist until now, but such a logic has to be established.

### The logical tool

Before challenging syntax, one has to answer the question of, which type of semantics has to be adopted. Since standard semantics, operating with possible worlds, seems to be inadequate here, we develop a proof-theoretic semantics, following Gottlob Frege's inspiring remark "If I call a proposition necessary, I thereby give a hint about my grounds for judgement". Alethic modalities (necessary, possible, contingent) as well as deontic ones (obligate, permitted, forbidden) are introduced via inferential relationships to sets of background knowledge. A proposition p is necessarily true with respect to a set of descriptive background knowledge K, if and only if p is logically implied by K; resp. it is obliged to do q with respect to a catalogue of norms N, if and only if q is a logical consequence of N. Necessary truth and obligations are without exception valid

with respect to a set of background knowledge. Furthermore, in logical research there is no common opinion as to, whether a deontic modal logic has to be developed as an extension of an underlying system, already dealing with alethic modalities. For the philosophy in LHybS-project, there is only one option available, a modal logic encompassing both types of modalities. Immanuel Kant formulated a substantial meaning condition for obligations: If actions in accordance with moral precepts "should take place, it must be possible for them to take place". "Ought" implies "can" since it would be nonsensical to prescribe an action which cannot possibly be done. This holds even for research on lightweight constructions. Valuations and scopes for decision making are feasible only within the sphere of principal possibilities. For defining the calculus semi-formal norms of technical rationality are introduced among others, which could not be proved valid by the meaning of the involved logical particles alone, but only with respect to the invested value system, the ethics of applied sciences. These norms provide information about the relationship between the technical possibilities and moral obligations and shed some light even on the relationship between technical rationality and the moral of the engineers.

 **Priv.-Doz. Dr. Matthias Wille**  
E-mail: willem@mail.upb.de  
Phone: +49 5251 | 60 27 22

 Supported by: European Regional Development Fund by the EU and NRW  
Project management: LeitmarktAgentur.NRW, Forschungszentrum Jülich GmbH





»» Die Unendlichkeit und das Ewige sind das einzige Gewisse. ««  
(Søren Kierkegaard)

»» The infinity and the eternal are the most certain. ««  
(Søren Kierkegaard)

---

## Myriam-Sonja Hantke

Dr. phil., M.A.  
Wissenschaftstheorie und  
Philosophie der Technik

---

„Das Unendliche hat wie keine andere Frage von jeher so tief das Gemüt der Menschen bewegt; das Unendliche hat wie kaum eine andere Idee auf den Verstand so anregend und fruchtbar gewirkt; das Unendliche ist aber auch wie kein anderer Begriff so der Aufklärung bedürftig“, schreibt David Hilbert (Über das Unendliche, Math. Ann. 95 (1925), 163).

Diese Frage hat mich mein gesamtes Studium begleitet. Ich habe Philosophie, Deutsche Philologie, Politikwissenschaften und Grundzüge der Japanologie an den Universitäten Düsseldorf, Duisburg und Köln studiert und bin dabei dieser Frage nachgegangen: Was ist jenes Unendliche? Wie lässt es sich begreifen? Kann es mittels Begriffen erkannt werden oder wird es dadurch bereits verendlicht?

Diese Frage war für mich zum einen in meiner Magisterarbeit zum Thema ‚F.W.J. Schellings Identitätsphilosophie im Horizont der Kyôto-Schule‘ (München: Iudicium-Verlag, 2005) und in meiner Dissertation ‚Die Poesie der All-Einheit bei Friedrich Hölderlin und Nishida Kitarô‘ (Nordhausen: Verlag Traugott Bautz, 2009) leitend. Wird das Unendliche bei Schelling als Vernunft bzw. absolute Identität, so wird es von Hölderlin als All-Einheit (altgriech. Ἐν καὶ Πᾶν, hen kai pan) verstanden.

Für mich stand aber immer fest, dass diese Frage zugleich auch eine Frage der interkulturellen Philosophie, weswegen ich mich intensiv mit der japanischen Philosophie (Kyôto-Schule) beschäftigt habe, aber auch eine transdisziplinäre Frage ist, die mich zur Philosophie der Mathematik führte. In meiner Habilitationsschrift zum Thema ‚Die Unendlichkeit und ihre Antinomien. Kant, Cantor und die moderne Mathematik und Logik‘ frage ich nach der Unendlichkeit im Spannungsfeld von Philosophie, Kosmologie, Logik und Mathematik.

---

## Myriam-Sonja Hantke

Dr. phil., M.A.  
Philosophy of Science and Technology

---

“No other question has ever moved so profoundly the spirit of man; no other idea has so fruitfully stimulated his intellect; yet no other concept stands in greater need of clarification than that of the infinite”, writes David Hilbert (On the Infinite, Math. Ann. 95 (1925), 163).

I have dealt with this question in all my studies. I studied philosophy, German philology, political science and the basics of Japanese studies at the universities of Düsseldorf, Duisburg, and Cologne, and I followed this question: What is the infinite? How can it be understood? Can it be recognised by means of concepts or is it then a finite being?

This question was influential in my thesis (Magisterarbeit) ‘F.W.J. Schelling’s Philosophy of Identity in the Horizon of the Kyôto School’ (Munich: Iudicium Publisher, 2005) and in my dissertation ‘The Poetry of the All-Unity by Friedrich Hölderlin and Nishida Kitarô’ (Nordhausen: Publisher Traugott Bautz, 2009). The infinite is understood by Schelling as reason or absolute identity and by Hölderlin as all-unity (ancient Greek Ἐν καὶ Πᾶν, hen kai pan).

For me, however, it has always been clear that this question is also a question of intercultural philosophy, which is why I dealt extensively with Japanese philosophy (Kyôto school), but also a transdisciplinary question that led me to the philosophy of mathematics. In my habilitation treatise ‘The Infinity and its Antinomies. Kant, Cantor, and Modern Mathematics and Logic’, I ask for infinity in the matter of debate of philosophy, cosmology, logic, and mathematics.



---

## Weitere Aktivitäten

---

**Publikationen**

**Promotionen**

**Messen, Tagungen, Seminare**

**Patente, Preise, Auszeichnungen**

**Weitere Funktionen**

**Spin-Offs**

**Graduiertenprogramme**

**Aktuelle Forschungsprojekte**

**Aktuelle Industriekooperationen**

**Wissenschaftliche Kooperationen**

---

## Additional activities

---

**Publications**

**PhD Theses**

**Fairs, conferences, seminars**

**Patents, prizes, awards**

**Additional functions**

**Spin-offs**

**School programmes**

**Current research projects**

**Current industry cooperations**

**Scientific cooperations**





## Softwaretechnik

Prof. Dr. Eric Bodden

### Publikationen Publications

Arzt, Steven; Rasthofer, Siegfried; Bodden, Eric: The Soot-based Toolchain For Analyzing Android Apps. In: IEEE/ACM International Conference on Mobile Software Engineering and Systems (MOBILESoft), Mai 2017 ACM, ACM Press

Bernijazov, Ruslan: Early Timing Analysis of Scenario-based Software Requirements.

Bodden, Eric: Self-adaptive static analysis. arXiv:1710.07430, 2017

Fockel, Markus; Holtmann, Jörg; Koch, Thorsten; Schmelter, David: Model-based Requirement Pattern Catalog. tr-ri-17-354, Paderborn, Germany, Okt. 2017

Geismann, Johannes; Pohlmann, Uwe; Schmelter, David: Towards an Automated Synthesis of a Real-time Scheduling for Cyber-physical Multi-core Systems. In: Proceedings of the 5th International Conference on Model-Driven Engineering and Software Development, Jan. 2017

Gerking, Christopher; Schubert, David; Budde, Ingo: Reducing the Verbosity of Imperative Model Refinements by using General-Purpose Language Facilities. In: Guerra, Esther; van den Brand, Mark (Hrsg.) Theory and Practice of Model Transformation, 10th International Conference (ICMT 2017), Lecture Notes in Computer Science, Nr. 10374, S. 19–34, Marburg, 17.–18. Jul. 2017, Springer

Ghassemi, Faezeh; Meyer, Matthias; Pohlmann, Uwe; Priesterjahn, Claudia: Verteilte statische Analyse zur Identifikation von kritischen Datenflüssen für vernetzte Automatisierungs- und Produktionssysteme, Mai 2017

Glanz, Leonid; Amann, Sven; Eichberg, Michael; Reif, Michael; Hermann, Ben; Lerch, Johannes; Mezini, Mira: CodeMatch: Obfuscation Wont Conceal Your Repackaged App. In: Proceedings of the 2017 11th Joint Meeting on Foundations of Software Engineering, ESEC/FSE 2017, S. 638–648, New York, NY, USA, 2017, ACM

Glanz, Leonid; Eichberg, Michael; Eichberg, Michael; Mezini, Mira; Hermann, Ben; Lerch, Johannes; Mezini, Mira: Hermes: Assessment and Creation of Effective Test Corpora. In: Proceedings of the 6th ACM SIGPLAN Internati-

onal Workshop on State Of the Art in Program Analysis, SOAP 2017, S. 43–48, New York, NY, USA, 2017, ACM

Holtmann, Jörg; Bernijazov, Ruslan; Meyer, Matthias; Schmelter, David; Tschirner, Christian: Integrated and Iterative Systems Engineering and Software Requirements Engineering for Technical Systems (Précis). In: Jürjens, Jan; Schneider, Kurt (Hrsg.) Proceedings of the Software Engineering 2017, Lecture Notes in Informatics (LNI), Band P-267, S. 109–110, Feb. 2017, Gesellschaft fuer Informatik

Holzinger, Philipp; Hermann, Ben; Lerch, Johannes; Bodden, Eric; Mezini, Mira: Hardening Java's Access Control by Abolishing Implicit Privilege Elevation. In: 2017 IEEE Symposium on Security and Privacy (Oakland S&P), Mai 2017 IEEE, IEEE Press

Hüwe, Marcus; Pohlmann, Uwe: Formal Definition and Proofs for the MechatronicUML Allocation Specification Language. tr-ri-17-353, Zukunftsmeile 1, 33102 Paderborn, Germany, Apr. 2017

Koch, Thorsten; Holtmann, Jörg; Lindemann, Timo: Flexible Specification of STEP Application Protocol Extensions and Automatic Derivation of Tool Capabilities. In: Proceedings of the 5th International Conference on Model-Driven Engineering and Software Development, Feb. 2017

Krüger, Stefan; Nadi, Sarah; Reif, Michael; Ali, Karim; Mezini, Mira; Bodden, Eric: CognitoCrypt: Supporting Developers in using Cryptography. In: International Conference on Automated Software Engineering (ASE 2017), Tool Demo Track, 31. Okt.–2. Nov. 2017 ACM

Krüger, Stefan; Späth, Johannes; Ali, Karim; Bodden, Eric; Mezini, Mira: CrySL: Validating Correct Usage of Cryptographic APIs. 1710.00564, Okt. 2017

Kübler, Florian; Müller, Patrick; Hermann, Ben: SootKeeper: Runtime Reusability for Modular Static Analysis. In: Proceedings of the 6th ACM SIGPLAN International Workshop on State Of the Art in Program Analysis, SOAP 2017, S. 19–24, New York, NY, USA, 2017, ACM

Lillack, Max; Kästner, Christian; Bodden, Eric: Tracking Load-time Configuration Options. IEEE Transactions on Software Engineering, PP(99): S. 1-1, Sep. 2017

Nguyen, Lisa; Ali, Karim; Livshits, Benjamin; Bodden, Eric; Smith, Justin; Murphy-Hill, Emerson: Just-in-Time Static Analysis. In: International Symposium on Software Testing and Analysis (ISSTA), Jul. 2017

Nguyen, Lisa; Ali, Karim; Livshits, Benjamin; Bodden, Eric; Smith, Justin; Murphy-Hill, Emerson: Cheetah: Just-in-Time Taint Analysis for Android Apps. In: International Conference for Software Engineering (ICSE), Tool Demonstrations Track, Mai 2017

Platenius, Marie Christin; Arifulina, Svetlana; Schäfer, Wilhelm: MatchBox: A Framework for Dynamic Configuration of Service Matching Processes (Extended Abstract). In: Tagung Software Engineering (SE'17), Lecture Notes in Informatics (LNI), Band P-267, S. 81–82, 21.–24. Feb. 2017, Gesellschaft fuer Informatik

Pohlmann, Uwe; Hüwe, Marcus: Model-Driven Allocation Engineering – Abridged Version. In: Jürjens, Jan; Schneider, Kurt (Hrsg.) GI-Edition, Lecture Notes in Informatics, Software Engineering 2017, Proceedings, 2017

Schivo, Stefano; Yıldız, Bugra M.; Ruijters, Enno; Gerking, Christopher; Kumar, Rajesh; Dziwok, Stefan; Rensink, Arend; Stoelinga, Mariëlle: How to Efficiently Build a Front-End Tool for UPPAAL: A Model-Driven Approach. In: Larsen, Kim G.; Sokolsky, Oleg; Wang, Ji (Hrsg.) Dependable Software Engineering, 3rd International Symposium (SETTA 2017), Lecture Notes in Computer Science, Nr. 10606, S. 319–336, Changsha, 23.–25. Okt. 2017, Springer

Schmelter, David; Greenyer, Joel; Holtmann, Jörg: Toward Learning Realizable Scenario-based, Formal Requirements Specifications. In: 4th International Workshop on Artificial Intelligence for Requirements Engineering (AIRE), Lisbon, Portugal, Sep. 2017, IEEE

Späth, Johannes; Ali, Karim; Bodden, Eric: IDEal: Efficient and Precise Alias-aware Dataflow Analysis. In: 2017 International Conference on Object-Oriented Programming, Languages and Applications (OOPSLA/SPLASH), Okt. 2017, ACM Press

van Rooijen, Lorijn; Baeumer, Frederik Simon; Platenius, Marie Christin; Geierhos, Michaela; Hamann, Heiko; Engels, Gregor: From User Demand to Software Service: Using Machine

Learning to Automate the Requirements Specification Process. In: Fourth International Workshop on Artificial Intelligence for Requirements Engineering (AIRE'17) workshop – in conjunction with RE'17, 5. Sep. 2017

Wohlers, Benedict; Dziwok, Stefan; Bremer, Christian; Schmelter, David; Lorenz, Wadim: Improving the Product Control of Mechatronic Systems Using Key Performance Indicators. In: Proceedings of the 24th International Conference on Production Research (ICPR), Aug. 2017, DEStech Publications, Inc.

### Promotionen PhD Theses

#### Matthias Becker Engineering Self-Adaptive Systems with Simulation-Based Performance Prediction

In seiner Dissertation entwickelte Matthias Becker eine Methode zur Vorhersage von Skalierbarkeits- und Elastizitätseigenschaften für sogenannte Web-Scale IT-Systeme. Der Anspruch an diese IT-Systeme ist, dass diese zum einen ausreichend Ressourcen zur Verfügung stellen, um somit steigenden Nutzerzahlen standzuhalten, und zum anderen durch ein elastisches Ressourcenmanagement auch bei schwankenden Nutzerzahlen jederzeit einen wirtschaftlichen Betrieb ermöglichen. In der heutigen Praxis werden die Qualitätseigenschaften der IT-Systeme, Skalierbarkeit und Elastizität, weitestgehend lediglich mithilfe der Erfahrung von Softwaretechnikern abgesichert. Entwurfsfehler und Qualitätsmängel werden oft nur spät im Entwicklungsprozess entdeckt, z.B. erst in der Testphase oder sogar erst im Betrieb. Dadurch kommt es bei der Entwicklung von Web-Scale IT-Systemen zu Verzögerungen oder die Entwicklungsprojekte drohen zu scheitern. Die in der Dissertation entwickelte Vorhersagemethode ermöglicht es Softwaretechnikern, Entwurfsfehler und Qualitätsmängel frühzeitig zu erkennen und damit Verzögerungen und das Scheitern von Projekten zur Entwicklung von Web-Scale IT-Systeme zu verhindern.

#### Stefan Dziwok Specification and Verification of Real-Time Coordination Protocols for Cyber-physical Systems

Cyber-physische Systeme (CPSs) sind die nächste Generation von eingebetteten Systemen, die fortwährend ihre Zusammenarbeit koordinieren,

um anspruchsvolle Funktionen zu erfüllen. Die Koordination zwischen ihnen kann in Software mittels asynchroner Nachrichtenkommunikation realisiert werden. Um die funktionale Korrektheit der Software zu gewährleisten, ist aufgrund der Kritikalität dieser Systeme eine formale Verifikation wie z.B. Model Checking notwendig. Die Spezifikation der Koordination von CPSs auf Ebene des Model Checkers ist jedoch hochgradig komplex und somit fehleranfällig, da Model Checker domänenspezifische Aspekte wie asynchrone Kommunikation nicht direkt unterstützen, wodurch diese vom Softwareingenieur mittels zahlreicher Modellelemente spezifiziert werden müssen. Im Rahmen dieser Arbeit wird daher eine modellgetriebene Methode zur domänenspezifischen Spezifikation und vollautomatischen Verifikation der nachrichtenbasierten Koordination von CPSs präsentiert. Mit Hilfe dieser Methode kann der Softwareingenieur die Koordination kompakt modellieren und muss nicht länger verstehen, wie seine Spezifikation auf der Ebene des Model Checkers ausgedrückt wird. Insgesamt wird die Komplexität für den Softwareingenieur somit deutlich handhabbarer. Bezüglich der Spezifikation einer solchen Koordination definiert die Arbeit eine domänenspezifische Sprache namens Real-Time Coordination Protocols (RTCPs). Darüber hinaus wird eine domänenspezifische Sprache zur Spezifikation von Verifikationseigenschaften eingeführt und Entwurfsmuster für RTCPs präsentiert, um die Anzahl der Modellierungsfehler zu senken. Stefan Dziwok, geboren 1983, studierte Informatik an der Universität Paderborn. Von 2009 bis 2014 arbeitete er als wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Fachgruppe „Softwaretechnik“ am Heinz Nixdorf Institut bei Prof. Dr. Wilhelm Schäfer. Seit Dezember 2014 ist er als wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung „Softwaretechnik“ des Fraunhofer IEM tätig.

#### Jens Friebe Early Performance Analysis of Automation Systems Based on Systems Engineering Models

Der Entwurf und die Auslegung vernetzter Automatisierungssysteme ist eine anspruchsvolle Aufgabe. Während der Entwicklung müssen unterschiedliche Arten von Einflussfaktoren berücksichtigt werden, die die Leistungsfähigkeit einer Speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) beeinflussen können. Werden Leistungsengpässe zu spät erkannt, können kostenaufwändige Korrekturen folgen und die Inbetriebnahme des Systems signifikant verzögern.

Zur Vorhersage der Performanz muss entschieden werden, welche Faktoren entscheidend sind und zu welchem Detailgrad diese erfasst werden müssen. Daher wird in der Regel ein fundiertes Wissen über das System benötigt, dass nicht bis zur disziplinspezifischen Entwicklung verfügbar ist. Unklar ist auch, welche Faktoren die Leistungsfähigkeit einer SPS beeinflussen und wie diese für eine frühzeitige Validierung eines Systemmodells genutzt werden können. Der erste Beitrag dieser Arbeit ist die Identifizierung von Einflussfaktoren, die eine oder mehrere Qualitätseigenschaften eines Automatisierungssystems beeinflussen. Für jeden Faktor wird entschieden, ob dieser bereits in den frühen Entwicklungsstadien identifiziert werden kann, welche Annahmen vom Entwickler getroffen werden müssen und welche Auswirkungen er auf das Gesamtsystem hat. Der zweite Beitrag dieser Arbeit ist eine Methode, die es Entwicklern ermöglicht, diese Einflussfaktoren in Systems Engineering Modelle zu integrieren und zu analysieren. Basierend auf den erweiterten Systems Engineering Modellen können Leistungsprognosen einer ausgewählten SPS durchgeführt werden. Mit den Ergebnissen lassen sich so schon in den frühen Phasen der Entwicklung Designentscheidungen validieren und somit spätere, kostspielige Änderungen vermeiden.

### Messen, Tagungen, Seminare Fairs, conferences, seminars

**Joint Meeting of the European Software Engineering Conference and the ACM SIGSOFT Symposium on the Foundations of Software Engineering (ESEC/FSE) 2017**  
04.–08.09.2017, Paderborn, Germany

**ACM SIGPLAN Conferences on Object-Oriented Programming, Systems, Languages, and Applications (OOPSLA) 2017**  
25.–27.10.2017, Vancouver, Canada

**MobileSoft, The 4th IEEE/ACM International Conference on Mobile Software Engineering and Systems (MOBILESoft) 2017, Tools & Mobile Apps Track**  
22.–23.05.2017, Buenos Aires, Argentina

**International Conference on Runtime Verification (RV) 2017**  
13.–16.09.2017, Seattle, USA



#### International Workshop on Engineering IoT Systems: Architectures, Services, Applications, and Platforms (IoT-ASAP) 2017

04.04.2017, Gothenburg, Sweden

#### International Conference on Automated Software Engineering (ASE) 2017

30.10. – 02.11.2017, Urbana-Champaign, Illinois, USA

#### International Symposium on Software Testing and Analysis (ISSTA) 2017

10. – 14.07.2017, Santa Barbara, California, USA

#### International Conference on Software Engineering (ICSE) 2017

Research Track and Student Research Competition (SRC); declined program board membership due to prior commitments  
20. – 28.05.2017, Buenos Aires, Argentina

#### Patente, Preise, Auszeichnungen Patents, prizes, awards

- Distinguished Paper Award for paper "Just-in-Time Static Analysis" at the 2012 International Symposium on Software Testing and Analysis (ISSTA'12)
- Oracle Collaborative Research Award for Prof. Bodden (April 2017)
- Oracle Collaborative Research Award for Prof. Bodden (August 2017)

#### Weitere Funktionen Additional functions

- Member of the BITKOM Management Club
- Member of the Exchange circle Secure Software Engineering of the Federal Office for Information Security (BSI)
- Associate Editor of the IEEE Transactions on Software Engineering (TSE)
- Editorial Board Member of the IEEE Transactions on Software Engineering
- Steering committee member of the International Symposium on Software Testing and Analysis (ISSTA)
- Steering committee member of the International Symposium on Engineering Secure Software and Systems (ESSOS)
- Steering committee member of the International Workshop on Dynamic Analysis (WODA)
- Steering committee member of the

International Workshop on the State Of the Art in Java Program Analysis (SOAP), also co-founder of the Workshop

- General co-chair of the Joint Meeting of the European Software Engineering Conference and the ACM SIGSOFT Symposium on the Foundations of Software Engineering (ESEC/FSE) 2017
- Program co-chair of the International Symposium on Engineering Secure Software and Systems (ESSOS) 2017
- Advisory Board Member of Compositional Risk Assessment and Security Testing of Networked Systems (RASEN), EU FP7
- Reviewer of Grant Proposals for the Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
- Reviewer of Grant Proposals for Horizon 2020 / European Research Council
- Reviewer of Grant Proposals for the Luxembourg National Research Fund (FNR)
- Reviewer of Grant Proposals for the Research Grant Council (RGC) of Hong Kong
- Reviewer for a variety of journals (ACM, IEEE, Springer et.al.)

#### Aktuelle Forschungsprojekte Current research projects

##### DFG-Projekt CROSSING - 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.

Förderinstitution: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Laufzeit: 1.4.2016 – 30.9.2018

##### DFG-Projekt TESTIFY - Finding and Demonstrating Undesired Program Behavior

In diesem gemeinsamen Projekt mit Andreas Zeller von der Universität des Saarlandes wird versucht, Techniken der statischen Analyse, der Testfallgenerierung und der dynamischen Analyse zu kombinieren. Das Ziel ist es, so viel "interessantes" Laufzeitverhalten von mobilen Applikationen, im besonderen Android Malware, wie möglich zu erkennen. Diese Techniken werden die ersten sein, die zuverlässig auch hochgradig verwirrenden Anwendungen, die eben genau versuchen, solche Analysen durch

Evasions-Techniken zu verhindern, gewachsen sind.

Förderinstitution: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Laufzeit: 2015 – 2018

##### DFG Emmy Noether Program – RUNSECURE – Provably secure program executions through declaratively defined dynamic program analyses

Im Rahmen des Emmy Noether Projects RUNSECURE entwickeln wir eine neuartige Programmiersprache zur Entwicklung nachweislich korrekter Monitore für die dynamische Analyse und Sicherheit. Hierdurch wird es Programmierern ermöglicht, Programme zu erhalten, die vor einer Reihe Klassen von "Vulnerabilities by Design" geschützt sind.

