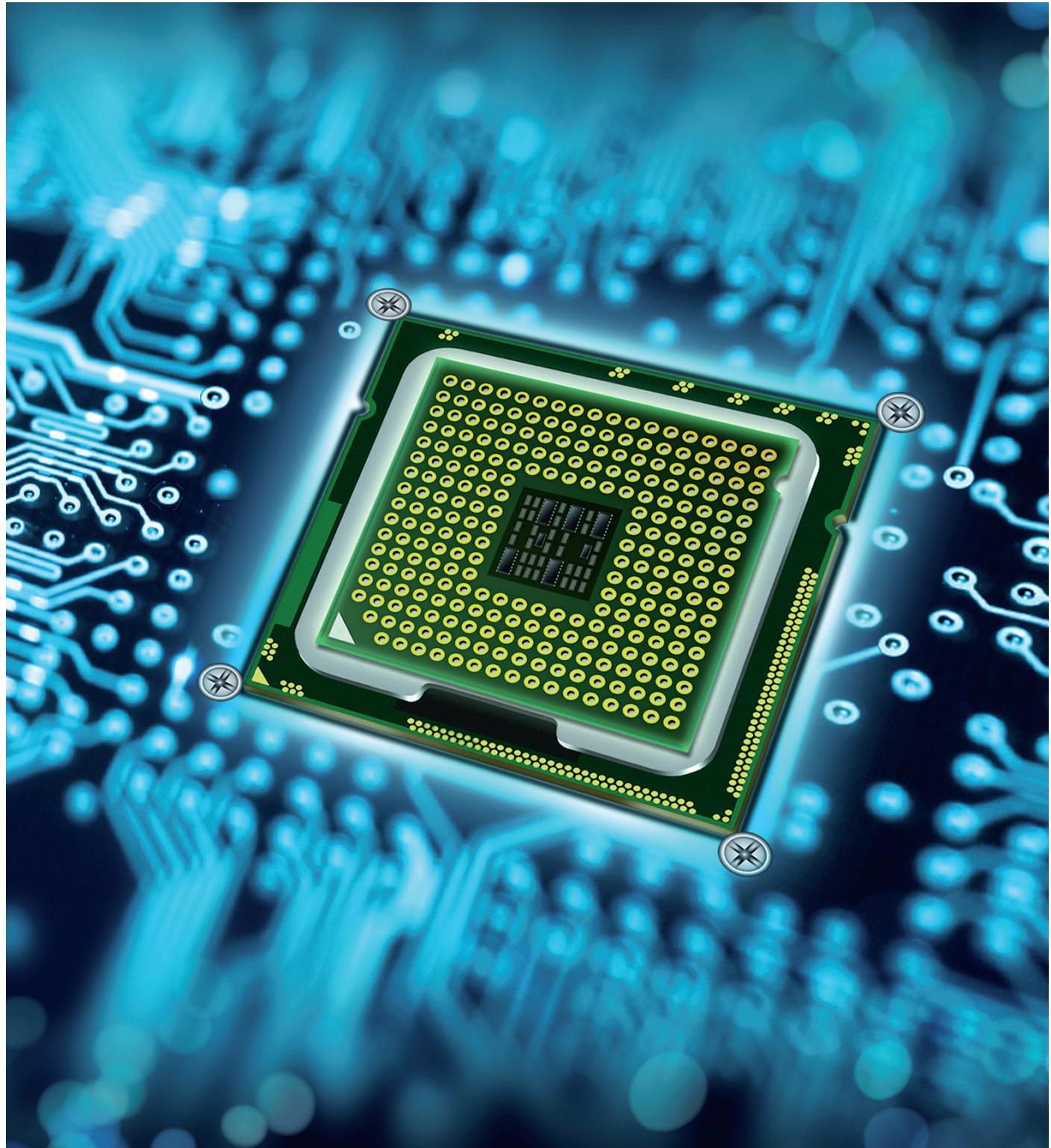


# hni aktuell





# Inhalt

## 3 Neues Mitglied im Vorstand des Heinz Nixdorf Instituts

Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu verstärkt ab sofort den Vorstand des Heinz Nixdorf Instituts. Auf der Kuratoriumssitzung am 22. Januar wurde er als neues Mitglied berufen und am 20. Februar vom Präsidium der Universität Paderborn bestätigt.