Förderinstitution: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Laufzeit: 2012 – 2018

##### SFB 901 „On-The-Fly Computing“ (2. 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,

Förderinstitution: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Laufzeit: 01.7.2015 – 30.6.2019

##### NRW-Fortschrittskolleg „Gestaltung von flexiblen Arbeitswelten – Menschen-zentrierte Nutzung von Cyber-Physical Systems in Industrie 4.0“

Im NRW-Fortschrittskolleg „Gestaltung von flexiblen Arbeitswelten“ befassen sich Doktorandinnen und Doktoranden der Universitäten Bielefeld und Paderborn mit den Auswirkungen der Industrie 4.0 auf die Arbeitsbedingungen der Beschäftigten. Der Einzug von Cyber-Physical Systems in die industrielle Produktion stellt vielfältige Herausforderungen an die neuartige Rolle des Menschen in einem System hochgradig vernetzter Produktionsanlagen. Zielsetzung des Fortschrittskollegs ist die interdisziplinäre Mitgestaltung dieser zukünftigen Arbeitsbedingungen unter Beteiligung von Geistes- und Ingenieurwissenschaften sowie Einbindung von Branchenverbänden, Gewerkschaften und

Industriepartnern. Die Fachgruppe Softwaretechnik ist maßgeblich am Themenbereich 3 „Anforderungsorientiertes Systems Engineering“ beteiligt.

Förderinstitution: Ministerium für Wissenschaft und Forschung

Laufzeit: 01.08.2014 – 31.12.2018

##### EU-ERASMUS Mundus Projekt, EUROWEB+ – “European Research and Educational Collaboration with Western Balkans”

Ziel ist es, die Bildung eines europäischen und westbalkanischen akademischen Mobilitätsnetzes für das Erreichen hervorragender Leistungen in der Forschung, in der Lehre und im Technologietransfer.

Förderinstitution: EU

Förderzeitraum: 15.07.2014 – 14.07.2018

##### EU-ERASMUS Mundus Projekt, GREEN TECH WB – “Smart and Green Technologies for Innovative and Sustainable Societies in Western Balkans”

„GREEN TECH WB“ – Die Ziele des Projektes sind auf die Entwicklung und Vertiefung der weiteren Zusammenarbeit zwischen der Europäischen Union und den Westbalkanländern im Hochschulbereich ausgerichtet. Durch das Projekt werden insbesondere die Mobilität der begabtesten Studierenden aller Stufen (Bachelor, Master, Doktoranden und Postdoktoranten) und des Hochschulpersonals sowie die Beschäftigungsfähigkeit, die Forschung und der Technologietransfer gestärkt.

Förderinstitution: EU

Laufzeit: 15.07.2014 – 14.07.2018

##### Graduiertenkolleg “Human Centered Systems Security – North Rhine-Westphalian Experts on Research in Digitalization (NERD)”

Wie bei allen Tandemprojekten vom Graduiertenkolleg NERD steht der „Faktor Mensch“ auch bei „IntelliScan“ im Mittelpunkt. Hier werden als Akteure insbesondere Softwareentwickler betrachtet. Dabei sollen zunächst Studien durchgeführt werden, um zu ermitteln, warum Entwickler bei der Implementierung von Softwaresystemen sicherheitsrelevante Programmierfehler begehen. In Folge dessen sollen automatisierte Werkzeuge zur statischen Codeanalyse entwickelt werden, die Entwickler in den Softwareentwicklungsprozessen unterstützen, um Schwachstellen besser und früher zu erkennen.

Förderinstitution: Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen

(MIWF)

Laufzeit: 15.09.2017 – 30.08.2021

#### Wissenschaftliche Kooperationen Scientific cooperations

- FH Dortmund, Prof. S. Sachweh, Prof. M. Hirsch, Stefan Henkler
- TU Darmstadt, Prof. Mira Mezini
- Hasso-Plattner-Institut Potsdam, Deutschland, Prof. H. Giese
- KIT und FZI Forschungszentrum Karlsruhe, Prof. R. Reussner
- Mälardalen Universität, Schweden, Prof. S. Punnekkat
- Technische Universität Darmstadt, FG Real-Time Systems, Darmstadt, Deutschland, Prof. A. Schürr und Prof. Heiko Mantel, Informatik
- Universität aus Banja Luka, Bosnien und Herzegowina Prof. Dr. Petar Maric
- Universität aus Belgrad, Republik Serbien, Prof. Dr. Blagoje Paunovic
- Universität Chemnitz, Prof. Dr.-Ing. Steffen Becker
- Universität Hannover, Prof. J. Greenyer
- Universität Kassel, Prof. A. Zündorf
- Universität Ulm, Prof. Dr. M. Tichy
- Staatsuniversität „Montenegro“ aus Podgorica, Prof. Dr. Andjelko Lojpur
- Universität aus Sarajevo, Bosnien und Herzegowina, Prof. Dr. Samim Konjicija
- Universität „St. Kyrill und Method“ aus Skopje, Mazedonien, Meri Cvetkovska,
- Universität aus Tirana, Albanien, Prof. Dr. Dhori Kule
- Universität Zagreb, Kroatien, Prof. M. Zagar
- Scientific Cooperations
- Delft University of Technology, Arie van Deursen
- The Open University, Andreas Zisman and Amel Bennaceur
- Paderborn University, Germany, Gregor Engels, Wilhelm Schäfer and Heike Wehrheim
- ABB Corporate Research, USA, David Shepherd
- Vrije Universiteit, The Netherlands, Patricia Lago
- University of Alberta, Canada, Karim Ali
- Concordia University, Canada, Peter Rigby
- Iowa State University, USA, Wei Le
- Saarland University, Germany, Andreas Zeller
- Polytechnique Montreal, Canada, Bram Adams
- University of Lugano, Swiss, Walter Binder
- Microsoft, USA, Michaela Greiler
- Otto-von-Guericke University Magdeburg, Sandro Schultze
- University of Chile, Santiago Chile, Alexandre Bergel
- NC State University, Raleigh, USA, William Enck, IMDEA Madrid, Spanien, Alessandra Gorla
- NC State University, Raleigh, USA, Albert Gorski
- McGill University, Montreal, Canada, Laurie Hendren
- Carnegie Mellon University, Pittsburgh, USA, Christian Kästner
- SnT Universität Luxembourg, Luxembourg, Jaques Klein
- SnT Universität Luxembourg, Luxembourg, Yves La Traon
- Penn State University, University Park, USA, Patrick McDaniel
- Northeastern University, Boston, MA, USA, Frank Tip
- Microsoft Research, Redmond, USA, Ben Livshits,
- NC State University, Raleigh, USA, Emerson Murphy-Hill
- University of Alberta, Edmonton, Canada, Karim Ali
- University of Alberta Edmonton, Canada, Sarah Nadi
- Google Inc., Mountain View, USA, Domagoj Babic
- Oracle Inc., Boston, MA, USA, Denis Pilipchuk
- Oracle Labs, Brisbane, Australia, Cristina Cifuentes
- University of Campinas, Campinas, Brasil, Ricardo Dahab
- University of Campinas, Campinas, Brasil, Alexandra Braga
- Google Inc., Zurich, Switzerland, Lisa Nguyen
- University of Oslo, Oslo, Norwegen, Martin Steffen
- University of Bergen, Bergen, Norwegen, Volker Stolz
- University of Oslo, Oslo, Norwegen, Pun Ka I
- Purdue University, West Lafayette, IN, USA, Mathias Payer



## Wirtschaftsinformatik, insb. CIM Business Computing, especially CIM

Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhelm Dangelmaier  
Prof. Dr. Michaela Geierhos  
(seit November 2017 Digitale Kulturwissenschaften,  
Universität Paderborn)

Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhelm Dangelmaier  
Prof. Dr. Michaela Geierhos  
(since November 2017 Digital Humanities,  
Paderborn University)

### Publikationen Publications

Akbulut, Akin; Abke, Stephan; Laroque, Christoph: Automated Model Verification using an Equivalence Test on a Reference Model. In: Chan, W. K. V.; D'Ambrogio, A.; Zacharewicz, G.; Mustafee, N.; Wainer, G.; Page, E. (Hrsg.) Proceedings of the 2017 Winter Simulation Conference (accepted), 3.–6. Dez. 2017 IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.

Akbulut, Akin; Laroque, Christoph; Dangelmaier, Wilhelm: Automatisierte Modellverifikation mithilfe einer Äquivalenzprüfung an einem Referenzmodell. In: Wenzel, Sigrid; Peter, Tim (Hrsg.) Simulation in Produktion und Logistik, S. 189–198, 20.–22. Sep. 2017 ASIM, Kassel University Press

Bäumer, Frederik Simon; Dollmann, Markus; Geierhos, Michaela: Studying Software Descriptions in SourceForge and App Stores for a better Understanding of real-life Requirements. In: Sarro, Federica; Shihab, Emad; Nagappan, Meiyappan; Platenius, Marie Christin; Kaimann, Daniel (Hrsg.) Proceedings of the 2nd ACM SIGSOFT International Workshop on App Market Analytics, S. 19–25, Paderborn, Sep. 2017, ACM

Bäumer, Frederik Simon; Grote, Nicolai; Kersting, Joschka; Geierhos, Michaela: Privacy Matters: Detecting Noctuous Patient Data Exposure in Online Physician Reviews. In: Damasevicius, Robertas; Mikašytė, Vilma (Hrsg.) Proceedings of the 23rd International Conference on Information and Software Technologies, Communications in Computer and Information Science, Band 756, S. 77–89, Druskininkai, Lithuania, Okt. 2017, Springer International Publishing

Bäumer, Frederik Simon: Indikatorbasierte Erkennung und Kompensation von ungenauen und unvollständig beschriebenen Softwareanforderungen. Dissertation, Universität Paderborn, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Paderborn, Band 372, Paderborn, Jul. 2017

Dangelmaier, Wilhelm: Produktionstheorie 1. Springer-Verlag, 2017

Dangelmaier, Wilhelm: Produktionstheorie 2. Springer-Verlag, 2017

Dangelmaier, Wilhelm: Produktionstheorie 3. Springer-Verlag, 2017

Geierhos, Michaela; Baeumer, Frederik Simon: Guesswork? Resolving Vagueness in User-Generated Software Requirements. In: Christiansen, Henning; Jiménez-López, M. Dolores; Loukanova, Roussanka; Moss, Lawrence S. (Hrsg.) Partiality and Underspecification in Information, Languages, and Knowledge, Partiality and Underspecification in Information, Languages, and Knowledge, Kapitel: 3, S. 65–108. Cambridge Scholars Publishing, Sep. 2017

Geierhos, Michaela: Unschärfe bei der Interpretation natürlichsprachlicher Anforderungsbeschreibungen. In: Freitag, Steffen; Geierhos, Michaela; Asmani, Rozbeh; Haug, Judith I. (Hrsg.): Unschärfe – Der Umgang mit fehlender Eindeutigkeit, S. 111–128. Verlag Ferdinand Schöningh, Paderborn, 2017

Helmke, Stefan; Uebel, Matthias; Dangelmaier, Wilhelm (Hrsg.) Effektives Customer Relationship Management. Springer-Gabler, 6. Auflage, Jan. 2017

Kersting, Joschka; Geierhos, Michaela: Using Sentiment Analysis on Local Up-to-the-Minute News: An Integrated Approach. In: Damasevicius, Robertas; Mikašytė, Vilma (Hrsg.) Proceedings of the 23rd International Conference on Information and Software Technologies, Communications in Computer and Information Science, Band 756, S. 528–538, Druskininkai, Lithuania, Okt. 2017, Springer International Publishing

Kersting, Joschka; Geierhos, Michaela; Jung, Hanmin; Kim, Taehong: Internet of Things Architecture for Handling Stream Air Pollution Data. In: Ramachandran, Muthu; Méndez Muñoz, Víctor; Kantere, Verena; Wills, Gary; Chang, Victor (Hrsg.) Proceedings of the 2nd International Conference on Internet of Things, Big Data and Security (IoTBS 2017), S. 117–124, Porto, Portugal, 24.–26. Apr. 2017 INSTICC, SciTePress

Seemann, Nina; Merten, Marie-Luis; Geierhos, Michaela; Tophinke, Doris; Hüllermeier, Eyke: Annotation Challenges for Reconstructing the Structural Elaboration of Middle Low German.

In: Proceedings of the Joint SIGHUM Workshop on Computational Linguistics for Cultural Heritage, Social Sciences, Humanities and Literature, S. 40–45, Vancouver, Canada, 31. Jul.–4. Aug. 2017

van Rooijen, Lorian; Baeumer, Frederik Simon; Platenius, Marie Christin; Geierhos, Michaela; Hamann, Heiko; Engels, Gregor: From User Demand to Software Service: Using Machine Learning to Automate the Requirements Specification Process. In: Fourth International Workshop on Artificial Intelligence for Requirements Engineering (AIRE'17) workshop – in conjunction with RE'17, 5. Sep. 2017

### Promotionen PhD Theses

Stephan Abke  
**Kollaboration in Fakultäten realisiert mit Web-Technologien – Ein konzeptuelles Referenzmodell**  
(voraussichtlich Dezember 2017)

Web 2.0-Technologien finden an Universitäten zunehmend Einsatz. Gegenwärtig stellen sie Teillösungen dar, wie die Begriffe „e-Science“ oder „e-Learning“ verdeutlichen. Zur ganzheitlichen, systemischen Unterstützung der Basiseinheiten an Universitäten liegen hingegen unzureichende wissenschaftliche Erkenntnisse vor. Es bedarf, neben der Unterstützung universitätsweiter Standardprozesse durch Campus Management Systeme, einer weiteren Informationssystem-Klasse, die flexiblen Anforderungen auf Lehr- und Forschungsebene gerecht wird. Unter Berücksichtigung sprachlicher und struktureller Vielfalt im deutschsprachigen Hochschulbereich befasst sich Stephan Abke mit der Frage, ob die Datenbasis von Fakultäts-Management-Systemen zu standardisieren ist. Dazu analysiert er die dem Betrachtungsgegenstand zugrunde liegenden aufbau-, ablauf- sowie informationstechnischen Konzepte und stellt heraus, dass bestehende Ansätze keine ausreichend detaillierten Auskünfte bzgl. Personen, Instanzen und aus ihnen resultierenden Rollen zur Abbildung in einem Kollaborationssystem aufweisen. Darunter liegende Prozesse sowie Erkenntnisse bzgl. produktiver Fakultäts-Kollaborationssysteme liegen unzureichend beschrieben vor. Zur

Lösung der genannten Teilprobleme wird ein Referenz-Datenmodell konstruiert und auf Basis einer Instanziierung evaluiert.

Frederik Simon Bäumer  
**Indikatorbasierte Erkennung und Kompensation von ungenauen und unvollständig beschriebenen Softwareanforderungen**

Die Vision des OTF-Computings sieht vor, dass zukünftig der individuelle Softwarebedarf von Endanwendern durch die automatische Komposition bestehender Softwareservices gedeckt wird. Im Fokus stehen dabei natürlichsprachliche Softwareanforderungen, die Endanwender formulieren und an OTF-Anbieter als Anforderungsbeschreibung übergeben. Hier setzt die Dissertation an, indem sie sich mit Ungenauigkeiten frei formulierter Anforderungsbeschreibungen beim Softwareentwurf auseinandersetzt. Hierfür wird mit CORDULA ein System entwickelt, das sprachliche Unzulänglichkeiten in den Formulierungen unerfahrener Endanwender erkennt und kompensiert. CORDULA unterstützt dabei die Suche nach geeigneten Softwareservices zur Komposition, indem Anforderungsbeschreibungen in kanonische Kernfunktionalitäten überführt werden. Die ad hoc-Konfiguration der Kompensationspipeline, ausgelöst durch festgestellte Defizite in den Anforderungsbeschreibungen der Endanwender, ist ein Alleinstellungsmerkmal.

Jens Weber  
**Modellbasierte Werkstück- und Werkzeugpositionierung zur Reduzierung der Zykluszeit in NC-Programmen**  
(voraussichtlich Dezember 2017)

Durch neuartige Antriebskonzepte von Werkzeugmaschinen, Werkzeuge mit guten Materialeigenschaften, präzise Spindelführungen sowie leistungsstarke Steuerungen ist eine Hauptzeitverringerung marginal möglich, sodass signifikante Fertigungszeitreduzierungen hauptsächlich über die Anteile der Nebenzeiten möglich sind, die die Maschineneinrichtung, insb. Werkstück- und Werkzeugpositionen, betreffen. Durch Werkzeugmachinensimulationen werden Fertigungsszenarien inklusive NC-Programme validiert, wobei die Kollisionsprüfung, der Materialabtrag sowie das Verhalten der Steuerung im Fokus stehen. Eine Rückmeldung und Verbesserung der Einrichtungsituation werden durch die Simulation nicht direkt wiedergegeben. Auch werden NC-Programme in diesem Zusammenhang nicht hinreichend geprüft, bewertet und adhoc

angepasst. Durch variierende Werkstückpositionen können umständliche Werkzeugpfade, Rücklauf-, Anhebe- und Zustellzeiten proaktiv verringert werden und durch bessere Startbedingungen der Werkzeuge ist die Maschineneinrichtung und Werkzeugverwaltung planbar. Die vorliegende Arbeit behandelt ein Verfahren zur automatisierten Generierung von alternativen Werkstück- und Werkzeugpositionen in der Simulationsumgebung und die damit einhergehende simulationsgestützte Überprüfung und NC-Programmanpassung. Ziel ist es, einen Bestand an Werkstück- und Werkzeugpositionen zu erhalten, die eine zeitsparende und gleichzeitig eine kollisionsfreie Fertigung mit Werkzeugmaschinen gewährleisten, um dem Planer zeitintensive Einzelüberprüfungen durch die Simulation zu ersparen und eine erweiterte Datendurchgängigkeit bereitzustellen.

### Patente, Preise, Auszeichnungen Patents, prizes, awards

**Forum WLP verleiht Preis für beste Dissertation an Dr. Frederik Bäumer**

Das Forum für Wirtschaftsinformatik, Logistik und Produktion e.V. zeichnet 2017 Frederik Simon Bäumer für seine Dissertation „Indikatorbasierte Erkennung und Kompensation von ungenauen und unvollständig beschriebenen Softwareanforderungen“ aus.

### Weitere Funktionen Prof. Dangelmaier Additional functions Prof. Dangelmaier

- Mitglied von acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
- Vorstand Graduate School of Logistics, TU Dortmund

### Weitere Funktionen Prof. Geierhos Additional functions Prof. Geierhos

- Mitglied im Jungen Kolleg der Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften und der Künste
- Gewähltes Mitglied im Beirat „Deutsche Biographie“ der Historischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
- Mitglied der Steuerungsgruppe „Frauen gestalten die Informationsgesellschaft“
- Mitglied im Editorial Review Board des

Journal of Business Research für den Bereich „Technology, Interactive and Social Media“

- Gutachterin für den DAAD, die Europäische Kommission, die Alexander von Humboldt Stiftung und das Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz

### Spin-Offs Spin-Offs

#### TAKTIQ GmbH & Co KG

Als Spezialisten für innovative Planungs- und Analyseverfahren machen die Experten die Komplexität in Produktions- und Logistiksystemen beherrschbar, um Kosten zu senken, Kapazitäten zu schaffen und Produktionsabläufe robust und transparent zu gestalten.  
[www.taktiq.de](http://www.taktiq.de)

#### Netskill AG

Die NetSkill AG ist seit 2000 Inhaber und Betreiber von [www.competence-site.de](http://www.competence-site.de). Die Competence-Site ist eines der führenden Kompetenz-Netzwerke im deutschsprachigen Raum für Fragestellungen aus den Bereichen Management, IT, Produktion, Logistik, Finanzen, Immobilien und Recht.  
[www.competence-site.de](http://www.competence-site.de)

#### IPT Software GmbH

Die IPT konzentriert sich in ihrem Wirkungskreis vornehmlich auf die Entwicklung und Einführung industrieller Software-Lösungen. So beschäftigten sie sich in den letzten Jahren mit Aufgaben in den Bereichen Instandhaltungsmanagement, der automatisierten Diagnostik von Fertigungsmaschinen, der präventiven Instandhaltung von Ersatzteilen und der Simulation und Optimierung von Fertigungsprozessen. Hierbei reichte der Aktionsbereich von der hochautomatisierten Automobilfertigung bis hin zur teilautomatisierten Distribution. Von der Einführung bis hin zur Forschung und Entwicklung neuartiger Lösungsansätze. In den nächsten Jahren erweitert die IPT ihren Wirkungskreis gezielt auch auf internationale Märkte.

#### entrice GmbH

entrice ist Spezialist für die Integration dezentraler und mobiler Geschäftspartner und Mitarbeiter. Ziel ist, durch den Einsatz von Internet-Technologien neue Freiheitsgrade für die Organisation zu schaffen, Prozesse effektiver



zu gestalten, Kosten zu reduzieren und Erträge zu steigern. entrice begleitet die Kunden von der Analyse, über die Konzeptphase bis hin zur Realisierung, den Betrieb und die laufende Optimierung der Lösungen und Projekte. Der Kunde profitiert von ausgereiften Werkzeugen (Frameworks und Middleware) sowie von fertigen Lösungsbausteinen, die eine schnelle, kostengünstige und individuelle Umsetzung der Anforderungen garantieren.

#### **Aktuelle Forschungsprojekte** **Prof. Dangelmaier** **Current research projects** **Prof. Dangelmaier**

##### **Grundlagen einer Produktionstheorie**

Im Mittelpunkt der Produktionstheorie steht die Produktivitätsbeziehung zwischen dem Faktoreinsatz und der Ausbringung in Raum und Zeit. Sie entwickelt formale Konstruktionen und Theorien und schlägt diese als Denkgrundlagen für die Konstruktion von Produktionsprozessen vor. Hier sollen möglichst „vernünftige“ Konstruktionen ausgeführt und zugehörige Theorien aufgestellt werden, die bei einer realen Anwendung erfolgreich sind.  
*Förderinstitution: Heinz Nixdorf Institut*  
*Laufzeit: 01.01.2013 – 31.12.2018*

#### **Aktuelle Forschungsprojekte** **Prof. Geierhos** **Current research projects** **Prof. Geierhos**

##### **SFB 901: Teilprojekt B1 – Parametrisierte Servicespezifikation**

Der Arbeitsbereich von Jun.-Prof. Geierhos konzentriert sich auf benutzerfreundliche, natürlichsprachliche Servicespezifikationen für Endanwender ohne informatische Expertise. Daher werden verbale Verschriftlichungen von Service-Anforderungen maschinell analysiert, um Strategien zur Behandlung von Mehrdeutigkeit, Vagheit und Unvollständigkeit im Kontext des On-The-Fly Computing zu entwickeln.  
*Förderinstitution: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)*  
*Laufzeit: 01.07.2015 – 30.06.2019*

##### **PatentConsolidator**

Durch die Kombination verschiedener Methoden der semantischen Informationsverarbeitung soll eine automatisierte Konsolidierung

von Patienten und die Homogenisierung von Eigennamen, wie Firmen- oder Personennamen, erzielt werden. Neben den Anmelddaten (z. B. Name, Anschrift, Vertreter, Erfinder) sollen auch weitere Informationen (z. B. IPC-Klassen zur Kategorisierung von Erfindungen, Zuordnung von Personen zu Unternehmen, Beziehungen von Unternehmen) berücksichtigt werden, bis hin zu Informationen aus dem Inhalt des Patents (z. B. typische Technologien, Branchen). Hierfür wird im Projekt ein neuartiges interaktives Softwarewerkzeug entwickelt, mit dessen Hilfe Anwender intelligente und auf dem maschinellen Lernen basierte Methoden kombinieren, konfigurieren und ausführen können.  
*Partner: InTraCoM GmbH*  
*Förderinstitution: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie*  
*Laufzeit: 15.07.2016 – 31.05.2018*

##### **InterGramm**

Das empirische Forschungsvorhaben untersucht den Sprachausbau des Mittelniederdeutschen vom 13. Jahrhundert bis zum Schreibsprachenwechsel im 16./17. Jahrhundert. Zur interaktiven Grammatikanalyse wird ein Verfahren entwickelt, das maschinelles Lernen mit Expertenfeedback kombiniert. Eine sich in dieser Zeit erst nach und nach entwickelnde Grammatik mittels regelbasierter Textanalyseverfahren und Methoden des maschinellen Lernens im Korpus zu „entdecken“ und auf diese Weise den Sprachwandel evidenzbasiert zu rekonstruieren ist ein Novum. Da dies gleichermaßen sprach- bzw. grammatikhistorisches Wissen sowie Kenntnisse im Bereich der Computerlinguistik und Informatik voraussetzt, ist das Vorhaben als fächerübergreifendes Projekt konzipiert.

*Kooperationspartner: Prof. Dr. Doris Tophinke & Prof. Dr. Eyke Hüllermeier*  
*Förderinstitution: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)*  
*Laufzeit: 16.01.2017 – 15.01.2020*

#### **Aktuelle Industriekooperationen** **Prof. Dangelmaier** **Current industry cooperations** **Prof. Dangelmaier**

##### **Verbesserung der Anwendungsqualität von Beschaffungsprozessen in ERP-Systemen**

Im Rahmen des Projekts bei Knorr Bremse wird ein Kennzahlensystem zur Messung der Anwendungsqualität von Beschaffungsmo-

dellen im Einkauf entwickelt. Die Kennzahlen werden durch Ursache-Wirkungsbeziehungen von SAP-Parametern evaluiert.

*Partner: Knorr-Bremse Systeme für Schienenfahrzeuge GmbH, München*

##### **Automatische Ausplanung einer Variantenfließlinie unter Berücksichtigung von produkt- und prozesseitigen Restriktionen**

Mit Hilfe eines mathematischen Optimierungsverfahrens wird eine kostenoptimale Ausplanung einer Variantenfließlinie ermöglicht. Praxisnahe Restriktionsarten (Bauraumfokus, Ergonomie) werden formalisiert und im Verfahren berücksichtigt. Das Verfahren selbst wird mit praxisnahen Daten aus der Automobilindustrie getestet und validiert.

*Partner: TAKTIQ GmbH & Co. KG, Paderborn*

#### **Aktuelle Industriekooperationen** **Prof. Geierhos** **Current industry cooperations** **Prof. Geierhos**

##### **AutoBuzzWords**

Wie sprechen Personen über ihr Auto? Was wird mit Begriffen wie „Stadtflitzer“, „Dreckschleuder“ oder „Familienkutsche“ assoziiert? Welche Anforderungen ergeben sich aus diesen impliziten Anforderungen an die Motorisierung, Ausstattung, Umweltfreundlichkeit, etc. eines bestimmten Automodells? Ziel dieses vom Software Innovation Campus Paderborn initiierten Projekts ist es, Vokabular zu intuitiven, zielgruppenorientierten Automobilkonfiguration systematisiert zu erfassen.

*Partner: W-AYS GmbH & Co. KG, Paderborn*

##### **Suchmaschinenoptimierung**

Die bestehende Website [www.woehler.de](http://www.woehler.de) hinsichtlich der zumeist unbekannteren aber sensiblen Kriterien der großen Suchmaschinenanbieter zu optimieren, hat aufgrund bestehender Seitenstruktur und Inhalte einen besonderen Schwierigkeitsgrad, da verhindert werden muss, dass sich Veränderungen negativ auf das aktuelle Ranking auswirken.

*Partner: Wöhler GmbH, Bad Wünnenberg*

##### **Machbarkeitsstudie zur maschinellen Textanalyse versicherungsrelevanter Dokumente**

Versicherungen erhalten täglich eine Vielzahl an Dokumenten zur Bearbeitung. Doch wie lässt sich automatisiert erkennen, um welche Art von textueller Information (z. B. Anschreiben,

Rechnung, Gutachten, Vertrag, etc.) es sich hierbei handelt? Ziel dieses Projekts war es zu explorieren, welche Methoden von der OCR über die Klassifikation bis hin zur strukturierten Repräsentation dieser Dokumente im Versicherungskontext erfolgsversprechend sein können.  
*Partner: K4A GmbH, Bad Wünnenberg*

##### **Kategorisieren von Stellenanzeigen und Finden passender Stellenanzeigen**

Gemeinsam mit der Jobware Online-Service GmbH werden Ansätze zur automatischen Klassifikation von Stellenanzeigen und zur semantischen Suche im Job-Portal entwickelt. Als Trainingsdaten stehen mehr als 200.000 Stellenanzeigen zur Verfügung, die bereits händisch kategorisiert sind. Dies bietet die Möglichkeit einerseits regelbasierte Ansätze zur Informationsextraktion mittels Bootstrapping und andererseits maschinelle Lernverfahren zu implementierten, um ein hybrides Verfahren zu schaffen, das sowohl wissensbasiert als auch datengetrieben arbeitet.

*Partner: Jobware Online-Service GmbH, Paderborn*

##### **WöhlerE**

Im Rahmen der Kooperation wird eine Applikation zur Extraktion unternehmensspezifischer Daten in Online-Ressourcen entwickelt, die zukünftig die Bewertung von potentiellen Kunden aus dem SHK-Handwerk in ihrer Unternehmensgröße und -tradition unterstützen soll. Hierfür wird ein überwacht maschinelles Lernverfahren zur Erkennung relevanter Textbausteine in den Selbstdarstellungen und Dienstleistungsbeschreibungen auf den jeweiligen Firmenwebseiten entwickelt.

*Partner: Wöhler Technik GmbH, Bad Wünnenberg*

##### **ContentSA**

Welche Texte werden im Web häufiger gelesen? Führt evtl. eine negative Schlagzeile zu mehr Klicks? Diese Erkenntnisse werden in die automatische Stimmungsanalyse auf redaktionell erstellten Texten bei Content Garden Technologies einfließen, um die Informationsbereitstellung möglichst attraktiv für den Leser zu gestalten.

*Partner: Content Garden Technologies GmbH, Wien*

#### **Wissenschaftliche Kooperationen** **Prof. Dangelmaier** **Scientific cooperations** **Prof. Dangelmaier**

##### **TU Wien**

2013 wurde die Kooperation mit der Universität Wien mit ersten Gedanken zu einem Graduiertenkolleg intensiv fortgesetzt. Äußerlich sichtbar wird dies in der Gastprofessur, die Prof. W. Dangelmaier auch in diesem Jahr wahrgenommen hat. Eine stetig zunehmende Hörerzahl bestätigt die Attraktivität dieser Veranstaltung.

#### **Wissenschaftliche Kooperationen** **Prof. Geierhos** **Scientific cooperations** **Prof. Geierhos**

##### **Korea Institute of Science and Technology Information, Republik Korea, Prof. Dr. Hanmin Jung**

Die Kooperation wurde durch Professor Jungs Gastvorlesung im Masterstudiengang Wirtschaftsinformatik zum Thema „Recent ICT & Business Mind“ im Sommersemester 2016 auf die Lehre ausgeweitet. Durch die zeitweisen Forschungsaufenthalte zweier HNI-Mitarbeiter am KISTI konnten gemeinsame Projekte weiter vorangetrieben werden. Darüber hinaus wird die intensive wissenschaftliche Zusammenarbeit durch gemeinsame Herausgebertätigkeit und zahlreiche Programmkomitee-Mitgliedschaften sichtbar.

##### **Historische Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Prof. Dr. Hans Günter Hockerts**

Seit 2012 ist Prof. Geierhos Beraterin im DFG-Projekt „Entwicklung eines zentralen historisch-biographischen Informationssystems für den deutschsprachigen Raum“, das im Juni 2016 mit dem Workshop „Qualitative Vernetzung, kombinierte Recherche und intelligente Visualisierung“ erfolgreich abgeschlossen wurde. Seit 2014 ist sie ebenfalls gewähltes Mitglied im Beirat der „Deutschen Biographie“.

##### **Ludwig-Maximilians-Universität München, Prof. Dr. Hinrich Schütze**

2017 wurde zum dritten Mal am Centrum für Informations- und Sprachverarbeitung eine zweiwöchige Sommerschule zu „Information Retrieval“ für Studierende der Informatik und Computerlinguistik angeboten.



## Verteilte Eingebettete Systeme

Prof. Dr.-Ing. habil. Falko Dressler  
Jun.-Prof. Dr.-Ing. Christoph Sommer

## Distributed Embedded Systems

Prof. Dr.-Ing. habil. Falko Dressler  
Assistant Prof. Dr.-Ing. Christoph Sommer

### Publikationen Publications

Altintas, Onur; Higuchi, Takamasa; Dressler, Falko: "Gateway Selection for a Virtual Parked Vehicle Network" US Patent Office, US Patent Application, 15/624,045, June 2017

Amjad, Muhammad Sohaib; Gurbuz, Ozgur: "Linear Digital Cancellation with Reduced Computational Complexity for Full-Duplex Radios" Proceedings of IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC 2017), San Francisco, CA, March 2017

Blobel, Johannes; Dressler, Falko: "Sender-Triggered Selective Wake-Up Receiver for Low-Power Sensor Network" Proceedings of 36th IEEE Conference on Computer Communications (INFOCOM 2017), Demo Session, Atlanta, GA, May 2017

Bloessl, Bastian; Segata, Michele; Sommer, Christoph; Dressler, Falko: "Performance Assessment of IEEE 802.11p with an Open Source SDR-based Prototype" IEEE Transactions on Mobile Computing, 2017

Bloessl, Bastian; Klingler, Florian; Missbrenner, Fabian; Sommer, Christoph: "A Systematic Study on the Impact of Noise and OFDM Interference on IEEE 802.11p" Proceedings of 9th IEEE Vehicular Networking Conference (VNC 2017), Torino, Italy, November 2017

Buse, Dominik S: "Coupling Vehicle Simulators" Proceedings of International Conference on Networked Systems (NetSys 2017), PhD Forum, Göttingen, Germany, March 2017

Dressler, Falko; Klingler, Florian; Sommer, Christoph; Cohen, Reuven: "Not All VANET Broadcasts Are the Same: Context-Aware Class Based Broadcast" IEEE/ACM Transactions on Networking, vol. 25 (6), 2017

Erlacher, Felix; Dressler, Falko: "High Performance Intrusion Detection Using HTTP-Based Payload Aggregation" Proceedings of 42nd IEEE Conference on Local Computer Networks (LCN 2017), Singapore, October 2017

Hagenauer, Florian; Sommer, Christoph; Higuchi, Takamasa; Altintas, Onur; Dressler,

Falko: "Vehicular Micro Clouds as Virtual Edge Servers for Efficient Data Collection" Proceedings of 23rd ACM International Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom 2017), 2nd ACM International Workshop on Smart, Autonomous, and Connected Vehicular Systems and Services (CarSys 2017), Snowbird, UT, October 2017, pp. 31–35

Hagenauer, Florian; Sommer, Christoph; Higuchi, Takamasa; Altintas, Onur; Dressler, Falko: "Parked Cars as Virtual Network Infrastructure: Enabling Stable V2I Access for Long-Lasting Data Flows" Proceedings of 23rd ACM International Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom 2017), 2nd ACM International Workshop on Smart, Autonomous, and Connected Vehicular Systems and Services (CarSys 2017), Snowbird, UT, October 2017, pp. 57–64

Hardes, Tobias; Dressler, Falko; Sommer, Christoph: "Simulating a City-Scale Community Network: From Models to First Improvements for Freifunk" Proceedings of International Conference on Networked Systems (NetSys 2017), Göttingen, Germany, March 2017

Higuchi, Takamasa; Joy, Joshua; Dressler, Falko; Gerla, Mario; Altintas, Onur: "On the Feasibility of Vehicular Micro Clouds" Proceedings of 9th IEEE Vehicular Networking Conference (VNC 2017), Torino, Italy, November 2017

Klingler, Florian; Pannu, Gurjashan Singh; Sommer, Christoph; Bloessl, Bastian; Dressler, Falko: "Field Testing Vehicular Networks using OpenC2X" Proceedings of 15th ACM International Conference on Mobile Systems, Applications, and Services (MobiSys 2017), Poster Session, Niagara Falls, NY, June 2017, pp. 178–178

Klingler, Florian; Pannu, Gurjashan Singh; Sommer, Christoph; Dressler, Falko: "Connecting Simulation and Real World: IEEE 802.11p in the Loop" Proceedings of 23rd ACM International Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom 2017), Poster Session, Snowbird, UT, October 2017, pp. 561–563

Memedi, Agon: "Vehicular Visible Light Communications" Proceedings of International Conference on Networked Systems (NetSys 2017),

PhD Forum, Göttingen, Germany, March 2017

Memedi, Agon; Tsai, Hsin-Mu; Dressler, Falko: "Impact of Realistic Light Radiation Pattern on Vehicular Visible Light Communication" Proceedings of IEEE Global Telecommunications Conference (GLOBECOM 2017), Singapore, December 2017

Nabeel, Muhammad; Bloessl, Bastian; Dressler, Falko: "Selective Signal Sample Forwarding for Receive Diversity in Energy-Constrained Sensor Networks" Proceedings of IEEE International Conference on Communications (ICC 2017), Paris, France, May 2017

Nabeel, Muhammad; Bloessl, Bastian; Dressler, Falko: "Low-Complexity Soft-Bit Diversity Combining for Ultra-Low Power Wildlife Monitoring" Proceedings of IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC 2017), San Francisco, CA, March 2017

Ngai, Edith; Dressler, Falko; Leung, Victor; Li, Mo: "Guest Editorial – Special Section on Internet-of-Things for Smart Cities and Urban Informatics" IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 13 (2), pp. 748–750, April 2017

Pannu, Gurjashan Singh; Klingler, Florian; Sommer, Christoph; Dressler, Falko: "QQDCA: Adapting IEEE 802.11 EDCA for Unicast Transmissions at High Topology Dynamics" Proceedings of 9th IEEE Vehicular Networking Conference (VNC 2017), Torino, Italy, November 2017

Segata, Michele; Dressler, Falko; Lo Cigno, Renato: "Let's Talk in Groups: A Distributed Bursting Scheme for Cluster-based Vehicular Applications" Elsevier Vehicular Communications, vol. 8, pp. 2–12, April 2017

Stelzner, Marc; Dressler, Falko; Fischer, Stefan: "Function Centric Nano-Networking: Addressing Nano Machines in a Medical Application Scenario" Elsevier Nano Communication Networks, vol. 14, pp. 29–39, December 2017

### Messen, Tagungen, Seminare Fairs, conferences, seminars

ACM NANOCOM 2017 (4th ACM International Conference on Nanoscale Computing and Communication)  
September 27–29, 2017, Washington, DC

Wissenschafts- und Industrieforum Intelligente Technische Systeme  
May 11–12, 2017, Paderborn, Germany

IEEE INFOCOM 2017 (36th IEEE Conference on Computer Communications)  
May 1–4, 2017, Atlanta, USA

NetSys 2017 (International Conference on Networked Systems)  
March 13–17, 2017, Göttingen, Germany

### Patente, Preise, Auszeichnungen Patents, prizes, awards

- Marie Skłodowska-Curie Post-Doc Fellowship for Bastian Bloessl for his project "PhySim11p: A Realistic Physical Layer Simulation Model for IEEE 802.11p"
- IEEE INFOCOM 2017 Best Demo Award for Johannes Blobel for his demo "Sender-Triggered Selective Wake-Up Receiver for Low-Power Sensor Networks"

### Weitere Funktionen Prof. Dressler Additional functions Prof. Dressler

- Associate Editor (since 2017): IEEE Transactions on Network Science and Engineering
- Associate Editor-in-Chief (since 2016): Elsevier Computer Communications
- Associate Editor (since 2013): IEEE Transactions on Mobile Computing
- Editorial Board (since 2009): Elsevier Nano Communication Networks
- Editorial Board (since 2008): Elsevier Ad Hoc Network
- Executive Committee (since 2017): ACM SIGMOBILE (elected treasurer 2017-2021)
- Executive Board (since 2016): L-LAB ("Light Laboratory" between the Paderborn University and Hella KGaA)
- Board of Directors (since 2016): Heinz Nixdorf Institute
- IEEE COMSOC Conference Council (2016-2017)

- Steering Committee (since 2016): IEEE VNC (IEEE Vehicular Networking Conference)
- Steering Committee (since 2015): IEEE SmartCity (IEEE International Workshop on Smart Cities and Urban Informatics)
- Steering Committee (since 2013): GI/ITG KuVS FG-IVC (GI/ITG KuVS Fachgespräch Inter-Vehicle Communication)
- Steering Committee (since 2012): IEEE/IFIP WONS (IEEE/IFIP Annual Conference on Wireless On demand Network Systems and Services)
- Steering Board (since 2009): GI/ITG KuVS (German Society for Communication and Distributed Systems)

### Weitere Funktionen Jun.-Prof. Sommer Additional functions Jun.-Prof. Sommer

- Editorial Board, ACM/Springer Wireless Networks (WINET)
- Area Editor, Elsevier Computer Communications (COMCOM)
- Elected steering board member 2017-2021, GI/ITG KuVS (German Society for Communication and Distributed Systems)
- Steering Committee, GI/ITG KuVS Fachgespräch Inter-Vehicle Communication
- Steering Committee, ACM/ICST International Workshop on OMNeT++ (now OMNeT++ Community Summit)

### Aktuelle Forschungsprojekte Current research projects

**Car2DC – Hierarchical Vehicular Cloud Computing**  
Establish grand design and technological elements of the Hierarchical Vehicle Cloud platform, which flexibly and dynamically integrates data centers, physical / virtual edge servers, and vehicles to provide ICT services not only for drivers but also for non-driver users, meeting their diverse requirements of performance and cost. *Partners: Network Research Laboratory, University of California, Los Angeles*  
*Funding: Toyota InfoTechnology Center, USA, Inc., Mountain View, CA*  
*Term: 2017–2018*

**Safety4Bikes – Safety assistance system for cycling kids**  
This project aims at the development of assistance system functionalities to improve the

safety of kids on bicycles using behavior prediction and wireless communication technologies. *Partners: GeoMobile GmbH, Carl von Ossietzky University Oldenburg, Gesellschaft für empirische soziologische Forschung e.V., OFFIS e.V., UVEX SPORTS GROUP GmbH & Co. KG, Distributed Embedded Systems, Paderborn University, Valtech GmbH, PFAU Tec GmbH*  
*Funding: BMBF*  
*Term: 2017–2019*

### APPSTACLE – open standard Application Platform for carS and Transportation vehicles Description

Today automotive software-intensive systems are developed in silos by each car manufacturer or original equipment manufacturer (OEM) in-house. This approach cannot meet the long-term challenges of the industry. One solution is to establish a standard car-to-cloud connection, open for external applications and the use of open source software wherever possible without compromising safety and security. The APPSTACLE result will include an open and secure cloud platform that interconnects a wide range of vehicles to the cloud via open in-car and Internet connection and is supported by an integrated open source software development ecosystem. *Partners: Assystem Germany GmbH, Germany; BHTC, Germany; Bosch Software Innovations GmbH, Germany; Dortmund University of Applied Sciences and Arts, Germany; Eclipse Foundation Europe GmbH, Germany; Eindhoven University of Technology, Netherlands; Ericsson, Finland; Fraunhofer, Germany; Haltian Oy, Finland; KoçSistem, Turkey; Link Motion, Finland; NETAŞ, Turkey; NXP Semiconductors, Netherlands; Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Norway; Otokar, Turkey; Robert Bosch GmbH, Germany; SecurityMatters BV, Netherlands; Technolution, Netherlands; Tieto, Finland; University of Oulu, Finland; Paderborn University, Germany; taskit GmbH, Germany*  
*Funding: BMBF*  
*Term: 2017–2019*

### SPEAR – Smart Prognosis of Energy with Allocation of Resources

SPEAR aims to develop a flexible optimization platform that helps to optimize a broad spectrum of industrial production processes in terms of energy-related aspects. The platform will be used to optimize the energy of existing or new production plants. SPEAR's main innovative aspect is the mirroring of the production

plant's energy consumption by simulating extended behaviour models of production components and plants on low-cost hardware. *Partners: Abalia; ÅF-Industry AB; Aktas Holding; Algoryx Simulation; Autoproc GmbH & Co. KG; EKS InTec GmbH; ENTES Elektronik Cihazlar Imalat ve Ticaret A.S.; Experis ManpowerGroup, S.L.U.; FFT Produktionssysteme GmbH + Co.KG; IDEPA INDÚSTRIA DE PASSAMANARIAS, LDA; ISEP-GE CAD; let's dev GmbH & Co. KG; Reeb-Engineering GmbH; Ruhr-Universität Bochum; Sensing & Control Systems S.L.; SISTRAD Software Consulting, S.A.; Technische Universität Berlin; TWT GmbH Science & Innovation; University of Madrid Carlos III; Paderborn University; Chalmers tekniska högskola AB; Volvo Car Corporation*  
*Funding: BMBF, ITEA 3*  
*Term: 2017 – 2020*

#### V-VLC – Visible Light based Vehicular Communication

Visible light represents a new communication opportunity for vehicular networking applications. Compared to RF-based communications, VLC offers robustness against jamming attacks, a smaller interference domain, and a huge license-free spectrum. On the other hand, in outdoor scenarios such as car-to-car communication, VLC is susceptible to ambient light and weather conditions. In our research, we focus on the lower layers, working on circuit design and prototypes to enable vehicle-to-vehicle communication using real vehicular lighting modules, as well as on higher layers, working on medium access schemes in the vehicular domain. This work is accompanied by research on simulation techniques to assess protocols and concepts of Visible Light based Vehicular Communication. *Partners: National Taiwan University (NTU); E-Lab (HELLA Group), Lippstadt, Germany*  
*Funding: funded in part by E-Lab (HELLA Group), collaboration with National Taiwan University (NTU)*  
*Term: since 2016*

#### Hy-Nets – Efficient Hybrid Propulsion using Vehicular Networks

The objective of the Hy-Nets project is to develop a novel approach for improving the resource and energy efficiency of connected hybrid cars: hybrid propulsions on a test bench will be coupled with an environmental simulation of the vehicles as well as of the communication between the connected cars. This way, new insights can be derived of their influence in

realistic city environments. *Partners: dSPACE GmbH; DENSO AUTOMOTIVE Deutschland GmbH; Distributed Embedded Systems, Department of Computer Science, Paderborn University; Institute for Combustion Engines VKA, RWTH Aachen; City of Paderborn (associated partner); Ingenieurbüro Geiger & Hamburgier (associated partner)*  
*Funding: EU/EFRE.NRW*  
*Term: 2016 – 2018*

#### RESIBES – Disaster-resilience by helper networks for emergency response

RESIBES aims to increase community resilience by involving private persons, nonprofit associations or companies in a coordinated crisis response. RESIBES investigates how to establish helper networks prior to eventual disasters and how to make use of the human and material resources provided by these networks and eventual additional spontaneous helpers in crisis response. *Partners: Deutsches Rotes Kreuz, Frankfurt am Main; Atos IT Solutions and Services GmbH; mainis IT-Service GmbH; Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau; C-LAB und Heinz-Nixdorf Institut, Paderborn University*  
*Funding: BMBF*  
*Term: 2016 – 2019*

#### Offloading Strategies for Energy Efficient Smartphone

One possible solution to deal with the continued growth of mobile data and reduce the pressure on battery capability is to use data offloading. We mainly focus on the network parameters that affect the offloading performance. An aim of this research is also to investigate if it is possible to build up an energy consumption model that support making offloading decision for energy efficiency. *Funding: VIED (Vietnam International Education Development)*  
*Term: 2015 – 2018*

#### E<sup>2</sup>SO – Energy Efficient Management and Self-organized Operation in Sensor Networks

Within DFG research group BATS (Dynamic Adaptable Applications for Bats Tracking by Embedded Communicating Systems), this project focuses on challenges related to the efficient communication with integrated self-organizing data management in highly dynamic sensor networks. The communication primitives to be developed primarily target the operation with limited energy and other systems resources.