## 6 VDI Mechatronik-Tagung 2019

Mit der VDI Mechatronik-Tagung wurde vom 27. bis 28. März durch die Fachgruppe „Produktentstehung“ die größte deutschsprachige Mechatronik-Tagung „Academia trifft Industrie“ veranstaltet.

## 10 Pilotprojekt Schlosskreuzung – Weniger Staus durch optimale Verkehrsflussregelung

Optimierung des Verkehrsflusses zur Senkung der Emissionen und Wartezeiten aller Verkehrsteilnehmer – die Fachgruppe „Regelungstechnik und Mechatronik“ verfolgt dieses Ziel im Testgebiet rund um die Schlosskreuzung und Residenzstraße in Schloss Neuhaus.

### Aktuelles | Seite 2 – 26

- Neues Mitglied im Vorstand des Heinz Nixdorf Instituts
- Kooperationsprojekt „Smart Headlamp Technology“
- Erfolgreiche Evaluation: Forschungskollegs „Arbeit 4.0“ und „Leicht – Effizient – Mobil“ werden fortgesetzt
- Mechatronik für Vernetzte und Autonome Systeme Mechatronik-Tagung in Paderborn
- Alexander-von-Humboldt-Stiftung: Wissenschaftler vom Indian Institute of Technology in Kanpur forscht am Heinz Nixdorf Institut
- Erfolgreicher Technologietransfer aus einem it's-OWL-Projekt
- Autos kommunizieren mit LED-Scheinwerfern
- Radarbasierte Fahrzeugkommunikation – Projektstart des RADCOM-HETNET-Projekts
- Pilotprojekt Schlosskreuzung – Weniger Staus durch optimale Verkehrsflussregelung
- Grundstein für „Zukunftsmeile 2“ gelegt
- Experimenteller Aufschwung und Stabilisierung eines Dreifachpendels auf einem Wagen
- Arbeitstreffen der Plattform Lernende Systeme zur Zukunft von Künstlicher Intelligenz im Heinz Nixdorf Institut
- Unterschiede erkennen, Editorenarbeit optimieren
- #acaLAB – Ein interdisziplinärer Workshop zur Zukunft des Lernens
- iART: Unterstützung von bildorientierten Forschungsprozessen in Analyse und Retrieval
- Safety4Bikes – Assistenzsystem für mehr Sicherheit von Fahrrad fahrenden Kindern
- 4-Kanal-Silizium-Photonik-Direktdetektionsempfänger



- DizRuPt – Nutzungsdaten erheben und für die Produktentwicklung verwerten
- Virtual Cycling Environment (VCE)
- IEM Projektseminar 2019: Herausfordernde Aufgabe der Prozessoptimierung in Kooperation mit Phoenix Contact
- Security Meetup Paderborn
- Fachgruppe „Schaltungstechnik“ schließt Cute-Machining-Projekt erfolgreich ab
- Start neuer Lehrveranstaltungen und intensiver Austausch zwischen Studierenden und Forschenden
- IMPRESS – Die Transformation zum Smart-Service-Anbieter gestalten
- Energieeffizientes WLAN für IoT (EWI)
- Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler im Beirat der VDI/VDE GMA bestätigt
- Neujahrsempfang 2019
- Innovative Produkte und Dienstleistungen bei Extremwetterereignissen – 3. Workshop des EU-Projekts ANYWHERE
- Aktuelles aus dem Fraunhofer IEM

#### **Ausgezeichnet und prämiert | Seite 27 – 29**

- Prof. Dr.-Ing. habil. Falko Dressler als ACM Distinguished Member ausgezeichnet
- Best Paper Runner Up Award für Forscher der Fachgruppe „Verteilte eingebettete Systeme“ bei der IEEE VNC 2018
- „Distinguished Paper Award“ für Veröffentlichung der Fachgruppe „Softwaretechnik“

#### **Promotionen | Seite 30 – 34**

- Methodik zur Einführung innovativer Geschäftsmodelle in etablierten Unternehmen

- Approximate Pure Nash Equilibria in Congestion, Opinion Formation and Facility Location Games
- Safety Requirements Engineering for Early SIL Tailoring
- Organic Programming of Dynamic Real-Time Applications
- Teilautomatisierte Parameteridentifikation für die Validierung von Dynamikmodellen im modellbasierten Entwurf mechatronischer Systeme
- Dyad Ranking with Generalized Plackett-Luce Models
- Spezifikationstechnik zur Beschreibung und Analyse von Wertschöpfungssystemen
- Synchronized Pushdown Systems for Pointer and Data-Flow Analysis