*Partners: Paderborn University; FAU Erlangen; Humboldt University Berlin; TU Braunschweig*  
*Funding: DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft)*  
*Term: 2012 – 2018*

#### Heterogeneous Vehicular Networking

The goal of this project is to research how to unify, and make efficient use of, short range wireless radio communication and cellular communication for vehicular networking. *Partners: Distributed Embedded Systems, Department of Computer Science, Paderborn University; Network Research Lab, University of California, Los Angeles*  
*Funding: collaboration with University of California, Los Angeles (UCLA)*  
*Term: since 2012*

#### WiME – Wireless Measurement and Experimentation

It is difficult to gain an intuitive understanding of the behavior of wireless networks in all their complexity. Analytical methods or simulation models often abstract too much from the physical conditions. We are developing prototypes to gain a better and, above all, very accurate understanding on an experimental basis. The prototypes are also the basis for new developments and research. *Partners: Distributed Embedded Systems, Department of Computer Science, Paderborn University; Department of Information Engineering and Computer Science, University of Trento, Italy*  
*Term: 2011 – 2017*

#### C3 – Cloud Connected Cars

We aim to build the intersection cloud traffic information system, which provides a signal-less intersection service. At this stage the intersection cloud has to support IEEE 802.11p or LTE based communication between the cars and itself. *Funding: DENSO AUTOMOTIVE Deutschland GmbH*  
*Term: 2016 – 2017*

#### Car4ICT – Cars enable future information and communication technologies

This R&D project aims to investigate vehicles as the main ICT resource. The objective is to make vehicles serving as information or radio hubs for the entire society. *Funding: Toyota InfoTechnologies Center Co. Ltd., Japan and USA*  
*Term: 2014 – 2017*

## Strategische Produktplanung und Systems Engineering

Seniorprofessur Prof. Jürgen Gausemeier

### **Publikationen** **Publications**

Abdelgawad, Kareem; Gausemeier, Jürgen; Dumitrescu, Roman; Grafe, Michael; Stöcklein, Jörg; Berssenbrügge, Jan: Networked Driving Simulation: Applications, State of the Art, and Design Considerations. In: Designs – International Journal of Engineering Designs, Band 1, S. 4.1 – 4.17, Basel, Switzerland, Jun. 2017, MDPI AG

Abdelgawad, Kareem; Gausemeier, Jürgen; Grafe, Michael; Berssenbrügge, Jan: Interest Manager for Networked Driving Simulation Based on High-Level Architecture. In: Designs – International Journal of Engineering Designs, Band 1, S. 3.1 – 3.11, Basel, Switzerland, Mai 2017, MDPI AG

Abdelgawad, Kareem; Gausemeier, Jürgen; Stöcklein, Jörg; Grafe, Michael; Berssenbrügge, Jan; Dumitrescu, Roman: A Platform with Multiple Head-Mounted Displays for Advanced Training in Modern Driving Schools. In: Designs – International Journal of Engineering Designs, Band 1, S. 8.1 – 8.14, Basel, Switzerland, Okt. 2017, MDPI AG

Abdelgawad, Kareem; Gausemeier, Jürgen; Trächtler, Ansgar; Gausemeier, Sandra; Dumitrescu, Roman; Berssenbrügge, Jan; Stöcklein, Jörg; Grafe, Michael: An Application-Oriented Design Method for Networked Driving Simulation. In: Designs – International Journal of Engineering Designs, Band 1, S. 6.1 – 6.47, Basel, Switzerland, Sep. 2017, MDPI AG

Brandt, Sascha; Jähn, Claudius; Fischer, Matthias; Gerges, Maria; Berssenbrügge, Jan: Automatic Derivation of Geometric Properties of Components from 3D Polygon Models. In: Proceedings of the ASME 2017 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference (accepted), Cleveland, USA, 6. – 9. Aug. 2017, ASME

Drewel, Marvin; Frank, Maximilian; Gausemeier, Jürgen: Optionen des Maschinenbaus in der Plattformökonomie von morgen. In: Gausemeier, Jürgen (Hrsg.) Vorausschau und Technologieplanung, Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, Band 374, S. 361 – 380, Nov. 2017, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Paderborn

Drewel, Marvin; Gausemeier, Jürgen; Kluge, Andre; Pierenkemper, Christoph: Erfolgsgarant digitale Plattform – Vorreiter Landwirtschaft. In: Wissenschaftsforum Intelligente Technische Systeme (WinTeSys) 2017, Band 369, S. 53 – 66, 11. – 12. Mai 2017, Heinz Nixdorf Institut, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Paderborn

Dülme, Christian; Echterfeld, Julian; Gausemeier, Jürgen; Hannes, Lisa: Digital Transformation of Product Portfolios – Future-oriented Consolidation as Key Enabler. In: Hörlesberger, M.; Hribernik, B. (Hrsg.) IAMOT 2017 – Proceedings of the 26th International Association for Management of Technology Conference, 15. – 19. Mai 2017

Dülme, Christian; Gausemeier, Jürgen; Hannes, Lisa: Zukunftsorientierte Konsolidierung von Produktportfolios. In: Binz, Hansgeorg; Bertsche, Bernd; Bauer, Wilhelm; Spath, Dieter; Roth, Daniel (Hrsg.) Tagungsband zum Stuttgarter Symposium für Produktentwicklung (SSP), Jun. 2017, Fraunhofer Verlag

Dülme, Christian; Lehner, Markus: Ganzheitliches Programm-Management – ein Ansatz zur zukunftsorientierten Portfoliooptimierung. In: Gausemeier, Jürgen (Hrsg.) Vorausschau und Technologieplanung, Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, Band 374, S. 75 – 100, Nov. 2017, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Paderborn

Echterfeld, Julian; Dülme, Christian; Gausemeier, Jürgen: Gestaltung von Produktstrategien im Zeitalter der Digitalisierung. In: Wissenschaftsforum Intelligente Technische Systeme (WinTeSys) 2017, Band 369, S. 67 – 91, Mai 2017 Heinz Nixdorf Institut, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Paderborn

Echterhoff, Benedikt; Hagelskamp, Thomas; Rabe, Martin; Gausemeier, Jürgen: Developing functionally validated business concepts. In: Proceedings of the 2017 ISPIIM Innovation Conference, 2017 International Society for Professional Innovation Management (ISPIIM), ISPIIM Innovation Forum

Echterhoff, Benedikt; Kellermeier, Eike; Rabe, Martin; Dumitrescu, Roman (Hrsg.) Integrative Entwicklung und Erprobung von Geschäftsmodellkonzepten. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, Band 374, 2017, Ver-

## Strategic Product Planning and Systems Engineering

Senior Professorship Prof. Jürgen Gausemeier

lagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Paderborn

Echterhoff, Benedikt; Koldewey, Christian; Gausemeier, Jürgen: Pattern based business model development – identification, structuring and application of business model patterns. In: Proceedings of the ISPIIM Innovation Forum, Mrz. 2017 International Society for Professional Innovation Management (ISPIIM), ISPIIM Innovation Forum

Echterhoff, Olga: Systematik zur Erarbeitung modellbasierter Entwicklungsaufträge. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, Band 362, 2017

Eckelt, Daniel: Systematik zum innovationorientierten Intellectual Property Management. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, Band 373, 2017

Engels, Gregor; Plass, Christoph; Rammig, Franz-Josef; Drewel, Marvin: IT-Plattformen für die Smart Service Welt – Verständnis und Handlungsbedarfe., 2017

Gausemeier, Jürgen: Systemisch denken und handeln. markt & wirtschaft westfalen – Das Wirtschaftsmagazin für zukunftsorientierte Unternehmer: S. 16 – 17, Okt. 2017

Gausemeier, Jürgen: Vorausschau und Technologieplanung. 13. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, Band 374, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Paderborn, Dez. 2017

Gausemeier, Jürgen; Dumitrescu, Roman: Advanced Systems Engineering für die Produktentstehung von morgen. In: Festkolloquium anlässlich des 60. Geburtstags von Prof. Albert Albers, Apr. 2017

Gausemeier, Jürgen; Kage, Martin: Innovationsroadmapping am Beispiel der Additiven Fertigung. In: Möhrle, Martin G.; Isenmann, Ralf (Hrsg.) Technologie-Roadmapping, Kapitel: Innovationsroadmapping am Beispiel der Additiven Fertigung Springer Verlag, 4. Auflage, 2017

Gausemeier, Jürgen; Kage, Martin: Stand und Perspektiven der Additiven Fertigung. ZWF, Zeitschrift für wirtschaftliche Fabrikplanung, 112(7 – 8): S. 459 – 464, Jul. 2017



Gausemeier, Jürgen; Koldewey, Christian; Echterhoff, Benedikt: Geschäftsmodelle finden für Industrie 4.0 – Integrative Entwicklung von Geschäftsmodellen und Wertschöpfungssystemen. mav – Innovation in der spanenden Fertigung: S. 22 – 25, Okt. 2017

Gausemeier, Jürgen; Wieseke, Jan; Echterhoff, Benedikt; Isenberg, Lukas; Koldewey, Christian; Mittag, Tobias; Schneider, Marcel: Mit Industrie 4.0 zum Unternehmenserfolg – Integrative Planung von Geschäftsmodellen und Wertschöpfungssystemen. , Mai 2017

Gausemeier, Pia; Frank, Maximilian; Koldewey, Christian: Einführung von Industrie 4.0 in die Miele Produktion – Ein Erfahrungsbericht. In: Wissenschaftsforum Intelligente Technische Systeme (WInTeSys) 2017, Band 369, S. 93 – 108, 11. – 12. Mai 2017, Heinz Nixdorf Institut, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Paderborn

Hobscheidt, Daniela; Westermann, Thorsten; Dumitrescu, Roman; Dülme, Christian; Gausemeier, Jürgen; Heppner, Holger; Maier, Günter: Soziotechnische Leistungsbewertung von Unternehmen im Kontext Industrie 4.0. In: Wissenschaftsforum Intelligente Technische Systeme (WInTeSys) 2017, Band 369, S. 11 – 24, 11. – 12. Mai 2017, Heinz Nixdorf Institut, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Paderborn

Holtmann, Jörg; Bernijazov, Ruslan; Meyer, Matthias; Schmelter, David; Tschirner, Christian: Integrated and Iterative Systems Engineering and Software Requirements Engineering for Technical Systems (Précis). In: Jürjens, Jan; Schneider, Kurt (Hrsg.) Proceedings of the Software Engineering 2017, Lecture Notes in Informatics (LNI), Band P-267, S. 109 – 110, Feb. 2017, Gesellschaft für Informatik

Iwanek, Peter: Systematik zur Steigerung der Intelligenz mechatronischer Systeme im Maschinen- und Anlagenbau. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, Band 366, 2017

Kage, Martin; Krueger, Christian; Gausemeier, Jürgen (Hrsg.) Positioning in technology-induced Business Ecosystems like Additive Manufacturing. Proceedings of the 2017 ISPIIM Innovation Forum, Mrz. 2017, International Society for Professional Innovation Management (ISPIIM)

Kage, Martin; Schneider, Marcel; Gausemeier, Pia: Positionierung in technologie-induzierten Wertschöpfungsnetzwerken. In: Gausemeier, Jürgen (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung, Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, Band 374, S. 103 – 128, Nov. 2017, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Paderborn

Kliewe, Daniel: Entwurfssystematik für den präventiven Schutz Intelligenter Technischer Systeme vor Produktpiraterie. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, Band 365, Jan. 2017

Mittag, Tobias; Schneider, Marcel; Gausemeier, Jürgen; Rabe, Martin; Kühn, Arno; Dumitrescu, Roman: Auswirkungen von Smart Services auf bestehende Wertschöpfungssysteme. In: Wissenschaftsforum Intelligente Technische Systeme (WInTeSys) 2017, Band 369, S. 41 – 52, 11. – 12. Mai 2017, Heinz Nixdorf Institut, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Paderborn

Plass, Christoph; Gausemeier, Jürgen; Drewel, Marvin: Ansatz für den Weg in die Plattformökonomie – Das Geschäftsmodell-Technologie-Portfolio. In: Gausemeier, Jürgen (Hrsg.) Vorausschau und Technologieplanung, Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, Band 374, S. 291 – 304, 23. – 24. Nov. 2017, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Paderborn

Schuh, Günther; Anderl, Reiner; Gausemeier, Jürgen; ten Hompel, Michael; Wahlster, Wolfgang: Industrie 4.0 Maturity Index – Die digitale Transformation von Unternehmen gestalten, 2017

Trächtler, Ansgar; Iwanek, Peter; Scheffels, Gerald: Immer besser: Maschinen optimieren sich selbst. Konstruktion, VDI-Verlag, Mrz. 2017

Westermann, Thorsten: Systematik zur Reifegradmodell-basierten Planung von Cyber-Physical Systems des Maschinen- und Anlagenbaus. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, Heinz Nixdorf Institut, Band 375, Okt. 2017 (noch nicht erschienen)

## Promotionen PhD Theses

Kareem Abdelgawad  
**A System-Level Design Framework for Networked Driving Simulation**  
(*voraussichtlich Dezember 2017*)  
Autonome und kooperative Fahrzeugsysteme sind eines der großen Zukunftsthemen in der Automobilindustrie. Vernetzte Fahrsimulation dient als Entwicklungswerkzeug für das virtuelle Prototyping dieser Systeme. Bei der vernetzten Fahrsimulation nehmen mehrere Fahrer am selben virtuellen Fahrscenario teil. Dabei kollaborieren komplexe, multidisziplinäre Teilsysteme, um den Straßenverkehr möglichst real nachzubilden. Da zahlreiche Alternativen an Teilsystemen und Systemkomponenten für vernetzte Fahrsimulation existieren, sehen sich die Entwickler vernetzter Fahrsimulation in der Regel mit einer hohen Entwurfskomplexität konfrontiert. Es besteht daher Handlungsbedarf für die Entwicklung vernetzter Fahrsimulation, deren Komplexitätsgrad auf die Anforderungen der jeweiligen Anwendungsszenarien ausgerichtet ist. Ziel der vorliegenden Arbeit ist eine Entwicklungssystematik zur anwendungsgerechten Gestaltung vernetzter Fahrsimulation. Die Entwicklungssystematik besteht aus einem Vorgehensmodell und einem Konfigurationswerkzeug. Das Vorgehensmodell beschreibt die benötigten Entwicklungsphasen und die Aufgaben jeder Phase. Das Konfigurationswerkzeug unterstützt die Entwickler sowie die Nutzer bei der Gestaltung anwendungsorientierter Systemmodelle. Die Entwicklungssystematik wurde anhand von drei unterschiedlichen Anwendungsszenarien validiert.

Daniel Eckelt  
**Systematik zum innovationsorientierten Intellectual Property Management**  
Die sich abzeichnende digitale Transformation der Wirtschaft, Plattformökonomien und die Strategie der Offenheit führen zu neuen Anforderungen an den Umgang mit geistigem Eigentum. Dies betrifft sowohl den Schutz vor Produktpiraterie als auch die Erlösgenerierung durch externe Verwertung. Die bekannten Ansätze zum Management geistigen Eigentums stellen hierfür keine ausreichenden Lösungen dar. Sie sind dem Innovationsprozess häufig nachgelagert und wirken daher reaktiv. Die skizzierten Entwicklungen verlangen hingegen, dass Unternehmen ihr geistiges Eigentum stärker in den Fokus der

strategischen Produktplanung rücken. Dabei mangelt es an methodischer Unterstützung und systematischen Vorgehensweisen. Ziel der Arbeit ist eine Systematik für ein innovationsorientiertes Management des geistigen Eigentums (engl. Intellectual Property, IP) im Rahmen der Strategischen Produktplanung. Die Systematik umfasst drei Phasen: Analyse, Planung und Aktivierung. In der Analysephase wird aufgezeigt, welcher IP-Bestand im Unternehmen besteht und welche Aktivitäten zum Aufbau von IP in der Wettbewerbsarena stattfinden. In der Planungsphase entstehen eine Entwicklungs- und eine Schutzstrategie. Die Entwicklungsstrategie dient dem IP-Aufbau; mit der Schutzstrategie werden Maßnahmen zum Schutz vor Produktpiraterie beschrieben. Abschließend führt die Aktivierungsphase zu IP-basierten Marktleistungen und vereint die klassische Produktwertschöpfung mit einer zusätzlichen IP-Wertschöpfung.

Christoph Jürgenhake  
**Systematik für eine prototypenbasierte Entwicklung mechatronischer Systeme in der Technologie MID (Molded Interconnect Devices)**  
Die effiziente Entwicklung mechatronischer Systeme in der Technologie MID (Molded Interconnect Devices) ist aufgrund der Vielzahl möglicher Fertigungstechnologien und deren engen Wechselwirkungen mit dem Produkt eine Herausforderung, der es systematisch zu begegnen gilt. Produkt und Produktionsprozess sind von Beginn an integrativ zu entwickeln. Eine modellunterstützte Entwicklung ist für den facettenreichen Entwicklungsprozess unverzichtbar. Virtuelle Prototypen und Modelle bilden jedoch die komplexen Abhängigkeiten zwischen mechanischem und elektronischem Design sowie zwischen Produkt- und Prozessentwicklung nur unvollständig ab. Physische Prototypen bieten hingegen die Möglichkeit, diesen Anforderungen bereits frühzeitig gerecht zu werden. Der entwicklungsbegleitende systematische Einsatz von Prototypen wird jedoch bislang nur unzureichend unterstützt. Die vorliegende Arbeit stellt eine Systematik für eine prototypenbasierte Entwicklung mechatronischer Systeme in der Technologie MID vor. Im Fokus steht dabei die Entwicklung des originären räumlichen Schaltungsträgers. Die Systematik umfasst drei Vorgehensmodelle, die als Leitfaden für die zielgerichtete Entwicklung dienen, ein Methodenset zur Unterstützung des Produktentstehungsprozesses und ein softwarebasiertes Planungstool, das auch

unerfahrenen Anwendern die Nutzung der Systematik ermöglicht.

Daniel Köchling  
**Systematik zur integrativen Planung des Verhaltens selbstoptimierender Produktionssysteme**  
(*voraussichtlich Dezember 2017*)  
Globale und volatile Märkte sowie kürzere Produktlebenszyklen zwingen produzierende Unternehmen in einen globalen Wettbewerb mit steigendem Kostendruck. Aktuell entscheiden eine hohe Flexibilität und eine schnelle Reaktion auf Kundenanforderungen über den Erfolg dieser Unternehmen. Einen Lösungsansatz den Herausforderungen in der Produktion zu begegnen stellt das Wirkparadigma der Selbstoptimierung dar. Selbstoptimierung erlaubt es der Produktion eigenständig auf unvorhergesehene Ereignisse zu reagieren und das Produktionssystemverhalten autonom anzupassen. Dem resultierenden Anstieg der Komplexität moderner Erzeugnisse als auch deren Herstellprozesse muss mit einer frühzeitigen integrativen Entwicklung von Produkt und Produktionssystem entgegengewirkt werden. Gegenstand dieser Arbeit ist daher eine Systematik zur integrativen Planung des Verhaltens selbstoptimierender Produktionssysteme. Die Systematik gliedert sich in drei Bestandteile: Einem detaillierten Vorgehensmodell, das die einzelnen Arbeitsschritte strukturiert, einer Vorschrift zur Beschreibung des Verhaltensmodells des Produktionssystems sowie Methoden und Werkzeuge zur Lösung von Teilaufgaben wie der Ermittlung der Produkt-Prozess und der Prozess-Ressourcen Beziehungen, der Definition und initialen Gewichtung des Zielsystems, der Ermittlung von Kunden- und Auftragsprioritäten und der Modellierung eines Simulationsmodells der selbstoptimierenden Produktion.

Markus Placzek  
**Systematik zur geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung**  
(*voraussichtlich Dezember 2017*)  
Geschäftsmodelle beschreiben die charakteristischen Facetten der Geschäftslogik einer Unternehmung. Im Maschinen- und Anlagenbau sowie verwandten Branchen werden Geschäftsmodelle jedoch immer vielfältiger und komplexer. Ein Grund ist die zunehmende Durchdringung der Digitalisierung in die Geschäftstätigkeit. Vernetzende Technologien sind zu wichtigen Impulsen zur Weiterentwicklung der Geschäftstätigkeit geworden. Solche Im-

pulse frühzeitig zu erkennen ist nicht trivial und bedarf systematischer Unterstützung. Existierende Ansätze zur Technologiefrühaufklärung greifen zu kurz, da sie sich nur an einzelnen Aspekten des Geschäftsmodells orientieren. Es bedarf einer Technologiefrühaufklärung, die sich ganzheitlich an der Geschäftstätigkeit ausrichtet. Ziel der Arbeit ist eine Systematik zur geschäftsmodellorientierten Technologiefrühaufklärung im Kontext der Strategischen Planung. In der ganzheitlichen Orientierung am Geschäftsmodell liefert die Technologiefrühaufklärung Impulse zur Weiterentwicklung in allen Facetten des Geschäftsmodells. Das entwickelte Vorgehensmodell umfasst fünf Phasen beginnend in der Analyse des Geschäftsmodells. Anschließend wird eine Technologiesuche vorbereitet und durchgeführt. Die Identifikation von Technologien findet mit Hilfe von Text Mining statt und ermöglicht ein effizientes Aufdecken Schwacher Signale. Identifizierte Technologien werden bewertet und anschließend ein Plan zur Erschließung der Technologien erstellt.

Thorsten Westermann  
**Systematik zur Reifegradmodell-basierten Planung von Cyber-Physical Systems des Maschinen- und Anlagenbaus**  
Durch die Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnik wandeln sich die Erzeugnisse des Maschinen- und Anlagenbaus sowie verwandter Branchen von mechatronischen Systemen hin zu Cyber-Physischen Systemen/Cyber-Physical Systems (CPS). CPS sind vernetzte, intelligente technische Systeme, die gleichermaßen mit der physikalischen und der digitalen Welt interagieren. Vor diesem Hintergrund sind die Unternehmen zunehmend mit der Herausforderung konfrontiert, die sich abzeichnenden Chancen dieser Entwicklung rasch und konsequent auszuschöpfen. Voraussetzung dafür ist ein klares Bild der heutigen Leistungsposition, sowohl bei Produkten und Dienstleistungen als auch im Produktentstehungsprozess, sowie der anzustrebenden Zielposition und der ersten konkreten Schritte in Richtung der Zielprojektion. Ziel dieser Arbeit ist eine Systematik zur Reifegradmodell-basierter Planung von Cyber-Physical Systems des Maschinen- und Anlagenbaus. Das Fundament bildet eine Referenzarchitektur für CPS, die als allgemeingültige Leitlinie für die Weiterentwicklung technischer Systeme dient. Ein Reifegradmodell definiert die Eigenschaften eines CPS für verschiedene Leistungsstufen, beschreibt deren Zusammenhänge und stellt für

Unternehmen eine systematische Vorgehensweise zur Leistungsbewertung und -steigerung ihrer Erzeugnisse bereit. Hilfsmittel zur Konzipierung von CPS unterstützen schließlich die Kreation alternativer Lösungskonzepte und die Umsetzungsplanung einer evolutionären Leistungssteigerung. Die Anwendung der Systematik erfolgt exemplarisch anhand einer Industriezentrifuge (Separator).

#### Messen, Tagungen, Seminare Fairs, conferences, seminars

##### Kick off LOMIS

Am 30. März fand in Hamburg bei der Lufthansa Technik der Kick-Off zum Forschungsprojekt LOMIS statt. In LOMIS arbeiten die Lufthansa Technik, die TU Hamburg und das Heinz Nixdorf Institut gemeinsam an der Erforschung der kollaborativen Entwicklung von neuen Services am Beispiel von innovativen MRO-Services.  
30. März 2017, Hamburg

##### Kick off SeRoNet

Am 6. und 7. April 2017 startete das Verbundprojekt „SeRoNet – Eine Plattform zur arbeitsteiligen Entwicklung von ServiceRoboter (SR)-Lösungen“ mit einem Kick-Off im Fraunhofer IPA in Stuttgart. Das Konsortium besteht aus dem Heinz Nixdorf Institut, dem Fraunhofer IPA, dem Karlsruher Forschungszentrum für Informatik, der Hochschule Ulm, der Universität Stuttgart sowie sieben weiteren Partnern.  
6. – 7. April 2017, Stuttgart

##### Abschlussveranstaltung Maturity Index

Am 25. April fand die Abschlussveranstaltung des Projekts Industrie 4.0 Maturity Index statt. Vertreter der beteiligten Forschungsinstitute und Industriepartner fanden sich dafür auf der Hannover Messe ein.  
25. April 2017, Hannover Messe

##### Abschlussveranstaltung GEMINI

Am 11. und 12. Mai 2017 fand im Rahmen des Wissenschafts- und Industrieforums die Abschlussveranstaltung des Projekts GEMINI statt. Vertreter der beteiligten Forschungsinstitute und Industriepartner nutzen die Gelegenheit, um die Projektergebnisse einem breiten Fachpublikum vorzustellen.  
11. – 12. Mai 2017, Paderborn

##### Wissenschafts- und Industrieforum 2017

Am 11. und 12. Mai 2017 veranstalteten das

Heinz Nixdorf Institut, das Fraunhofer IEM sowie der Spitzencluster it's OWL zum vierten Mal das „Wissenschafts- und Industrieforum - Intelligente Technische Systeme“ in Paderborn. Wissenschaftler zeigten neue Perspektiven der Digitalisierung und präsentierten Ansätze und Lösungen für intelligente technische Systeme. Experten aus der Industrie führten die Anwendbarkeit für Unternehmen praxisnah vor.  
11. – 12. Mai 2017, Paderborn

##### 1. Begleitkreistreffen INLUMIA

Am 22. Juni fand die erste öffentliche Sitzung des INLUMIA-Begleitkreises statt. Beim Begleitkreis handelt es sich um ein Gremium aus Vertretern assoziierter Partner und weiterer interessierter Unternehmen, Verbände, Gewerkschaften und Forschungsinstitutionen. Im Begleitkreistreffen wurden die bisherigen Projektergebnisse vorgestellt und kritisch vom Fachpublikum diskutiert.  
22. Juni 2017, Paderborn

##### 1. Meilensteintreffen INLUMIA

Am 7. Juli 2017 fand im Heinz Nixdorf Institut das 1. Meilensteintreffen des Projekts INLUMIA statt. Der erste Meilenstein diente dazu, dem Lenkungskreis und dem Projektträger einen umfassenden Überblick über die Aktivitäten, Zwischenergebnisse sowie den aktuellen Projektfortschritt zu vermitteln.  
7. Juli 2017, Paderborn

##### Abschluss VorZug und 3P

Am 12. Oktober 2017 fand die Abschlussveranstaltung der Nachhaltigkeitsmaßnahmen VorZug und 3P statt. Die Projektteams präsentierten in Startup-Atmosphäre der garage33 ihre Ergebnisse. Der Schwerpunkt der Veranstaltung lag im aufgebauten Gallery Walk, bei dem konkrete Ergebnisse wie Trendradare aus Vor-Zug und ein im Projekt 3P erarbeiteter Masterplan of Action zum systematischen Produktschutz interaktiv vorgestellt wurden.  
12. Oktober 2017, Paderborn

##### 13. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung – In Kooperation mit acatech

Die Veranstaltung bietet ein jährlich stattfindendes Forum, in dem Fachleute ihre Arbeiten auf dem Gebiet der strategischen Produkt- und Technologieplanung präsentieren und diskutieren.  
23. – 24. November 2017, Berlin

#### Spin-Offs Spin-offs

##### FASTEC GmbH

Der MES-Spezialist FASTEC entwickelt seit 1995 Softwarelösungen zur Optimierung der Produktion. Über 50 Ingenieure, Informatiker und Fachkräfte setzen ihr breitgefächertes Know-how für dieses Ziel ein.  
www.fastec.de

##### Smart Mechatronics GmbH

Smart Mechatronics bietet Produktentwicklung und Beratung in den Bereichen Systems Engineering, eingebettete Systeme in Hard- und Software sowie Regelungstechnik. Die 68 Mitarbeiter unterstützen Kunden bei der Realisierung innovativer Produkte.  
www.smartmechatronics.de

##### UNITY AG

UNITY ist die Managementberatung für Innovation und Transformation. Wir steigern die Innovationskraft und die operative Exzellenz unserer Kunden. Sie profitieren von mehr als 20 Jahren Digitalisierungserfahrung.  
www.unity.de

##### myview

myview ist Anbieter von Produkten und Dienstleistungen zur Umsetzung umfassender PIM-Systeme für mittelständische Industrie- und Handelsunternehmen internationaler Ausrichtung. Konsequente Ausrichtung der Produkte auf Webtechnologie. Partnernetzwerk, Branchen- und Projekt-Know-how.  
www.myview.de

##### ScMI Scenario Management International AG

Die ScMI AG ist ein Spezialist für Zukunftsmanagement, insbesondere die Entwicklung von Szenarien sowie deren Interpretation und Anwendung in der Strategieentwicklung, im Innovationsmanagement und in strategischen Früherkennungsprozessen  
www.scmi.de

#### Weitere Funktionen Additional functions

- Aufsichtsratsvorsitzender des Beratungsunternehmens UNITY AG
- Vizepräsident von acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
- Vorsitzender des Clusterboards des BMBF-

Spitzenclusters „Intelligente Technische Systeme Ostwestfalen-Lippe (it's OWL)“

- Mitglied der WiGeP – Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktentwicklung

#### Aktuelle Forschungsprojekte Current research projects

##### Geschäftsmodelle für Industrie 4.0 (GEMINI)

Ziel des Projekts GEMINI sind tragfähige Geschäftsmodelle im Kontext von Industrie 4.0. Das in GEMINI entstandene Instrumentarium ermöglicht den beteiligten Unternehmen und Organisationen mit Hilfe von Methoden, Prozessen und IT-Werkzeugen individuelle Geschäftsmodelle zu entwickeln und umzusetzen.  
Förderinstitution: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie  
Laufzeit: 2014 – 2017

##### Instrumentarium zur Leistungssteigerung von Unternehmen durch Industrie 4.0 – INLUMIA

Ziel des Projekts INLUMIA ist die nachhaltige vorteilhafte Positionierung von Unternehmen des Maschinenbaus und verwandter Branchen im globalen Wettbewerb durch Industrie 4.0. Hierzu wird ein Instrumentarium zur Leistungssteigerung von Unternehmen durch Industrie 4.0 erarbeitet.  
Förderinstitution: Europäischen Fonds für regionale Entwicklung NRW (EFRE.NRW)  
Laufzeit: 2016 – 2019

##### it's OWL – Querschnittsprojekt Mensch-Maschine-Interaktion (QPMI – Intelligente Maschinen verstehen den Menschen)

Ziel des Paderborner Teilprojekts in der ersten Förderphase des Spitzenclusters ist die Entwicklung einer Systematik für den Einsatz des VR-basierten Design Review im Entwicklungsprozess insbesondere kleiner und mittlerer Unternehmen. Neue Interaktionstechniken ermöglichen zudem eine effiziente Bedienung und Konfiguration des Systems.  
Förderinstitution: Bundesministerium für Bildung und Forschung  
Laufzeit: 2012 – 2017

##### it's OWL – Querschnittsprojekt Systems Engineering (QPSE – Intelligente Produkte – Intelligente Entwicklung)

Ziel des QPSE ist ein Instrumentarium, das die Cluster-Unternehmen befähigt, intelligente technische Produkte und Produktionssysteme im Sinne eines ganzheitlichen Systems

Engineering zu entwerfen. Grundlage sind fachdisziplinübergreifende Modellierungstechniken, die ein gemeinsames Systemverständnis schaffen, sowie benötigte Verfahren und Werkzeuge zur durchgängigen Simulation und Optimierung.  
Förderinstitution: Bundesministerium für Bildung und Forschung  
Laufzeit: 2012 – 2017

##### it's OWL – Querschnittsprojekt Selbstoptimierung (QPSO – Die Maschine denkt mit, lernt und passt sich an)

Ziel des Querschnittsprojekts Selbstoptimierung ist die Entwicklung eines Instrumentariums, das Methoden und Verfahren der Selbstoptimierung anwendergerecht verfügbar macht. Dazu gehören beispielsweise maschinelles Lernen, intelligente Regelungskonzepte sowie mathematische Optimierungsverfahren. Unternehmen können so unterstützt werden, Selbstoptimierung in die maschinenbaulichen Produkte und Produktionssysteme zu integrieren.  
Förderinstitution: Bundesministerium für Bildung und Forschung  
Laufzeit: 2012 – 2017

##### it's OWL – Nachhaltigkeitsmaßnahme Vorausschau (VorZug – Die Zukunft vorausdenken und gestalten)

Ziel der Nachhaltigkeitsmaßnahme ist ein Instrumentarium aus Methoden, Content und IT-Unterstützung des Frühaufklärungsprozesses. Das Instrumentarium soll den Cluster als Ganzes, aber insbesondere auch die Clusterunternehmen befähigen, wirkungsvoll und effizient Vorausschau zu betreiben und daraus die erforderlichen Schlüsse für die Entwicklung von Geschäfts-, Produkt- und Technologiestrategien zu ziehen.  
Förderinstitution: Bundesministerium für Bildung und Forschung  
Laufzeit: 2012 – 2017

##### it's OWL – Nachhaltigkeitsmaßnahme Produktpiraterie (3P – Prävention gegen Produktpiraterie)

Ziel ist die Sensibilisierung der Clusterunternehmen hinsichtlich der Bedrohungen durch Produktpiraterie sowie deren Befähigung, diesen Bedrohungen wirksam zu begegnen. Dazu wird ein Produktschutz-Mechanismus entwickelt, der Schutzbedarf systematisch aufdeckt. Darauf basierend werden passende Schutzstrategien entwickelt und hinsichtlich

des Kosten-Nutzen-Verhältnisses bewertet.  
Förderinstitution: Bundesministerium für Bildung und Forschung  
Laufzeit: 2012 – 2017

##### it's OWL – Transferprojekt: Zukunft der intelligenten Elektronikfertigung (ZiEL)

Ziel des Transferprojekts ZiEL sind Zukunftsbilder für die intelligente Elektronikfertigung 2025 und abgesicherte Migrationspfade der heutigen Produktion zu einem wünschenswerten Zukunftsbild.  
Förderinstitution: Bundesministerium für Bildung und Forschung  
Laufzeit: 2016 – 2017

##### it's OWL – Transferprojekt: Digitale Geschäftsmodelle für die Schlacht- und Zerletechnik (DiGeSch)

Ziel des Transferprojekts DiGeSch sind digitale Geschäftsmodelle für die Schlacht- und Zerletechnik. Zu diesem Zweck werden Industrie 4.0 Potentiale entlang der Wertschöpfungskette abgeleitet, die neue Geschäftsmöglichkeiten versprechen.  
Förderinstitution: Bundesministerium für Bildung und Forschung  
Laufzeit: 2016 – 2017

##### it's OWL – Transferprojekt: Geschäftsmodelle für Applikationen der 3D-MID-Technologie in der Medizintechnik (GeMID3D)

Ziel des Transferprojekts GeMID3D sind Erfolg versprechende und abgesicherte Geschäftsmodelle für Applikationen der 3D-MID-Technologie in der Medizintechnik.  
Förderinstitution: Bundesministerium für Bildung und Forschung  
Laufzeit: 2016 – 2017

##### it's OWL – Transferprojekt: Entwicklung und Operationalisierung eines Pay per Use Geschäftsmodelle für gewerbliche Geschirrspülmaschinen (EngaGe)

Ziel des Transferprojekts EngaGe ist die Entwicklung und Operationalisierung eines Pay per Use Geschäftsmodells für gewerbliche Geschirrspülmaschinen.  
Förderinstitution: Bundesministerium für Bildung und Forschung  
Laufzeit: 2016 – 2017

##### it's OWL – Transferprojekt: Strategische Planung eines Markteintritts in die Medizintechnik (StraMaMed)

Ziel des Transferprojekts StraMaMed ist eine



Produkt- und Geschäftsmodellroadmap für den Markteintritt in die Medizintechnik.

*Förderinstitution: Bundesministerium für Bildung und Forschung  
Laufzeit: 2016 – 2017*

#### **it's OWL – Strategische Positionierung im Technologiefeld Additive Fertigung (StraPoT)**

Ziel des Transferprojekts StraPoT sind zukunftsweisende Handlungsempfehlungen für die Diversifikation in das Technologiefeld Additive Fertigung.

*Förderinstitution: Bundesministerium für Bildung und Forschung  
Laufzeit: 2017*

#### **it's OWL – Transferprojekt: Entwicklung einer Geschäftsmodellroadmap für Additive Manufacturing (Road2AM)**

Ziel des geplanten Transferprojekts ist eine Geschäftsmodellroadmap für die strategische Planung von Additive Manufacturing bei Miele.

*Förderinstitution: Bundesministerium für Bildung und Forschung  
Laufzeit: 2017*

#### **SeRoNet – Eine Plattform zur arbeitsteiligen Entwicklung von ServiceRoboter (SR)-Lösungen**

Ziel des Projekts SeRoNet ist eine Plattform für Servicerobotik-Lösungen, die auch branchenfremden Unternehmen Zugang zu Domänenwissen und Wertschöpfungsnetzen der Servicerobotik verschafft.

*Förderinstitution: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie  
Laufzeit: 2017 – 2021*

#### **LOMIS – Lifecycle Operation & Maintenance Improvement Services**

Zielsetzung des Projekts ist es, ein Instrumentarium zur kollaborativen Generierung, Entwicklung und Einführung neuer Lebenszyklus-spezifischer MRO-Produkte und einen Baukasten mit Prozessen, Methoden, Werkzeugen sowie Geschäfts- und Kooperationsstrukturen zu schaffen und so eine Erhöhung der Angebots- und Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Luftfahrtindustrie mit Breitenwirkung zu erreichen.

*Förderinstitution: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie  
Laufzeit: 2017 – 2019*

#### **Aktuelle Industriekooperationen Current industry cooperations**

##### **Zukunftsszenarien für die Gerätetechnik 2025**

Ziel des Projekts sind Szenarien für die Gerätetechnik sowie daraus abgeleitete strategische Stoßrichtungen für die Hauptgeschäftsfelder Gas- und Wasserlecksuche sowie die Leitungsortung.

*Partner: Hermann Sewerin GmbH  
Laufzeit: September 2016 – Februar 2017*

##### **Kompetenzorientierte Planung von Kooperationen für Saugroboter**

Ziel des in Kooperation von Fraunhofer IEM und der Fachgruppe „Strategische Produktplanung und Systems Engineering“ durchgeführten Projekts ist die kompetenzorientierte Planung von Kooperationen für Saugroboter. Dabei sind wirtschaftliche und technologische Aspekte gleichermaßen zu berücksichtigen. Insgesamt werden die folgenden drei Aufgaben bearbeitet: Kompetenzanalyse, Partnerscreening und Partnerbündelung.

*Partner: Miele & Cie. KG  
Laufzeit: November 2016 – März 2017*

##### **Industrie 4.0 Maturity Index**

Ziel des in Kooperation von Fraunhofer IEM und der Fachgruppe „Strategische Produktplanung und Systems Engineering“ durchgeführten Projekts ist ein multidimensionales Industrie 4.0 Reifegradmodell für Firmen. Dafür soll der Status Quo von Industrie 4.0 in Betrieben erfasst werden, um darauf aufbauend individuelle Roadmaps für die erfolgreiche Einführung von Industrie 4.0 Lösungen entwickeln zu können.

*Partner: acatech, DFKI, DiK, fir an der RWTH Aachen, Fraunhofer IEM, Fraunhofer IML, Tüv Süd, Infosys, it's OWL  
Laufzeit: 2016 – 2017*

##### **Zukünftige Marktleistungskonzepte für Werkzeugmaschinen**

Gegenstand des Projekts ist die Erarbeitung eines Erfolg versprechenden Marktleistungskonzeptes für Werkzeugmaschinen im Bereich Flat Bending. Das Konzept soll insbesondere neue Applikationsfelder ansprechen.

*Partner: Felss Systems GmbH  
Laufzeit: November 2016 – Juni 2017*

##### **Erarbeitung eines Geschäftsplans für einen Produktionsstandort**

Ziel des Projekts ist ein Geschäftsplan, der die zukünftige strategische Ausrichtung eines Pro-

duktionsstandorts beschreibt. Der Geschäftsplan soll in erster Linie als Informations- und Kommunikationsinstrument dienen.

*Partner: Felss Systems GmbH  
Laufzeit: November 2016 – Januar 2017*

##### **IT-Plattformen für die Smart Service Welten**

In dem Projekt wurden das Begriffsverständnis, die Logik der Plattformökonomie und die Kenntnisse und das Begriffsverständnis zum Thema IT-Plattformen in Experteninterviews ermittelt. Dabei thematisiert die im Projekt entstandene Publikation auch die Chancen, Risiken und Barrieren bei der Nutzung von IT-Plattformen in der Industrie sowie die damit verbundenen Herausforderungen für Standardisierung und Normung.

*Partner: acatech, UNITY AG, Software Innovation Campus Paderborn  
Laufzeit: August 2016 – Juli 2017*

##### **Projektseminar Produktinnovation Wintersemester 2016**

Im Projektseminar führen sieben Studierende und zwei wissenschaftliche Mitarbeiter in Kooperation mit der Miele & Cie. KG die Identifikation, Bewertung und Ausarbeitung zukünftiger Anwendungen für das 3D-Drucken unter Einsatz der auf den Auftraggeber maßgeschneiderten Methoden und Werkzeuge der strategischen Produktplanung durch.

*Partner: Miele & Cie. KG  
Laufzeit: Oktober 2016 – März 2017*

##### **Zukunftsorientierte Konsolidierung des Produktportfolios für Geräteanschlusstechnik**

Gegenstand des Vorhabens war die zukunftsorientierte Konsolidierung des Produktportfolios für Geräteanschlusstechnik für die Weidmüller Interface GmbH & Co. KG.

*Partner: Weidmüller Interface GmbH & Co. KG  
Laufzeit: Februar 2017 – September 2017*

##### **Potenzialanalyse für individualisierte Hilfsmittel in der Produktion**

Gegenstand des Vorhabens war die Konzeption und Umsetzung von Ideen für individualisierte Hilfsmittel in der Produktion von Miele.

*Partner: Miele & Cie. KG  
Laufzeit: Mai 2017 – Juni 2017*

##### **Entwicklung von Geschäftsmodell und Wertschöpfungssystem für eine Secure Additive Manufacturing Plattform**

Gegenstand des Vorhabens war die Entwicklung von Geschäftsmodell und Wertschöpfungssy-

stem für eine Secure Additive Manufacturing Plattform unter Einsatz der auf das Projekt angepassten Methoden und Werkzeuge, die im Projekt GEMINI entwickelt wurden.

*Partner: Institut für Innovation und Technik (iit) in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH  
Laufzeit: Juli 2017*

##### **Projektseminar Produktinnovation Wintersemester 2017**

Im Projektseminar führen acht Studierende und zwei wissenschaftliche Mitarbeiter in Kooperation mit der Rollax GmbH & Co. KG die Strategische Planung und Konzipierung der Bewegungselemente von morgen durch.

*Partner: Rollax GmbH & Co. KG  
Laufzeit: Oktober 2017 – März 2018*

##### **Definition von Standardprodukten**

Gegenstand des Projekts war ein leistungsfähiger „Order-to-Cash“ Prozess für die Benteler Steel/Tube GmbH. Es wurde ein Soll-Prozess definiert und dessen Roll-Out geplant.

*Partner: Benteler Steel/Tube GmbH, UNITY AG  
Laufzeit: Januar 2017 – Februar 2017*

## Produktentstehung

Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler

### Publikationen Publications

Asadi, Narges; Guaragni, Fausto; Johannknecht, Florian; Saidani, Michael; Scholle, Philipp; Borg, Jonathan; Panasiuk, Daryna: Success factors of an IPD based approach in a remote multidisciplinary team environment – Reflections on a case study. In: Maier, Anja; Skec, Stanko; McKesson, Chris; Van der Loos, Mike (Hrsg.) Proceedings of the 21st International Conference on Engineering Design (ICED 17), Nr. DS 87, S. 31–40, 21.–24. Aug. 2017, Design Society

Gräßler, Iris: A New V-Model for Interdisciplinary Product Engineering. In: Technische Universität Ilmenau, Marketing Division (Hrsg.) 59th IWK Ilmenau Scientific Colloquium, S. 1–6, 11.–15. Sep. 2017, Technische Universität Ilmenau

Gräßler, Iris; Hentze, Julian: Application Potentials of Systems Engineering for small and middle-sized Enterprises. In: Proceedings of 11th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering, Ischia, 19.–21. Jul. 2017 CIRP (Centre for International Research in Production)

Gräßler, Iris; Hentze, Julian: Structuring and Describing Requirements in a Flexible Mesh for Development of Smart Interdisciplinary Systems. In: 8th ECCOMAS Thematic Conference on Smart Structures and Materials (SMART17), S. 1622–1631, Madrid, Spain, 5.–8. Jun. 2017, International Center for Numerical Methods in Engineering (CIMNE)

Gräßler, Iris; Pöhler, Alexander; Hentze, Julian: Decoupling of product and production development in flexible production environments. In: Complex Systems Engineering and Development Proceedings of the 27th CIRP Design Conference Cranfield University, UK, S. 548–553, 10.–12. Mai 2017 CIRP (Centre for International Research in Production)

Gräßler, Iris; Pöhler, Alexander: Integration of a digital twin as human representation in a scheduling procedure of a cyber-physical production system. In: Proceedings of 2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM2017), Singapore, 10.–13. Dez. 2017

Gräßler, Iris; Pöhler, Alexander: Implementation of an adapted holonic production architecture.

In: Proceedings of the 50th CIRP conference on manufacturing systems (CIRP-CMS), 2.–5. Mai 2017, CIRP (Centre for International Research in Production)

Gräßler, Iris; Pöhler, Alexander: Intelligent devices in a decentralized production system concept. In: Proceedings of 11th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering, Ischia, 19.–21. Jul. 2017 CIRP (Centre for International Research in Production)

Gräßler, Iris; Pottebaum, Jens; Scholle, Philipp: Integrated Process and Data Model for Agile Strategic Planning. In: Vajna, Sandor (Hrsg.) 11th International Workshop on Integrated Design Engineering, 2017

Gräßler, Iris; Scholle, Philipp; Pottebaum, Jens: Integrated process and data model for applying scenario-technique in requirements engineering. In: Maier, Anja; Skec, Stanko; McKesson, Chris; Van der Loos, Mike (Hrsg.) Proceedings of the 21st International Conference on Engineering Design (ICED 17), Nr. DS 87, S. 261–270, 21.–24. Aug. 2017, Design Society

Gräßler, Iris; Taplick, Patrick; Pottebaum, Jens: Enhancing Innovation Processes by Disruptive Technologies. In: SCIFI-IT 2017, S. 19–26, 2017 EUROSIS, EUROSIS-ETI

Hentze, Julian; Kaul, Thorben; Gräßler, Iris; Sextro, Walter: Integrated modeling of behavior and reliability in system development. In: Maier, Anja; Skec, Stanko; McKesson, Chris; Van der Loos, Mike (Hrsg.) Proceedings of the 21st International Conference on Engineering Design (ICED 17), Nr. DS 87, S. 385–394, Vancouver, Kanada, 21.–25. Aug. 2017 Design Society

Pottebaum, Jens; Scholle, Philipp; Gräßler, Iris: Vorgehens- und Datenmodell zur strategischen Planung innovativer Dienstleistungen im Katastrophenschutz. In: Eibl, M.; Gaedke, M. (Hrsg.) INFORMATIK 2017. Gesellschaft für Informatik, Lecture Notes in Informatics (LNI), Band P-275, S. 1339–1352, 25.–29. Sep. 2017 Gesellschaft für Informatik, Köllen Verlag

Pottebaum, Jens; Erfurth, Christian; Reuter, Christian: IT-Rettung 2017: IT-Unterstützung in Emergency Management & Response. In: Eibl, M.; Gaedke, M. (Hrsg.) INFORMATIK 2017. Gesellschaft für Informatik, Lecture Notes in Informatics (LNI), Band P-275, S. 1281–1282,

25.–29. Sep. 2017 Gesellschaft für Informatik, Köllen Verlag

Song, Young-Woo; Chahin, Abdo; Scholle, Philipp; Bender, Beate; Gräßler, Iris; Paetzold, Kristin: Optimierung des Produktentwicklungsprozesses mittels Risikoanalyse vernetzter Anforderungen. In: Krause, Dieter; Paetzold, Kristin; Wartzack, Sandro (Hrsg.) Design for X - Beiträge zum 28. DfX-Symposium Oktober 2017, S. 339–351, Okt. 2017 Design Society, TuTech Verlag

Yang, Xiaojun; Berscheidt, Anna-Lena; Gräßler, Iris: Untersuchung der Interdisziplinarität im Leichtbau zur Erreichung einer nachhaltigen Wertschöpfungskette. In: Sustainability Management for Industries 7: Transformationen – Neue Wege zu industrieller Nachhaltigkeit, S. 31–42, Mai 2017

### Weitere Funktionen Additional functions

- Gutachterin für die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
- Mitglied der WiGeP - Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktentwicklung
- Gewähltes Mitglied des wissenschaftlichen Beirats der Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA)
- VDI/VDE Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA) und Produkt- und Prozessgestaltung (GPP) Gemeinschaftsausschuss 7.02 „Systemhaus“ (Vorsitz)
- VDI/VDE Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik, Fachausschuss 4.10 „Interdisziplinäre Produktentstehung“ (Vorsitz)
- VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA) Fachausschuss 4.15 „Mechatronik“
- VDI/VDE Gesellschaft für Mess- und Automatisierungstechnik, Fachausschuss 7.23 „Businessmodelle für Industrie 4.0“
- VDI/VDE-Programmausschuss Mechatronik
- Programme Committee der European Concurrent Engineering Conference (ECEC)
- Scientific Advisory Board der International DESIGN Conference
- Scientific Committee of International Conference on Engineering Design
- Scientific Committee der International Product Engineering Management

## Product Creation

Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler

### Aktuelle Forschungsprojekte Current research projects

**ANYWHERE – EnhANCing emergencY management and response to extreme WeaTHER and climate Events**  
Resilienz-Erhöhung bei extremen Wetterereignissen: Unterstützung der strategischen Planung in Unternehmen bzw. Projekten zur Gestaltung innovativer Produkte für den Selbstschutz von Personen und Organisationen  
Förderinstitution: Europäische Kommission  
Laufzeit: 01.07.2016 – 30.09.2019

**iBUS – integrated BUSIness model for customer driven custom product supply chain**  
Das iBUS Konsortium erarbeitet ein integriertes Geschäftsmodell und eine entsprechende Plattform für kundenorientierte und kundenspezifische Produkt-Lieferketten, u.a. am Beispiel mittels additiver Fertigung individualisierter Spielzeuge  
Förderinstitution: Europäische Kommission  
Laufzeit: 01.09.2015 – 31.08.2019

**Fortschrittskolleg „Gestaltung von flexiblen Arbeitswelten – Menschen-zentrierte Nutzung von Cyber-Physical Systems in Industrie 4.0“**  
Themenbereich 1: Flexible Arbeitsprozesse; Arbeitsfeld T1.1: Menschen-zentrierte, adaptive Arbeitsprozesse; Arbeitsfeld T1.2: Veränderungsmanagement; Arbeitsfeld T1.3: Organisationale Gerechtigkeit  
Förderinstitution: MIWF des Landes Nordrhein-Westfalen  
Laufzeit: 01.07.2014 – 30.06.2018

**Fortschrittskolleg „Leicht – Effizient – Mobil, Energie- und kosteneffizienter Extremleichtbau mit Hybridwerkstoffen“**  
Strategische Planung innovativer Leichtbaukonzepte; Steigerung der Wiederverwendungsanteile in Leichtbaukonzepten  
Förderinstitution: MIWF des Landes Nordrhein-Westfalen  
Laufzeit: 01.07.2014 – 30.11.2018

### OptiAMix – Mehrzieloptimierte und durchgängig automatisierte Bauteilentwicklung für additive Fertigungsverfahren im Produktentstehungsprozess

Definition und Management von Anforderungen sowie Potenzialidentifikation für additive Fertigung  
Förderinstitution: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
Laufzeit: 01.01.2017 – 31.12.2019

### Aktuelle Industriekooperationen Current industry cooperations

**Phoenix Contact GmbH & Co. KG**  
Konzeption einer autonomen Bauteilzuführung

**Heggemann AG**  
Konzeption einer leichten und kostengünstigen Verbindung von Sitzverschraubungen im Flugzeug

**Nordzucker AG**  
Potenzialanalyse zur Digitalisierung im Zuckerfabrikationsprozess

**BST eltromat International GmbH**  
Entwicklung einer Systematik zur Markt- und Ideenbewertung



## Kontextuelle Informatik

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil

### Publikationen Publications

Hadjakos, Aristotelis; Iffland, Joachim; Keil, Reinhard; Oberhoff, Andreas; Veit, Joachim: Challenges for Annotation Concepts in Music. International Journal of Humanities and Arts Computing, 11:2: S. 255 – 275, Okt. 2017

Keil, Reinhard: Lernförderliche Infrastrukturen: Ein technikzentrierter Ansatz zur Erschließung neuer pädagogischer Potenziale. In: Bildung im digitalen Zeitalter – Bilanz und Perspektiven, Paderborner Podium, S. 46 – 72. Heinz Nixdorf MuseumsForum, Juni 2017

### Weitere Funktionen Additional functions

- Wissenschaftlicher Beirat der „Forschungs- und Beratungsstelle Arbeitswelt (FORBA)“, Wien (seit 2000)
- Mitglied des Beirats „Lernstatt Paderborn“ (seit 2005)
- Mitglied im Programmkomitee „DeLFI 2017 – Deutsche eLearning Fachtagung Informatik“, Chemnitz
- Mitglied im Programmkomitee „MuC 2017 – Mensch und Computer“, Regensburg
- Mitglied im Programmkomitee „GMW-Jahrestagung 2017, Chemnitz
- Mitglied im Programmkomitee „ICALT2017 – 17th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, Timisoara, Rumänien

### Spin-Offs Spin-offs

#### coactum GmbH

Die coactum GmbH entwickelt Software-Lösungen für kooperatives Arbeiten. Dazu bietet sie entsprechende IT-Services sowie IT-Beratung und stellt geeignete Infrastrukturen bereit.

#### Aktuelle Forschungsprojekte Current research projects

##### Mobile virtuelle Lernräume zur individuellen Unterstützung von jungen Menschen mit schweren Erkrankungen (MoViLE)

In dem zweijährigen Projekt, das von der Stiftung Bethel der v. Bodelschwinghschen

Stiftungen geleitet wird, soll ein Erfahrungs- und Kompetenzaustausch zwischen Partnern in Deutschland und Österreich etabliert werden, der dazu beiträgt, Nachteile junger Menschen mit schweren Erkrankungen zu reduzieren und auszugleichen, indem ihnen ermöglicht wird, ihre schulische und berufliche Ausbildung weiterzuführen und für ihre weitere Entwicklung relevante Kompetenzen zu erwerben. Ein wichtiger Baustein ist dabei der am Heinz Nixdorf Institut entwickelte mobile kooperative Schreibtisch (Mokodesk), mit dem Schülerinnen und Schüler mit Erkrankungen individuell gefördert und unterstützt werden können.  
*Förderinstitution: Programm Erasmus+ der Europäischen Union*  
*Laufzeit: 01.10.2016 – 30.09.2018*

**Dialog 2.0, Wissen teilen – Region stärken**  
Die Bildungspartnerschaft zwischen Bezirksregierung Detmold und der Universität Paderborn sowie dem neuen Partner InnoZent OWL unterstützt die Wissensarbeit durch Entwicklung und Bereitstellung einer alltagstauglichen Infrastruktur in und außerhalb von Schule. Ziel ist die Stärkung und Förderung der Zusammenarbeit zwischen Schulen, Bildungsträgern und den Betrieben und Einrichtungen in der Region.  
*Förderinstitution: Bezirksregierung Detmold, InnoZent OWL, Universität Paderborn*  
*Laufzeit: 01.07.2014 – 30.06.2019*

**Zentrum Musik – Edition – Medien (ZenMEM)**  
In dem Kooperationsprojekt aus dem Bereich der Digital Humanities haben sich die Universität Paderborn, die Hochschule für Musik Detmold und die Hochschule Ostwestfalen-Lippe zum Ziel gesetzt, ein Kompetenzzentrum an der Schnittstelle von Informatik und Geisteswissenschaften aufzubauen, um Ergebnisse der Erforschung musikalischer Überlieferung ins digitale Zeitalter zu überführen. Das Projekt wurde 2017 erfolgreich verlängert.  
*Förderinstitution: BMBF*  
*Laufzeit: 01.09.2014 – 31.08.2019*

#### Aktuelle Industriekooperationen Current industry cooperations

##### Atos IT Solutions and Services GmbH (C-LAB), Paderborn

Kooperation im Bereich Aus- und Weiterbildung

## Contextual Informatics

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil

**coactum GmbH, Paderborn**  
Kooperation im Bereich E-Learning und lernförderliche Infrastrukturen

**InnoZent OWL, Paderborn**  
Zusammenarbeit beim Aufbau eines regionalen Kompetenzzentrums E-Learning und bei der Analyse und Bewertung der Weiterbildungsmaschine NRW im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft und Arbeit des Landes Nordrhein-Westfalen

**Medienzentrum des Kreises Gütersloh**  
Gemeinsame Aktivitäten und Projekte im Bereich Bildungsnetzwerke (schulen-gt)

**Schulabteilung der Bezirksregierung, Detmold**  
Gemeinsame Aktivitäten und Projekte im Bereich Bildungsnetzwerke (Bildung im Dialog) und LARS (Lernen auf Reisen Schule)

**Schulamts der Stadt Paderborn**  
Unterstützung und Beratung beim Ausbau der „Lernstatt Paderborn“

## Algorithmen und Komplexität

Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide  
Prof. Dr.-Ing. Heiko Hamann  
(seit April 2017 Service-Robotik,  
Universität zu Lübeck)  
Jun.-Prof. Dr. Alexander Skopalik

### Publikationen Publications

Althaus, Ernst; Brinkmann, André; Kling, Peter; Meyer auf der Heide, Friedhelm; Nagel, Lars; Riechers, Sören; Sgall, Jiří; Suess, Tim: Scheduling shared continuous resources on many-cores. Journal of Scheduling, S. 1 – 16, 2017

Antoniadis, Antonios; Kling, Peter; Ott, Sebastian; Riechers, Sören: Continuous speed scaling with variability: A simple and direct approach. Theoretical Computer Science, S. 1 – 13, 2017

Bemmann, Pascal; Biermeier, Felix; Bürmann, Jan; Kemper, Arne; Knollmann, Till; Knorr, Stefan; Kothe, Niels; Mäcker, Alexander; Malatyali, Manuel; Meyer auf der Heide, Friedhelm; Riechers, Sören; Schaefer, Johannes; Sundermeier, Jannik: Monitoring of Domain-Related Problems in Distributed Data Streams. In: Proceedings of the 24th International Colloquium on Structural Information and Communication Complexity (SIROCCO) (accepted), Jun. 2017, Springer

Biermeier, Felix; Feldkord, Björn; Malatyali, Manuel; Meyer auf der Heide, Friedhelm: A Communication-Efficient Distributed Data Structure for Top-k and k-Select Queries. In: Proceedings of the 15th Workshop on Approximation and Online Algorithms (WAOA) (accepted), 7. – 8. Sep. 2017, Springer

Brandt, Sascha; Fischer, Matthias: Automatische Ableitung der Transportwege von Transportsystemen aus dem 3D-Polygonmodell. In: Wissenschaftsforum Intelligente Technische Systeme (WInTeSys) 2017, Band 369, S. 415 – 427, 11. – 12. Mai 2017 Heinz Nixdorf Institut, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Paderborn

Brandt, Sascha; Jähn, Claudius; Fischer, Matthias; Gerges, Maria; Berssenbrügge, Jan: Automatic Derivation of Geometric Properties of Components from 3D Polygon Models. In: Proceedings of the ASME 2017 International Design Engineering Technical Conferences &

Computers and Information in Engineering Conference, Cleveland, USA, (accepted) 6. – 9. Aug. 2017, ASME

Drees, Maximilian; Feldotto, Matthias; Riechers, Sören; Skopalik, Alexander: Pure Nash Equilibria in Restricted Budget Games. In: Proceedings of the 23rd International Computing and Combinatorics Conference (COCOON), LNCS, S. 175 – 187, 3. – 5. Aug. 2017, Springer International Publishing

Feldkord, Björn; Markarian, Christine; Meyer auf der Heide, Friedhelm: Price Fluctuation in Online Leasing. In: Proceedings of the 11th International Conference on Combinatorial Optimization and Applications (COCOA) (accepted), 16. – 18. Dez. 2017, Springer

Feldkord, Björn; Meyer auf der Heide, Friedhelm: The Mobile Server Problem. In: Proceedings of the 29th ACM Symposium on Parallelism in Algorithms and Architectures (SPAA), S. 313 – 319, 24. – 26. Jul. 2017, ACM

Feldotto, Matthias; Gairing, Martin; Kotsialou, Grammateia; Skopalik, Alexander: Computing Approximate Pure Nash Equilibria in Shapley Value Weighted Congestion Games. In: Proceedings of the 12th International Conference on Web and Internet Economics (WINE) (accepted), 17. – 20. Dez. 2017

Feldotto, Matthias; John, Thomas; Kundisch, Dennis; Hensen, Paul; Klingsieck, Katrin; Skopalik, Alexander: Making Gamification Easy for the Professor: Decoupling Game and Content with the StudyNow Mobile App. In: Proceedings of the 12th International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology (DESRIST), LNCS, S. 462 – 467, 30. Mai – 1. Jun. 2017, Springer, Heidelberg

Feldotto, Matthias; Leder, Lennart; Skopalik, Alexander: Congestion Games with Complementarities. In: Proceedings of the 10th International Conference on Algorithms and Complexity (CIAC), LNCS, S. 222 – 233, 24. – 26. Mai 2017, Springer, Heidelberg

## Algorithms and Complexity

Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide  
Prof. Dr.-Ing. Heiko Hamann  
(since April 2017 Service Robotics,  
Universität zu Lübeck)  
Assistant Prof. Dr. Alexander Skopalik

Feldotto, Matthias; Leder, Lennart; Skopalik, Alexander: Congestion Games with Mixed Objectives. Journal of Combinatorial Optimization (accepted), Okt. 2017

John, Thomas; Feldotto, Matthias; Hensen, Paul; Klingsieck, Katrin; Kundisch, Dennis; Langendorf, Mike: Towards a Lean Approach for Gamifying Education. In: Proceedings of the 25th European Conference on Information Systems (ECIS), S. 2970 – 2979, 5. – 10. Jun. 2017, Association for Information Systems

Jung, Daniel; Fischer, Matthias; Meyer auf der Heide, Friedhelm: Gathering Anonymous, Oblivious Robots on a Grid. In: Proceedings of the 13th International Symposium on Algorithms and Experiments for Wireless Networks (ALGOSENSORS) (accepted), Sep. 2017

Kling, Peter; Mäcker, Alexander; Riechers, Sören; Skopalik, Alexander: Sharing is Caring: Multiprocessor Scheduling with a Sharable Resource. In: Proceedings of the 29th ACM Symposium on Parallelism in Algorithms and Architectures (SPAA), S. 123 – 132, Jul. 2017, ACM

Li, Shouwei; Mäcker, Alexander; Markarian, Christine; Meyer auf der Heide, Friedhelm; Riechers, Sören: Towards Flexible Demands in Online Leasing Problems. Algorithmica (accepted), 2017

Mäcker, Alexander; Malatyali, Manuel; Meyer auf der Heide, Friedhelm; Riechers, Sören: Cost-Efficient Scheduling on Machines from the Cloud. Journal of Combinatorial Optimization (accepted), 2017

Mäcker, Alexander; Malatyali, Manuel; Meyer auf der Heide, Friedhelm; Riechers, Sören: Non-Clairvoyant Scheduling to Minimize Max Flow Time on a Machine with Setup Times. In: Proceedings of the 15th Workshop on Approximation and Online Algorithms (WAOA) (accepted), 2017, Springer

Podlipyan, Pavel; Li, Shouwei; Markarian, Christine; Meyer auf der Heide, Friedhelm: A

Continuous Strategy for Collisionless Gathering. In: Proceedings of the 13th International Symposium on Algorithms and Experiments for Wireless Networks (ALGOSENSORS) (accepted), Sep 2017

van Rooijen, Lorijn; Baeumer, Frederik Simon; Platenius, Marie Christin; Geierhos, Michaela; Hamann, Heiko; Engels, Gregor: From User Demand to Software Service: Using Machine Learning to Automate the Requirements Specification Process. In: Fourth International Workshop on Artificial Intelligence for Requirements Engineering (AIRE'17) workshop – in conjunction with RE'17, 5. Sep. 2017

#### Promotionen PhD Theses

Shouwei Li

##### Parallel Fixed Parameter Tractable Problems (voraussichtlich Dezember 2017)

Parameterized complexity theory provides a refined classification of intractable problems on the basis of multivariate design and complexity analysis of deterministic algorithms. We focus on the issue of which problems allow efficient fixed-parameter parallel algorithms. We propose an efficient parallel algorithm for the general Monotone Circuit Value Problem with  $n$  gates and an underlying graph of genus  $k$  and show that the problem is in FPPT when parameterized by genus. This result implies that it is possible to find an algorithm that makes some P-complete problems fall into NC by fixing one or more non-trivial parameters. Hence, if we confine ourselves to P-complete problems, an analogy would be: FPPT is with respect to P-completeness what FPT is with respect to NP-completeness. We extend the FPPT framework to a general kernelization method called crown decomposition. This result directly implies an efficient parallel algorithm for the parameterized vertex cover problem. Thus, the parallel crown decomposition and the parameterized vertex cover problem are in FPPT. Furthermore, we explore a parameter called modular-width and show that the Weighted Maximum Clique Problem and the Maximum Matching Problem are in FPPT when parameterized by modular-width. This result implies that, not only P-complete and NP-complete problems but also some problems that are neither known to be P-complete nor in NC, do have parameterized parallel solutions with non-trivial parameters.

Pavel Podlipyan

##### Local Algorithms for the Continuous Gathering Problem

(voraussichtlich Dezember 2017)

We consider a group of mobile robots in the Euclidean plane. Robots have a limited vision range and do not have a central control. Each robot acts by depending solely on local information. Many algorithmic problems arise in such a setting. In this work, we explore the continuous gathering problem. The goal is to know how fast the robots can gather in one not-predefined point in the continuous time model. In this model, each robot continuously observes its local neighborhood and adapts its speed and direction following a local rule. We present a class of algorithms, which we call the *contracting algorithms*, that perform gathering in time  $O(nd)$ , where  $n$  is the number of robots and  $d$  is the diameter of the initial configuration. We also present several contracting algorithms and analyze their efficiency. Upper and lower bounds on the time needed to gather all robots in one not-predefined point are given. Besides that, we investigate how the use of proximity subgraphs of visibility graphs influences the gathering processes. Simulations exhibit a severe difference in the behavior of robots using a Gabriel or Relative Neighborhood graphs as the visibility graph. While a lot of collisions occur during the gathering process, typically only one collision (the final one) takes place if robots use proximity graphs. We present a contracting algorithm which ensures that no collision occurs during the gathering process. This algorithm requires the robots to have some additional capabilities, such as memory and chirality.

Sören Riechers

##### Scheduling with Scarce Resources

(voraussichtlich Dezember 2017)

In today's data and computing centers, the available computing power of a system often is sufficient, but memory and the data rate become the bottleneck instead. Scheduling algorithms usually deal with the assignment of jobs to processors, but without any global constraint on the computing center as a whole. In this thesis, new scheduling problems incorporating such global properties are introduced. Four (slightly) different models capturing aspects of these properties are studied. The first three models are similar in that a resource with a limited capacity is shared among multiple processors, and mostly the objective is to minimize the makespan, i.e., the time until all

jobs are completed. The focus of the first model is on the assignment of the resource to the processors, where for each processor a queue of jobs is already fixed. The second model focuses on interjob communication, where given communication requirements between jobs need to be scheduled on a common communication channel. Finally, the third model is the most general case, where jobs with a certain resource requirement need to be scheduled on the different processors, but the resource has to be assigned as well. On the other hand, the fourth model captures possible strategies for highly dynamic systems, where constraints may even change continuously over time. Here, the energy consumption of a single processor is minimized while adhering to variable speed limits and incorporating fluctuating energy costs.

#### Weitere Funktionen Prof. Meyer auf der Heide Additional functions Prof. Meyer auf der Heide

- Member of the "Hochschulrat" of the Paderborn University
- Director of the Collaborative Research Center (SFB 901) "On-The-Fly Computing"
- Member of the German Academy of Sciences "Leopoldina"
- Member of the NRW Academy of Sciences, Humanities and the Arts
- Member of the National Academy of Science and Engineering "acatech"
- DFG Special Advisor (Vertrauensdozent) of the Paderborn University
- Assistant Chairman of the Paderborn Institute for Scientific Computation (PaSCO)
- Advisory board member of "Journal of Interconnection Networks (JOIN)", World Scientific Publishing
- Chairman of the Scientific Advisory Board of the Leibniz-Zentrum für Informatik, Schloss Dagstuhl
- Member of the Milner Award Committee, The Royal Society
- Member of the program committee of the "Doktorandensymposium der INFORMATIK 2017"
- Member of the organisation committee of the 14th International Symposium on Pervasive Systems, Algorithms, and Networks (I-SPAN 2017)
- Member of the program committee of the 29th ACM Symposium on Parallelism in

- Algorithms and Architectures (SPAA 2017)
- Member of the program committee of the 31st IEEE International Parallel & Distributed Processing Symposium (IPDPS 2017)
- Member of the ACM-STOC TheoryFest Invited Papers Committee (2017)

#### Weitere Funktionen Jun.-Prof. Skopalik Additional functions Assistant Prof. Skopalik

- Member of the program committee of the 10th International Symposium on Algorithmic Game Theory (SAGT)

#### Weitere Funktionen Prof. Hamann Additional functions Prof. Hamann

- Young fellow of the North Rhine-Westphalian Academy of Sciences, Humanities and the Arts
- Associate editor of the IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS) 2017
- Editorial board member of "Swarm Intelligence" (Springer), "Natural Computing" (Springer), "Frontiers in Robotics and AI" (Frontiers Media)
- Member of the program committee of the International Conference on Artificial Life (Alife) 2017
- Member of the program committee of the IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC) 2017
- Member of the program committee of the Evolutionary Computation in Robotics (EvoROBOT, EvoStar) 2017
- Member of the program committee of the Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO) 2017
- Member of the program committee of the International Conference on Bio-inspired Information and Communications Technologies (BICT) 2017

#### Graduiertenprogramme School programmes

- DFG Research Training Centre "Research Training Group Automatism – Emerging

structures in information technology, media, and culture"

#### Aktuelle Forschungsprojekte Current research projects

##### DFG Collaborative Research Centre 901 "On-The-Fly Computing"

The objective of CRC 901 – On-The-Fly Computing (OTF Computing) – is to develop techniques and processes for automatic on-the-fly configuration and provision of individual IT services out of base services that are available on world-wide markets. In addition to the configuration by special OTF service providers and the provision by so-called OTF Compute Centers, this involves developing methods for quality assurance and the protection of participating clients and providers, methods for the target-oriented further development of markets, and methods to support the interaction of the participants in dynamically changing markets. Friedhelm Meyer auf der Heide is coordinator of this collaborative research centre since 2011. *Funding: German Research Foundation Term: 2011 – 2019*

##### DFG Collaborative Research Centre 901 "On-The-Fly Computing", subproject A1 "Capabilities and limitations of local strategies in dynamic networks"

This subproject started in 2011 with the objective to explore the capabilities and limits of local methods for control and optimization of big dynamic networks. Our focus lies on overlay networks, which allow the interaction between actors of the OTF market (the clients) and service providers to support services and provide infrastructure. "Local" in this context means that the control and optimization is not performed by a central instance but distributed by the actors, based on their local information. This subproject is coordinated by Friedhelm Meyer auf der Heide and Christian Scheideler. *Funding: German Research Foundation Term: 2015 – 2019*

##### DFG Collaborative Research Centre 901 "On-The-Fly Computing", subproject A3 "The market for services: Incentives, algorithms, implementation"

In subproject A3 we model and analyze the market for composed IT-services. The main challenges in the economic considerations are the composition aspect, automatization of

transactions, and the dynamics of composed services. For the analysis we use and develop methods from the fields of non-cooperative, cooperative, and algorithmic game theory. Furthermore, the study of bounded rational behavior rests on methods from evolutionary game theory, behavioral economics and the theory of learning. This subproject is coordinated by Claus-Jochen Haake, Burkhard Hehenkamp, and Alexander Skopalik. *Funding: German Research Foundation Term: 2015 – 2019*

##### DFG Collaborative Research Centre 901 "On-The-Fly Computing", subproject B1 "Parameterized Service Specifications"

In subproject B1 we deal with requirements specifications of software services. They are important for a successful search, composition, and analysis of services. In particular, we investigate means of (semi-)automatically synthesizing requirements specifications based on examples, which were prepared by a domain expert. This subproject is coordinated by Gregor Engels, Michaela Geierhos, and Heiko Hamann. *Funding: German Research Foundation Term: 2015 – 2019*

##### DFG Collaborative Research Centre 901 "On-The-Fly Computing", subproject C4 "On-The-Fly Compute Centers II: Execution of Composed Services in Configurable Compute Centers"

In this subproject we are concerned with efficiently utilizing resources within a highly configurable compute center. We emphasize the collaboration between theoretical and practical computer science on closely related issues. OTF Compute Centers are particularly characterized by their ability to profitably exploit the properties of OTF services. They are therefore heterogeneous, in that they have various types of calculation units and persistent storage units. They also have one or more networks that connect these resources with each other. OTF services can be provided by a single or several interacting geographically or organizationally distributed OTF Compute Centers and, if necessary, they are supplemented by temporarily rented resources from the cloud. We will therefore develop and analyze scheduling processes, that consider the characteristics of OTF services on the one hand, and OTF Compute Centers on the other. This subproject is coordinated by Holger Karl and Friedhelm Meyer auf der Heide. *Funding: German Research Foundation Term: 2015 – 2019*



**DFG project: Distributed Data Streams in Dynamic Environments (DISDAS) in the DFG-Priority Programme 1736 Algorithms for Big Data**

In this project we lay the foundations for the design and analysis of distributed algorithms that continuously compute aggregated information of streams of data which are observed by a multitude of devices. These devices may be mobile, i.e. capable of moving in the plane or in space, and contain both (wireless) communication devices and sensors for observing their environment. The major challenge is to cope with the huge amount of data generated by the devices. Typically, the data streams are too big and arrive too fast to be completely stored, or sent to a central server through a network, or processed in real time. Thus we have to find ways to extract useful information from the streams using restricted resources like memory, communication volume and computation time. In this project, we are developing continuous algorithms in distributed environments, taking both the dynamics of the devices and of the observed events into account. This reflects the scenario of moving people with smartphones who observe their environment. Friedhelm Meyer auf der Heide coordinates this project.  
*Funding: German Research Foundation*  
*Term: 2014 – 2017*

**EU H2020 FET project "flora robotica: Societies of Symbiotic Robot-Plant Bio-Hybrids as Social Architectural Artifacts"**

The objective is to develop tightly coupled, symbiotic relationships between robots and natural plants, in particular we investigate the potential in plant-robot societies to create architectural artifacts and living spaces. Heiko Hamann is coordinator of this European project.  
*Funding: European Union Horizon 2020 research and innovation programme*  
*Term: 2015 – 2019*

**BMBF-Project: Resilience by Spontaneous Volunteers Networks for Coping with Emergencies and Disaster (RESIBES)**

In RESIBES, we set up network of spontaneous volunteers, which can be quickly activated and deployed in a coordinated manner in a crisis. Individuals can register as so-called active or passive spontaneous volunteers in the network. Active spontaneous volunteers offer their workforce, while passive spontaneous volunteers provide material resources. In our project part, we are building a robust communication network, which in the case of application supports

the coordination of the deployed spontaneous volunteers and the comprehensive assessment. Communication is also possible if the communication infrastructure is damaged or overloaded. To this end, we develop an ad-hoc network using the smartphones of the spontaneous volunteers. In Paderborn, Friedhelm Meyer auf der Heide, Matthias Fischer and Bernd Kleinjohann coordinate this project.  
*Funding: Federal Ministry of Education and Research*  
*Term: 2016 – 2019*

**Wissenschaftliche Kooperationen  
Scientific cooperations**

- University of Liverpool, Dr. Martin Gairing, United Kingdom
- University of Augsburg, Prof. Dr. Tobias Harks
- Universität Wien, Prof. Dr. Monika Henzinger, Austria
- Sapienza University of Rome, Prof. Stefano Leonardi, Ph.D., Italy
- IMT Alti Studi Lucca, Prof. Guido Caldarelli, Ph.D., Italy
- University of Patras, CTI, Greece, and University of Liverpool, United Kingdom, Prof. Paul Spirakis
- Universite Libre de Bruxelles, Prof. Marco Dorigo, Ph.D., Belgium
- Otto von Guericke Universität Magdeburg, Prof. Dr. Sanaz Mostaghim, Germany
- KAIST, Prof. Dr. Martin Ziegler, South Korea
- University of Warwick, Prof. Dr. Artur Czumaj, United Kingdom

**Schaltungstechnik**

Prof. Dr.-Ing. Christoph Scheytt

**System and Circuit Technology**

Prof. Dr.-Ing. Christoph Scheytt

**Publikationen  
Publications**

Abughannam, Saed; Scheytt, Christoph: Kleinheubacher Tagung 2017. In: Low-Power wake up receiver based on Surface Acoustic Wave Correlator, S. 47, Miltenberg, Germany, 25. – 27. Sep. 2017

Adelt, Peer; Koppelman, Bastian; Müller, Wolfgang; Kleinjohann, Bernd; Scheytt, Christoph: An Automatic Injection Framework for Safety Assessments of Embedded Software Binaries. In: 2nd Workshop on Resiliency in Embedded Electronic Systems (REES), S. 44, Lausanne, Switzerland, Mrz. 2017

Adelt, Peer; Koppelman, Bastian; Müller, Wolfgang; Mueller-Gritschneider, Daniel; Kleinjohann, Bernd; Scheytt, Christoph: Mikrocontrolleranwendungen auf der Basis virtueller Plattformen. In: Tagungsband des Wissenschaftsforums Intelligente Technische Systeme, Germany, Paderborn, Mai 2017

Gudyriev, Sergiy; Scheytt, Christoph; Kress, Christian; Yan, Lei; Christian, Meuer; Zimmermann, Lars: Fully-Differential, Hybrid, Multi-channel 4x25Gbps Direct Direction Receiver in 0.25. In: Frontiers in Optics 2017, S. FM3A.3, 2017

Haddadian, Sanaz; Scheytt, Christoph: Analog Workshop 2017. In: Energy Harvesting Analysis for Next Generation Passive RFID Tags, S. 18, Berlin, Germany, 2017, Technische Universität Berlin

Javed, Abdul Rehman; Scheytt, Christoph; Krishne Gowda, Karthik; Kramer, Roland: System design of a mixed signal PSSS transceiver using a linear ultra-broadband analog correlator for the receiver baseband designed in 130nm SiGe BiCMOS technology. In: IEEE EUROCON 2017-17th International Conference on Smart Technologies, 17th International Conference on Smart Technologies, S. 228 – 233, Jul. 2017

Kuhn, Peter; Haddadian, Sanaz; Meyer, Frederic; Hoffmann, Marc; Grabmaier, Anton; Scheytt, Christoph; Kaiser, Thomas: SHF RFID System for Automatic Process Optimization with Intelligent Tools. In: Smart SysTech 2017; European Conference on Smart Objects, Systems and Technologies, München, Germany, 20. – 21. Jun. 2017

Scheytt, Christoph; Javed, Abdul Rehman; Bam-midi, Eswara Rao: 100 Gbps Wireless System and Circuit Design Using Parallel Spread-Spectrum Sequencing. Frequenz: Journal of RF-Engineering and Telecommunications, 71 (9-10): S. 399 – 414, Aug. 2017

Scheytt, Christoph: Silicon Photonics Microsystems for Communications and Sensing. In: W3+Fair on Optoelectronics, Electronics, and Mechanics, Wetzlar, Germany, 21. – 22. Feb. 2017

Wessel, Jan; Schmalz, Klaus; Scheytt, Christoph; Kissinger, Dietmar: A 120-GHz Electrical Interferometer for Contactless Permittivity Measurements With Direct Digital Read-Out. IEEE Microwave and Wireless Components Letters, 27(2): S. 198 – 200, Feb. 2017

Wu, Liang; Abughannam, Saed; Müller, Wolfgang; Scheytt, Christoph; Ecker, Wolfgang: SPICE-Level Fault Injection with Likelihood Weighted Random Sampling - A Case Study. In: 2nd Workshop on Resiliency in Embedded Electronic Systems (REES), S. 68, Lausanne, Switzerland, Mrz. 2017

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

**2nd International Workshop on Resiliency in Embedded Electronic Systems**  
31. März 2017, Lausanne, CH

**20th Design, Automation and Test in Europe (DATE)**  
27. – 31. März 2017, Lausanne, Schweiz

**IEEE Bipolar / Bipolar CMOS Technology (BCTM) Meeting**  
19. – 21. Oktober 2017, Miami, FL, USA

**1st International Workshop on Embedded Software for Industrial IoT (ESIIT)**  
23. März 2018, Dresden

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

Preis für herausragende Masterarbeit des IHP Leibnizinstitut für Innovative Mikroelektronik, Frankfurt (Oder), an Herrn Chandrasekar Ganesan

**Weitere Funktionen Prof. Scheytt  
Additional functions Prof. Scheytt**

- Mitglied im Programmkomitee German Microwave Conference (GeMiC) 2016, Nürnberg
- Sprecher im Verbundprojekt REAL100G. COM der DFG im SPP 1655 „Drahtlose Ultrahochgeschwindigkeitskommunikation für den mobilen Internetzugriff“
- 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 W. Müller  
Additional functions W. Müller**

- Mitglied im Main Board der European Design and Automation Association (EDAA)
- Stellvertretender Sprecher der gemeinsamen GI/ITG/GME Fachgruppe 3.5.7 / 5.2.2 / 5.7 der Kooperationsgemeinschaft „Rechnergestützter Schaltungs- und Systementwurf“
- Mitglied der Special Interest Group Design Automation (SIGDA) der Association for Computing Machinery (ACM)
- Finance Chair der DATE 2017 (Lausanne, März 2016)
- Finance Chair der DATE 2018 (Dresden, März 2018)
- Finance Chair der DATE 2019 (Florenz, März 2019)
- Gutachter und Mitglied im Programmkomitee des 20. Workshops für Methoden und Beschreibungssprachen zur Modellierung und Verifikation von Schaltungen und Systemen 2017 (Bremen, Februar 2017)
- Gutachter und Mitglied im Programmkomitee des 21. Workshops für Methoden und Beschreibungssprachen zur Modellierung und Verifikation von Schaltungen und Systemen 2018 (Tübingen, März 2018)
- Gutachter und Mitglied im Programmkomitee der International Conference on Hardware / Software Codesign and System

Synthesis (Seoul, South Korea, Oktober 2017)

- General Co-Chair des 2nd International Workshop on Resiliency in Embedded Electronic Systems (REES), März 2017, Lausanne, Schweiz.
- General Co-Chair des 1st International Workshop on Embedded Software for Industrial IIoT (ESIIT), März 2018, Dresden.
- Mitglied im Wissenschaftler-Personalrat der Universität Paderborn

#### Aktuelle Forschungsprojekte Current research projects

##### SPEED (Silicon Photonics Enabling Exascale Data Networks)

Das Projekt entwickelt elektronisch-photonischer ICs auf Siliziumbasis für hochbitratige optische Transceiver. Die Leistungsfähigkeit der Plattform wird exemplarisch anhand der Entwicklung zweier 400 Gb/s Transceivermodule demonstriert, die mit Surface-Mount-Technologie (SMT) direkt auf die Leiterplatten von Netzwerkgeräten montiert werden können (Board Mount Optical Engines – BMOEs).  
*Partner: ADVA Optical Networking SE, AEMtec, FCI Deutschland GmbH, Finetech, Fraunhofer HHI, Fraunhofer IZM, IHP & IHP Solutions GmbH, Ranovus, Sicoya, TU Berlin, Vertilas*  
*Projekträger: VDI Technologiezentrum GmbH*  
*Förderinstitution: Bundesministerium für Bildung und Forschung*  
*Laufzeit: 01.11.2015 – 31.10.2018*

##### REAL100G.com – Mixed-Mode-Baseband für 100 Gbit/s Funkkommunikation

Das Real100G.com-Projekt hat die Bereitstellung eines umsetzbaren Weges für die technisch umfassende, skalierbare und energieeffiziente Verwirklichung von Funkstrecken mit Datenraten von 100 Gbit/s und mehr zum Ziel. Das Übertragungskonzept arbeitet mit mittleren spektralen Effizienzen von 2-3 bit/s/Hz in einem ultrabreitbandigen RF-Bereich.  
*Partner: Universität Stuttgart, Brandenburgische Technische Universität Cottbus, IHP – Leibniz Institut für innovative Mikroelektronik*  
*Förderinstitution: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen des Schwerpunktprogramms „Drahtlose Ultrahochgeschwindigkeits-Kommunikation für den mobilen Internetzugriff“ (SPP 1655)*  
*Laufzeit: 01.09.2017 – 31.10.2019*

##### Cute-Machining – Monitoring und LifeCycle Management von Werkzeugen

Das Vorhaben optimiert durch den Einsatz von „cyber-physischen Systemen“ Fertigungsprozesse. Werkzeuge für die spanende Bearbeitung werden als „Smart Objects“ mit Hilfe einer neuartigen Sensor-/ RFID-Technik verwechslungsfrei identifiziert und befähigt, mit einer übergeordneten Datenbank über Web-Services zu kommunizieren und Informationen über den aktuellen Zustand im Betrieb für eine elektronische Lebenszyklusakte zu liefern.  
*Partner: CIMSOURCE GmbH, Fraunhofer IMS, Turck GmbH, ID4US, Seco Tools*  
*Projekträger: Projekträger Jülich*  
*Förderinstitution: Europäische Union im Rahmen von EFRE.NRW*  
*Laufzeit: 01.04.2016 – 01.10.2018*

##### oFFeDi – Optoelektronischer Frequenzsynthesizer mit Femtosekunden-Diodenlaser

Das oFFeDi-Projekt ersetzt Quarzoszillator-basierte PLL durch Femtosekunden-Pulslasern in Silizium-Photonik-Chips. Diese Laser weisen ein wesentlich besseres Rauschverhalten auf, als die derzeit besten Quarzoszillatoren. So sollen optoelektronische Frequenzsynthesizer mit extrem kleinem Phasenrauschen möglich werden. Der Frequenzsynthesizer und Teile des Lasers sollen dabei in einen Siliziumphotonik-Chip integriert werden.  
*Partner: Rhein-Ruhr Universität Bochum*  
*Förderinstitution: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)*  
*Laufzeit: 01.07.2017 – 30.06.2020*

##### COMPACT (Cost-Efficient Smart System Software Synthesis)

Das COMPACT-Projekt ist ein Vorhaben, um neue Techniken für einen effizienten und strukturierten Softwareentwurf für extrem kleine IoT-Knoten zu entwickeln. Der Fokus des Projekts liegt hierbei auf neuen Mechanismen zur automatischen Software-Generierung für IoT-Knoten mit extremen Hardwarebeschränkungen und hoher Energieeffizienz. In die Entwicklung sind im europäischen Verbund führende Unternehmen entlang der gesamten IoT-Wertschöpfungskette eingebunden.  
*Partner: Infineon Technologies AG, Abix GmbH, FZI, Microteam, Minima Processor, Robert Bosch GmbH, Schneider Electric, Technische Universität Wien, Tampere University of Technology, Technische Universität München, Universidad de Cantabria, Visy*  
*Projekträger: Projekträger DLR*

*Förderinstitution: Bundesministerium für Bildung und Forschung*  
*Laufzeit: 01.09.2015 – 31.08.2020*

##### SAFE4I (Sicherer Automatischer Entwurf für Industrieanlagen)

SAFE4I entwickelt Automatisierungslösungen zur Erzeugung funktional sicherer Software für Industrie-4.0-Anwendungen in Rahmen des industriellen Internet-der-Dinge. Dabei werden alle Teile der Software betrachtet, die nötig sind, um kundenspezifische Automatisierungslösungen für Industrie-4.0-Anwendungen zu realisieren.  
*Partner: Infineon Technologies AG, Bosch Sensor Tec GmbH, COSEDA Technologies GmbH, FZI, HOOD GmbH, Itemis AG, Kapsler & Oswald GmbH, Model Engineering Solution GmbH, OFFIS e.V., Robert Bosch GmbH, ScopeSET Technology GmbH, Technische Universität München, Universität Rostock, Universität Tübingen*  
*Projekträger: Projekträger DLR*  
*Förderinstitution: Bundesministerium für Bildung und Forschung*  
*Laufzeit: 01.10.2017 – 30.09.2021*

#### Aktuelle Industriekooperationen Current industry cooperations

- Abix GmbH, Wien, Österreich
- advico microelectronics GmbH, Recklinghausen
- ADVA Optical Networking SE, Berlin
- AEMtec, Berlin
- AirRobot GmbH, Arnsberg, Dr. Wolf Wireless GmbH, Berlin
- Bosch Sensor Tec GmbH, Reutlingen
- COSEDA Technologies GmbH, Dresden
- Diebold Nixdorf, Paderborn
- dSPACE GmbH, Paderborn
- FCI Deutschland GmbH, Berlin
- IHP – Leibniz Institut für innovative Mikroelektronik, Frankfurt/Oder
- Infineon Technologies AG, München
- Itemis AG, Lünen
- Kapsler & Oswald GmbH, Bochum
- Microteam, Tampere, Finnland
- Minima Processor, Tampere, Finnland
- PKTEC Pauli & Kayser Ingenieurgesellschaft mbH, Karlsruhe
- Ranovus, Nürnberg
- Robert Bosch GmbH, Schneverdingen
- Sandvik, Stockholm Schweden
- Schneider Electric, Santander, Spanien
- Sicoya, Berlin

- Silicon Radar, Frankfurt/Oder
- Socionext Europe GmbH, Braunschweig
- Vertilas, Garching
- Visy, Tampere, Finnland

#### Wissenschaftliche Kooperationen Scientific cooperations

- Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Prof. Krämer
- Forschungszentrum Informatik (FZI), Dr. Viehl
- Karlsruhe Institute of Technology, Dr. Pauli, Prof. Zwick
- Ruhruniversität Bochum, Prof. Hofmann
- Tampere University of Technology, Prof. Hämäläinen
- Technische Universität Berlin, Prof. Woggon
- Technische Universität München, Dr. Müller-Gritschneider
- Technische Universität Wien, Prof. Jantsch
- Universidad de Cantabria, Santander, Prof. Villar
- Universität Rostock, Prof. Haubelt
- Universität Stuttgart, Prof. Kallfass
- Universität Tübingen, Prof. Bringmann
- University of California, Berkeley, Sagark Karandikar



## Regelungstechnik und Mechatronik

Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler

### Publikationen Publications

Abdelgawad, Kareem; Gausemeier, Jürgen; Trächtler, Ansgar; Gausemeier, Sandra; Dumitrescu, Roman; Berssenbrügge, Jan; Stöcklein, Jörg; Grafe, Michael: An Application-Oriented Design Method for Networked Driving Simulation. In: Designs – International Journal of Engineering Designs, Band 1, S. 6.1 – 6.47, Basel, Switzerland, Sep. 2017, MDPI AG

Abdelgawad, Kareem; Henning, Sven; Biemelt, Patrick; Gausemeier, Sandra; Trächtler, Ansgar: Networked Driving Simulation for Future Autonomous and Cooperative Vehicle Systems. In: VDI/VDE (AUTOREG 2017), 8. VDI/VDE-Fachtagung AUTOREG, Berlin, Germany, Jul. 2017 Verein Deutscher Ingenieure, VDI-Verlag, Düsseldorf

Henke, Christian; Michael, Jan; Lankeit, Christopher: A Holistic Approach for Virtual Commissioning of Intelligent Systems. In: Systems Conference 2017, Apr. 2017, IEEE

Henke, Christian; Michael, Jan; Lankeit, Christopher; Trächtler, Ansgar: Virtuelle Inbetriebnahme eines Fertigungszentrums. In: Tag des System Engineering, S. 45 – 54, Nov. 2017, Gesellschaft für Systems Engineering e.V.

Henning, Sven; Biemelt, Patrick; Abdelgawad, Kareem; Gausemeier, Sandra; Trächtler, Ansgar: Methodology for Determining Critical Locations in Road Networks based on Graph Theory. In: IFAC World Congress 2017, 20th IFAC World Congress, 2017, IFAC

Henning, Sven; Biemelt, Patrick; Abdelgawad, Kareem; Gausemeier, Sandra; Trächtler, Ansgar: Modellbasierte Untersuchung der Zuverlässigkeit algorithmisch bestimmter kritischer Stellen in Straßennetzwerken. In: VDI/VDE (AUTOREG 2017), 8. VDI/VDE-Fachtagung AUTOREG, Berlin, Deutschland, 5. – 6. Jul. 2017 Verein Deutscher Ingenieure, VDI-Verlag, Düsseldorf

Holtkötter, Jens; Michael, Jan; Henke, Christian: Systematische Inbetriebnahme einer Prüfeinrichtung für Zugversuche. In: Virtuelle Instrumente in der Praxis 2017, Band 22, S. 62 – 65, Okt. 2017, VDE VERLAG

Knoop, Sarah: Flachheitsbasierte Positionierungen für Parallelkinematiken am Beispiel

eines hochdynamischen Hexapoden. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Paderborn, Band 364, Jan. 2017

Kohlstedt, Andreas; Olma, Simon; Traphöner, Phillip; Jäker, Karl-Peter; Trächtler, Ansgar: Kinematics-based force/position control of a hexapod in a HiL axle test rig. In: 17. Internationales Stuttgarter Symposium, Band 2, S. 379 – 392, Mrz. 2017, Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren Stuttgart – FKFS, Springer

Kohlstedt, Andreas; Traphöner, Phillip; Olma, Simon; Jäker, Karl-Peter; Trächtler, Ansgar: Fast hybrid position / force control of a parallel kinematic load simulator for 6-DOF Hardware-in-the-Loop axle tests. In: 2017 IEEE International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM), S. 694 – 699, 3. – 7. Jul. 2017, IEEE

Krüger, Martin; Borsig, Michael; Damerow, Ulf-Hendrik; Gräler, Manuel; Trächtler, Ansgar: Model-Based Design of Self-Correcting Forming Processes. In: Math for the Digital Factory, Mathematics in Industry, S. 273 – 288. Springer International Publishing, 27. Auflage, Jun. 2017

Michael, Jan; Hellweg, Alina; Henke, Christian; Trächtler, Ansgar: Dynamische Prozessplanung im Smart Home auf Basis von Mutligentensystemen. In: Fachtagung Mechatronik 2017, Band 12, S. 18 – 23, Mrz. 2017, VDI Mechatronik

Olma, Simon; Kohlstedt, Andreas; Traphöner, Phillip; Jäker, Karl-Peter; Trächtler, Ansgar: Observer-based nonlinear control strategies for Hardware-in-the-Loop simulations of multi-axial suspension test rigs. Mechatronics, Okt. 2017

Pai, Arathi: Sliding-Mode-Regler zur Kraft- und Positionsregelung eines Formgedächtnislegierung-Aktors. In: Regelungstechnisches Kolloquium, 2017

Pai, Arathi; Riebold, Markus; Trächtler, Ansgar; Jäker, Karl-Peter: Model-based precision position and force control of SMA actuators with a clamping application. Mechatronics, 2017

Poddubny, Wladimir; Trächtler, Ansgar; Warkeentin, Andreas P.; Krüger, Martin: Innovative Suspensions for Caterpillar Vehicles. Russian Engineering Research, 37(6): S. 485 – 489, 2017

## Control Engineering and Mechatronics

Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler

Poddubny, Wladimir; Trächtler, Ansgar; Warkeentin, Andreas P.; Krüger, Martin: Mechanisch - mathematisches Modell eines Kettenfahrzeuges für die Entwicklung innovativer Antriebs- und Federungssysteme (auf russ.). Interbranch Scientific and Technical Magazine "Vestnik Mashinostroeniya", 2017

Rüting, Arne Thorsten; Block, Eduard; Trächtler, Ansgar: Modellprädiktive Vorsteuerung für einen kinematisch redundanten hybridkinematischen Mechanismus im Industrieumfeld. In: Fachtagung Mechatronik 2017, Band 12, S. 250 – 255, Mrz. 2017, VDI Mechatronik

Schweers, Christoph: Adaptive Sigma-Punkte-Filter-Auslegung zur Zustands- und Parameterschätzung an Black-Box-Modellen, Heinz Nixdorf Institut, Universität Paderborn, 2017

Traphöner, Phillip; Olma, Simon; Kohlstedt, Andreas; Jäker, Karl-Peter; Trächtler, Ansgar: Universelle Entwicklungs- und Prüfumgebung für mechatronische Fahrzeugachsen. In: Wissenschaftsforum Intelligente Technische Systeme (WInTeSys) 2017, 11. – 12. Mai 2017, Heinz Nixdorf Institut

Xu, Ke; Timmermann, Julia; Trächtler, Ansgar: Nonlinear Model Predictive Control with Discrete Mechanics and Optimal Control. Advanced Intelligent Mechatronics (AIM), 3. – 7. Jul. 2017, IEEE

Xu, Ke; Timmermann, Julia; Trächtler, Ansgar: Swing-up of the moving double pendulum on a cart with simulation based LQR-Trees. 20th IFAC World Congress, Jul. 2017

### Promotionen PhD Theses

Felix Oestersötebier

**Modellbasierter Entwurf intelligenter mechatronischer Systeme mithilfe semantischer Technologien**

(voraussichtlich Dezember 2017)

In dieser Arbeit wird eine interdisziplinäre, modellbasierte Methodik für den Entwurf intelligenter, mechatronischer Systeme vorgestellt. Mithilfe dieser Methodik sollen der Aufwand, die Komplexität und die Fehleranfälligkeit bei der Entwicklung reduziert werden, indem Lösungs- und Systemwissen semantisch aufbereitet und genutzt werden. Unter dem Begriff

Lösungswissen werden wiederverwendbare Elemente, Produkte oder Muster, aber z. B. auch speziell für den Zweck der zielgerichteten Wiederverwendung erstellte Dynamikmodelle zur modellbasierten Analyse und Synthese verstanden. Systemwissen bezeichnet systemspezifische Zusammenhänge, Strukturinformationen und Eigenschaften. Beides wird mithilfe semantischer Technologien so aufbereitet, dass unterschiedliche Klassifikationen, Terminologien, Abstraktionsgrade und zugrundeliegende Denkweisen überwunden werden können und damit die nahtlose Integration in den interdisziplinären Entwurfsprozess gelingt. Andererseits wird es auf diese Weise ermöglicht, implizit vorhandenes Wissen herzuleiten, indem die modellierten logischen Zusammenhänge und Regeln ausgewertet werden. Sowohl die Modellierung von wiederverwendbaren Dynamikmodellen sowie von Lösungs- und Systemwissen als auch dessen Nutzung/Integration wird anhand von Beispielen gezeigt. Darüber hinaus wird die Umsetzbarkeit einer Werkzeugunterstützung prototypisch evaluiert.

### Messen, Tagungen, Seminare Fairs, conferences, seminars

#### Wissenschafts und Industrieforum Intelligente Technische Systeme 2017

Das Wissenschafts- und Industrieforum Intelligente Technische Systeme fasst die zwei etablierten und erfolgreichen Workshops „Entwurf mechatronischer Systeme“ und „Augmented & Virtual Reality in der Produktentstehung“ sowie die Tagung „Industrie 4.0 für die Praxis“ unter einem gemeinsamen Dach zusammen. Die Tagung präsentiert neue Ansätze und Lösungen für intelligente Maschinen und Anlagen aus dem Spitzencluster it's OWL und anderen BMBF Projekten. Die Fachausstellung bietet den Teilnehmern ein Forum für Impulse und Erfahrungsaustausch.

11. – 12. Mai 2017, Paderborn

### Weitere Funktionen Additional functions

- Mitglied von acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
- Leiter Fraunhofer Institut Entwurfstechnik Mechatronik IEM

- Kuratoriumsmitglied Fraunhofer IPT
- Wissenschaftlicher Beirat des IMMS
- Beirat des L-LAB

### Graduiertenprogramme School programmes

- International Graduate School of Intelligent Systems in Automation Technology

### Aktuelle Forschungsprojekte Current research projects

#### it's OWL – Querschnittsprojekt Selbstoptimierung (SO)

Das Projekt unterstützt die am Spitzencluster beteiligten Unternehmen beim Entwurf selbstoptimierender (s.o.) Regelungen. Ziel des Projektes ist die anwendungsorientierte Weiterentwicklung s.o. Regelungen und Formalisierung des Entwurfsprozesses. Weiterhin werden ein Leitfaden und eine Bibliotheksstruktur aufgebaut, die den Anwender beim Entwurf s.o. Regelungen unterstützen.  
Förderinstitution: Bundesministerium für Bildung und Forschung  
Laufzeit: 2012 – 2017

#### it's OWL – Querschnittsprojekt Systems Engineering (SE)

Systems Engineering trägt zur sicheren und schnellen Entwicklung multidisziplinärer Systeme bei. Grundlage des Instrumentariums sind disziplinübergreifende Modellierungstechniken, die ein gemeinsames Systemverständnis schaffen. Hinzu kommen Verfahren und Werkzeuge zur durchgängigen Simulation und Optimierung.  
Förderinstitution: Bundesministerium für Bildung und Forschung  
Laufzeit: 2012 – 2017

#### it's OWL – Innovationsprojekt Scientific Automation (ScAut)

Ziel dieser Kooperation des Heinz Nixdorf Instituts mit vier regionalen Industrieunternehmen ist eine Plattform für die Entwicklung und den echtzeitfähigen Betrieb intelligenter Produktionssysteme. Die Integration neuartiger Technologien und Verfahren in die Automatisierungstechnik erfolgt dabei in Form wiederverwendbarer Lösungselemente, die als Hard- oder Softwarekomponenten bereitgestellt werden können.

Förderinstitution: Bundesministerium für Bildung und Forschung  
Laufzeit: 2012 – 2017

#### it's OWL – Innovationsprojekt Ressourceneffiziente Selbstoptimierende Wäscherei (ReSerW)

Ziel ist die Entwicklung einer Referenzarchitektur für Wäschereianlagen, welche es gestattet, konkrete Anlagen zu modellieren. Darüber hinaus werden physikalisch motivierte Verhaltensmodelle der Komponenten, Maschinen und der Gesamtanlage erstellt mit dem Ziel, das mechanische, elektrische, thermische und fluidische Verhalten im Betrieb auf allen Systemebenen zu simulieren.

Förderinstitution: Bundesministerium für Bildung und Forschung  
Laufzeit: 2012 – 2017

#### it's OWL – Transferprojekt Modellbasierte Potentialanalyse für die Optimierung der Servo-Regelung einer Leiterplattenbohrreinheit (MoPARL)

Das strategisch wichtige Kernprodukt im Bereich der CNC-Leiterplattenbohrmaschinen ist die Servoansteuerungseinheit, welche zukünftig durch eine leistungsfähigere Version ersetzt werden soll. Die Entwicklung dieser Nachfolgeversion soll durch eine modellbasierte Potentialanalyse unterstützt werden, welche die Optimierung des Systems zeiteffizienter und zielführender gestaltet. Dabei liegt der Fokus dieses Transferprojekts darauf, die im Modell theoretisch ermittelten Optimalwerte in die Praxis zu überführen, um eine möglichst leistungsfähige Nachfolgebaugruppe am Markt zu etablieren.

Förderinstitution: Bundesministerium für Bildung und Forschung  
Laufzeit: 2016 – 2017

#### it's OWL – Transferprojekt Konzipierung und Regelungsentwurf einer semiaktiven Sitzfederung (ReSiFe)

In diesem Transferprojekt wird untersucht, welches Potential ein aktiv geregelter Stoßdämpfer zur Unterdrückung unerwünschter Schwingungen von Nutzfahrzeugsitzen bietet. Dabei liegt der Fokus darauf, den Fahrer von der Aufgabe der Einstellung des konventionellen Stoßdämpfers zu entlasten und in jeder Fahrsituation automatisch einen adäquaten Schwingkomfort zu realisieren. Hierzu wird zunächst ein Modell des Serienstandes aufgebaut und anhand realer Daten bzw. Messwerten validiert. Darauf aufbauend wird eine semiaktive Sitzfederung konzipiert

und ein Regelalgorithmus entwickelt.  
*Förderinstitution: Bundesministerium für Bildung und Forschung*  
*Laufzeit: 2017*

#### Entwicklung einer Hardware-in-the-Loop-Umgebung zur mehrdimensionalen Achsprüfung und Fahrwerksauslegung

In dem Projekt wird die Entwicklung eines multiaxialen Fahrzeugachsprüfstands zur HiL-basierten Erprobung und Auslegung von Fahrwerkregelsystemen verfolgt. Hierbei liegt der Forschungsschwerpunkt auf der systematischen Realisierung einer möglichst realitätsnahen HiL-Simulation, um eine Vielzahl von Anwendungsfällen und Testszenarien für mechatronische PKW-Achsen generieren zu können. Somit entsteht erstmals die Möglichkeit, das Gesamtsystem Fahrzeugachse inklusive aller aktiven und passiven Komponenten unter realitätsnahen Bedingungen im Labor zu testen und auszuliegen.  
*Förderinstitution: Deutsche Forschungsgemeinschaft*  
*Laufzeit: 2017–2020*

#### Smart Headlamp Technology (SHT)

Ziel dieses Forschungsvorhabens ist die Entwicklung eines optimierten, ressourceneffizienten und vernetzten Entwicklungsprozesses für dynamische Scheinwerfersysteme. Dazu werden in dem Projekt hochdynamische Prüfstände entwickelt und realisiert, welche mittels Hardware-in-the-Loop-Simulationen und einem Fahr Simulator erlauben, lichttechnische Funktionen eines Scheinwerfers in den ersten Stadien der Produktentwicklung zu bewerten, ohne dass ein Prototyp vorliegen muss.  
*Förderinstitution: Europäischer Fonds für regionale Entwicklung*  
*Laufzeit: 2017–2020*

#### Optimalsteuerung für ein Mehrfachpendelsystem

Das unteraktivierte, nichtlineare Mehrfachpendelsystem dient zur Entwicklung und Analyse fortschrittlicher Steuer- und Regelstrategien. Es kann mit zwei oder auch drei Pendelarmen betrieben werden. Für das chaotische Pendelsystem können optimale Trajektorien zwischen verschiedenen Ruhelagen berechnet werden. Dabei können verschiedene Ziele, wie z. B. Energieverbrauch und Manöverzeit berücksichtigt werden.  
*Förderinstitution: International Graduate School*

*of Intelligent Systems in Automation Technology*  
*Laufzeit: 2014–2017*

#### Analyse und Synthese von Regelungskonzepten für einen pneumatischen Muskel

Pneumatische Aktoren, insbesondere pneumatische Muskel, finden sich aufgrund ihrer preiswerten Anschaffung in vielen industriellen Anwendungen. Dabei erfordert das nichtlineare dynamische Verhalten dieser Aktoren den Einsatz geeigneter Regelungskonzepte. Ziel dieses Forschungsvorhabens ist daher die Entwicklung und Analyse neuartiger Regelalgorithmen auf Grundlage mathematischer Prozessmodelle zur Optimierung der Regelgüte des Gesamtsystems.  
*Förderinstitution: Internes Projekt*

#### Modellierung und Ansteuerung eines Demonstrators für dynamische Transportaufgaben

Ziel ist die Entwicklung eines Demonstrators für flexible dynamische Transportaufgaben mit „on-the-fly“-Produktübergaben zwischen verschiedenen Transportsystemen. Dabei sollen die Produkte mithilfe einer dezentralen Ansteuerung, die in Abhängigkeit von den Produktinformationen für jedes Teilsystem automatisch synchronisierte Ansteuerungstrajektorien berechnet, in kürzester Zeit zu den vorgesehenen Bearbeitungsstationen befördert werden.  
*Förderinstitution: Internes Projekt*

## Wissenschaftstheorie und Philosophie

Prof. Dr. phil. Volker Peckhaus

### **Publikationen** Publications

Ficara, Elena: Dialektik und Interpretationsphilosophie. In: U. Dirks und A. Wagner (Hrsg.): Abel im Dialog, Berlin-New York: De Gruyter (2017), 1245–1260

Ficara, Elena: Hegel's Theory of Truth. In: Proceedings of the Conference Truth, Logic and Philosophy, Peking University (2017), 108–119

Heinemann, Anna-Sophie: (2017): Essay Review: Matthias Wille, 'Largely unknown'. Gottlob Frege und der posthume Ruhm, 2016. In: History and Philosophy of Logic 38 (3 (2017), 291–296

Heinemann, Anna-Sophie: ‚Horrent with Mysterious Spiculae‘. Augustus De Morgan's Logic Notation of 1850 as a ‚Calculus of Opposite Relations‘. In: History and Philosophy of Logic (2017)

Heinemann, Anna-Sophie: Interne Relationen, Monismus und Pluralismus bei Whitehead und Russell. In: Christoph Kann; Dennis Sölch (Hrsg.): Whitehead und Russell. 4. Jahrestagung der Deutschen Whitehead-Gesellschaft 2015, Whitehead-Studien, Sonderband (2017) (akzeptiert)

Heinemann, Anna-Sophie: 'Die Logik ist in der That nichts als bloßer Formalismus'. Zu einer Episode in der Geschichte des Begriffs 'formale Logik'. In: SieB – Siegener Beiträge zur Geschichte und Philosophie der Mathematik 8 (2017) (akzeptiert)

Milkov, Nikolay (Hrsg.): Hermann Lotze, Mikrokosmos, 3. Bände, Herausgegeben und eingeleitet von Nikolay Milkov (Philosophische Bibliothek, Bände 705a–c) Hamburg: Felix Meiner Verlag, 2017

Milkov, Nikolay: The 1900-Turn in Bertrand Russell's Logic, the Emergence of His Paradox, and the Way Out. In: Siegener Beiträge Zur Geschichte und Philosophie der Mathematik 7 (2017), 29–50

Milkov, Nikolay: Russell and Husserl (1905–1918): The Not-So-Odd Couple. In: Peter Stone (Hrsg.): Bertrand Russell's Life and Legacy, Wilmington (DE). Vernon Press, 2017, 74–96

Milkov, Nikolay: Hermann Lotzes philosophische Synthese. In: Hermann Lotze, Mikrokosmos, 3. Bände, Herausgegeben und eingeleitet von Nikolay Milkov (Philosophische Bibliothek, Bände 185–187) Hamburg: Felix Meiner Verlag, 2017. S. XI–LXVII.

Milkov, Nikolay: Bertrand Russell's Religion without Dogma. In: Rod Nicholls and Heather Salazar (Hrsg.): The Philosophy of Spirituality, Leiden: Brill Publishing, 2017

Milkov, Nikolay: Lotze und Brentano. In: Jürgen Vollbrecht (Hrsg.), Denken im Zwiespalt. Zum 200. Geburtstag des Philosophen Rudolph Hermann Lotze, Bautzen, 2017, S. 24–29

Peckhaus, Volker: Rezension von William Ewald, Wilfried Sieg (Hrsg.), David Hilbert's Lectures on the Foundations of Arithmetic and Logic 1917–1933, Springer: Berlin, Heidelberg 2013, in: Studia Logica 105 (2017), 669–671

Peckhaus, Volker: 4 Rezensionen in Mathematical Reviews 2013.

Peckhaus, Volker: 4 Rezensionen in Zentralblatt für Mathematik und ihre Grenzgebiete 2013.

### **Weitere Funktionen** Additional functions

- Mitglied des geschäftsführenden Vorstands des Heinz Nixdorf Instituts
- Dekan der Fakultät für Kulturwissenschaften der Universität Paderborn (Wiederwahl 2010)
- Mitglied des Senats der Universität Paderborn
- Mitglied des Vorstands des NRW-Fortschrittskollegs „Leicht – Effizient – Mobil“
- Mitglied der Interakademischen Leibniz-Kommission (Akademie der Wissenschaften zu Göttingen, Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften)
- Bis 2016 Stellvertretender Vorsitzender der Deutschen Vereinigung für Mathematische Logik und Grundlagenforschung der exakten Wissenschaften (DVMLG)
- Mitglied des Wissenschaftlichen Beirats der Gesellschaft für Wissenschaftsgeschichte
- Bis 2016 Ständiger Vertreter des Deutschen Nationalkomitees der Division for Logic,

## Philosophy of Science and Technology

Prof. Dr. phil. Volker Peckhaus

Methodology and Philosophy of Science im Deutschen Nationalkomitee der Division of History of Science in der International Union of the History and Philosophy of Science

- Editor-in-Chief der Zeitschrift History and Philosophy of Logic
- Mitglied des Editorial Boards der Zeitschrift The Review of Modern Logic
- Mitglied des Editorial Boards der Zeitschrift Historia Mathematica
- Mitglied des Comité Scientifique der Zeitschrift Philosophia Scientiae
- Mitglied des wissenschaftlichen Beirats der Zeitschrift Philosophisches Jahrbuch der Görres-Gesellschaft
- Mitglied des Editorial Boards der Buchreihe History of Analytic Philosophy
- Mitglied des International Advisory Boards der Zeitschrift British Journal for the History of Philosophy
- Mitglied des Scientific Committees der Zeitschrift Aporía. Revista internacional de investigaciones filosóficas

### **Aktuelle Forschungsprojekte** Current research projects

Teilprojekt „Hybridentwicklung in Natur und Gesellschaft“ im EFRE-Projekt „Lhybs – Leichtbau mit Hybridsystemen“ (Volker Peckhaus, Matthias Wille)

Mitwirkung im Editionsprojekt Oskar Becker, gefördert durch die DFG (Volker Peckhaus)  
Mitwirkung an der Neuausgabe der Logik von Immanuel Kant (Akademieausgabe) (Volker Peckhaus)

Mitherausgeber von David Hilbert/Paul Bernays, Grundlagen der Mathematik (Volker Peckhaus)

Herausgabe der Werke von Paul Bernays (Mitwirkung) (Volker Peckhaus)

Phänomen und Konstrukt. Oskar Beckers Philosophie der Mathematik (Eigenprojekt Ronny Becker)



## So finden Sie uns

## How to find us

### Anreise mit dem Auto

Verlassen Sie die Autobahn A33 an der Ausfahrt Paderborn-Elsen. Biegen Sie auf die Bundesstraße B1 und folgen der Beschilderung nach Bad Lippspringe/Detmold. Nach 1,5 km fahren Sie an der Ausfahrt Paderborn/Schloss-Neuhaus von der B1 ab. An der Ampelkreuzung (Heinz-Nixdorf-Ring, Dubelohstraße) fahren Sie geradeaus auf den Heinz-Nixdorf-Ring und biegen an der nächsten Ampelkreuzung (Heinz-Nixdorf-Ring, Fürstenallee) links in die Fürstenallee. Das Heinz Nixdorf Institut liegt nach 300 m auf der rechten Seite.

### Travelling by car

From the A33 take the exit Paderborn-Elsen. Turn onto main road B1 towards Bad Lippspringe/Detmold. After 1.5 km leave B1 at the exit Paderborn/ Schloss Neuhaus. Continue straight ahead at the traffic lights (Heinz-Nixdorf-Ring, Dubelohstraße) onto the Heinz-Nixdorf-Ring and turn left at the next set of lights (Heinz-Nixdorf-Ring, Fürstenallee) onto Fürstenallee. The Heinz Nixdorf Institute is 300 m along this street on the right-hand side.

### Anreise mit dem Flugzeug

Vom Flughafen Paderborn/Lippstadt nehmen Sie ein Taxi (25 Minuten, ca. 35 Euro) oder die Buslinie 400/460 in Richtung Paderborn HBF. Vom Hauptbahnhof fahren Sie mit der Linie 11 in Richtung Thuner Siedlung bis zur Haltestelle MuseumsForum (Gesamtfahrzeit ca. 50 Minuten)

### Travelling by air

From Paderborn/Lippstadt airport take a taxi (25 minutes, approx. 35 Euro) or take bus No. 400/460 towards Paderborn main station. From the main station take bus No. 11 towards Thuner Siedlung and get off at the Museums-Forum stop (total journey time approx. 50 minutes).

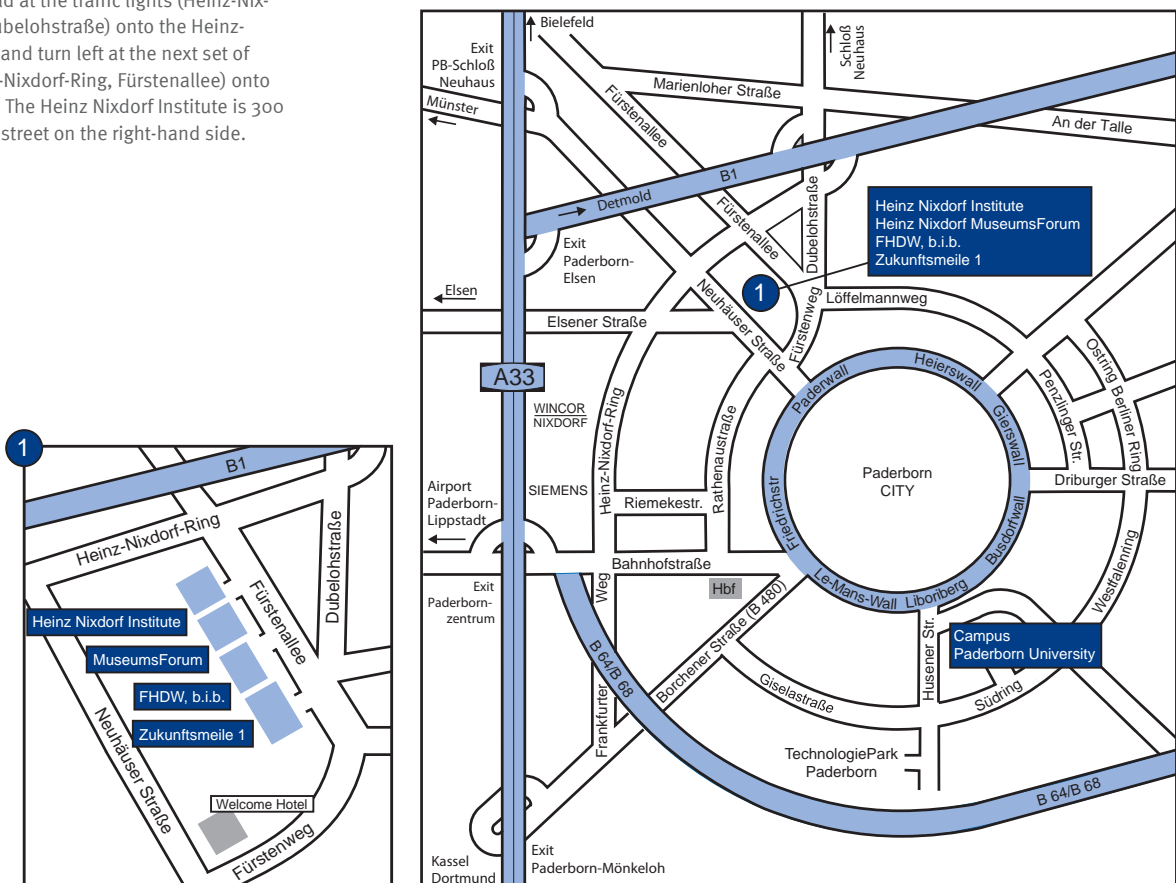
### Anreise mit der Bahn

Vom Paderborner Hauptbahnhof nehmen Sie ein Taxi (10 Minuten, ca. 8 Euro) oder die Buslinie 11 in Richtung Thuner Siedlung bis zur Haltestelle MuseumsForum (ca. 10 Minuten).

### Travelling by train

From Paderborn main station take a taxi (10 minutes, approx. 8 Euro) or take bus No. 11 towards Thuner Siedlung and get off at the MuseumsForum stop (approx. 10 minutes)

Heinz Nixdorf Institut  
Fürstenallee 11  
33102 Paderborn



## Impressum

### Herausgeber

Heinz Nixdorf Institut  
Prof. Dr.-Ing. Christoph Scheytt (Vorstandsvorsitzender)

### Redaktion & Koordination

Dipl.-Medienwiss. Franziska Reichelt  
Telefon: +49 5251 | 60 62 13  
Anna Steinig, M.A.  
Telefon: +49 5251 | 60 62 09  
E-Mail: redaktion@hni.upb.de

### Kontakt

Kerstin Hille  
Heinz Nixdorf Institut  
Universität Paderborn  
Fürstenallee 11  
33102 Paderborn  
Telefon: +49 5251 | 60 62 11

### Auflage

1.000 Exemplare

### Realisierung und Herstellung

Julia Kipper, Ronja Klipp, Franziska Reichelt, Anna Steinig

### Bildnachweise

Seiten 12/13: © fotolia, Edelweiss, igvik, Beboy, Sergey Nivens, Maksim Kabakou  
Seiten 16/17: © Shutterstock, YanLev  
Seiten 20/21, 34/35: © Fraunhofer IEM  
Seite 24, 36, 37, 101: © Michael Adamski  
Seiten 28/29: © fotolia, chombosan  
Seiten 50/51: © iStock/FroYo\_92  
Seite 53: © iStock/Warchi  
Seite 60, 72, 82, 94, 106, 118, 134, 146, 158, 166:  
© Universität Paderborn, Nora Maria Gold  
Seiten 62/53: © iStock/stocknroll  
Seite 65: © iStock/PhonlamaiPhoto  
Seite 71: © Universität Paderborn, Johannes Pauly  
Seiten 74/75: © shutterstock/krunja  
Seite 100: © Project NewStructure at DMRC, funded by ESA Artes 5.1  
Seite 104: © Streetscape Canada  
Seiten 108/109: © fotolia/santiago silver  
Seite 115: © M. Ströhmer 2015  
Seite 116: © shutterstock/JKstock  
Seiten 136/137: © fotolia/RioPatuca Images  
Seite 142: © Universität Paderborn, Judith Kraft  
Seite 156: © www.isri.de

### Druck

Druckerei Lindhauer | Zur alten Kapelle 15  
33129 Delbrück | www.lindhauer.de

### Berichtszeitraum

1. Januar bis 31. Dezember 2017

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.-Ing. Christoph Scheytt (President)

### Editor & coordination

Dipl.-Medienwiss. Franziska Reichelt  
Phone: +49 5251 | 60 62 13  
Anna Steinig, M.A.  
Phone: +49 5251 | 60 62 09  
E-mail: redaktion@hni.upb.de

### Contact

Kerstin Hille  
Heinz Nixdorf Institute  
Paderborn University  
Fürstenallee 11  
33102 Paderborn  
Phone: +49 5251 | 60 62 11

### Circulation

1,000 Copies

### Realisation and production

Julia Kipper, Ronja Klipp, Franziska Reichelt, Anna Steinig

### Picture credits

Pages 12/13: © fotolia, Edelweiss, igvik, Beboy, Sergey Nivens, Maksim Kabakou  
Pages 16/17: © Shutterstock, YanLev  
Pages 20/21, 34/35: © Fraunhofer IEM  
Page 24, 36, 37, 101: © Michael Adamski  
Pages 28/29: © fotolia, chombosan  
Pages 50/51: © iStock/FroYo\_92  
Page 53: © iStock/Warchi  
Page 60, 72, 82, 94, 106, 118, 134, 146, 158, 166:  
© Paderborn University, Nora Maria Gold  
Pages 62/53: © iStock/stocknroll  
Page 65: © iStock/PhonlamaiPhoto  
Page 71: © Paderborn University, Johannes Pauly  
Pages 74/75: © shutterstock/krunja  
Page 100: © Project NewStructure at DMRC, funded by ESA Artes 5.1  
Page 104: © Streetscape Canada  
Pages 108/109: © fotolia/santiago silver  
Page 115: © M. Ströhmer 2015  
Page 116: © shutterstock/JKstock  
Pages 136/137: © fotolia/RioPatuca Images  
Page 142: © Paderborn University, Judith Kraft  
Page 156: © www.isri.de

### Printed by

Druckerei Lindhauer | Zur alten Kapelle 15  
33129 Delbrück | www.lindhauer.de

### Period of review:

1 January until 31 December 2017

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  
Telefax: +49 5251 | 60 62 12

[www.hni.uni-paderborn.de](http://www.hni.uni-paderborn.de)

Fuerstenallee 11  
33102 Paderborn  
Phone: +49 5251 | 60 62 11  
Fax: +49 5251 | 60 62 12

[www.hni.uni-paderborn.de/en](http://www.hni.uni-paderborn.de/en)