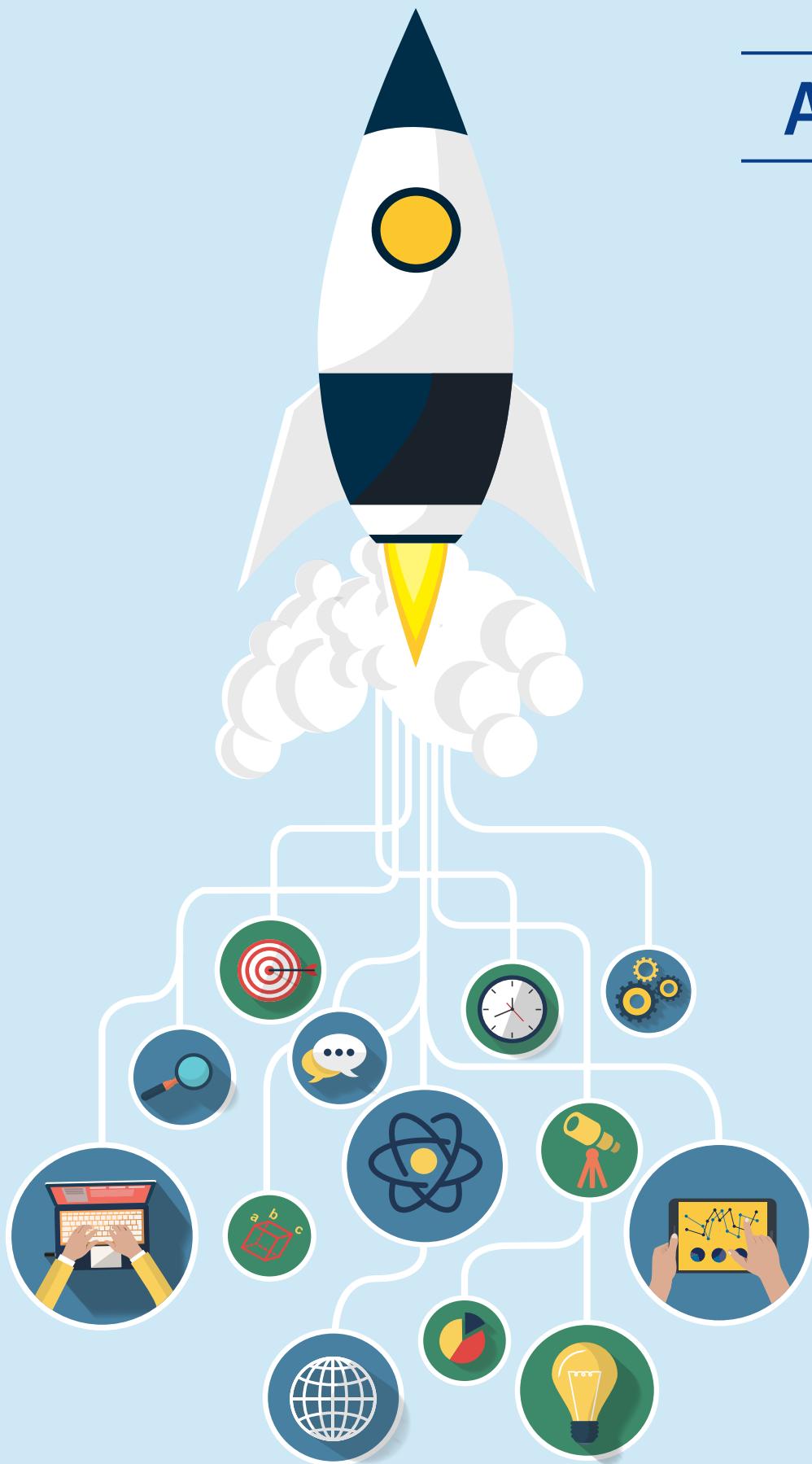
**Personalien | Seite 35 – 37**

#### **Veranstaltungen | Seite 38 – 39**

- 15. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung

**Impressum | Seite 40**

# Aktuelles





# Neues Mitglied im Vorstand

Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu

## Neues Mitglied im Vorstand des Heinz Nixdorf Instituts

**Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu verstärkt ab sofort den Vorstand des Heinz Nixdorf Instituts. Auf der Kuratoriumssitzung am 22. Januar wurde er als neues Mitglied berufen und am 20. Februar vom Präsidium der Universität Paderborn bestätigt.**

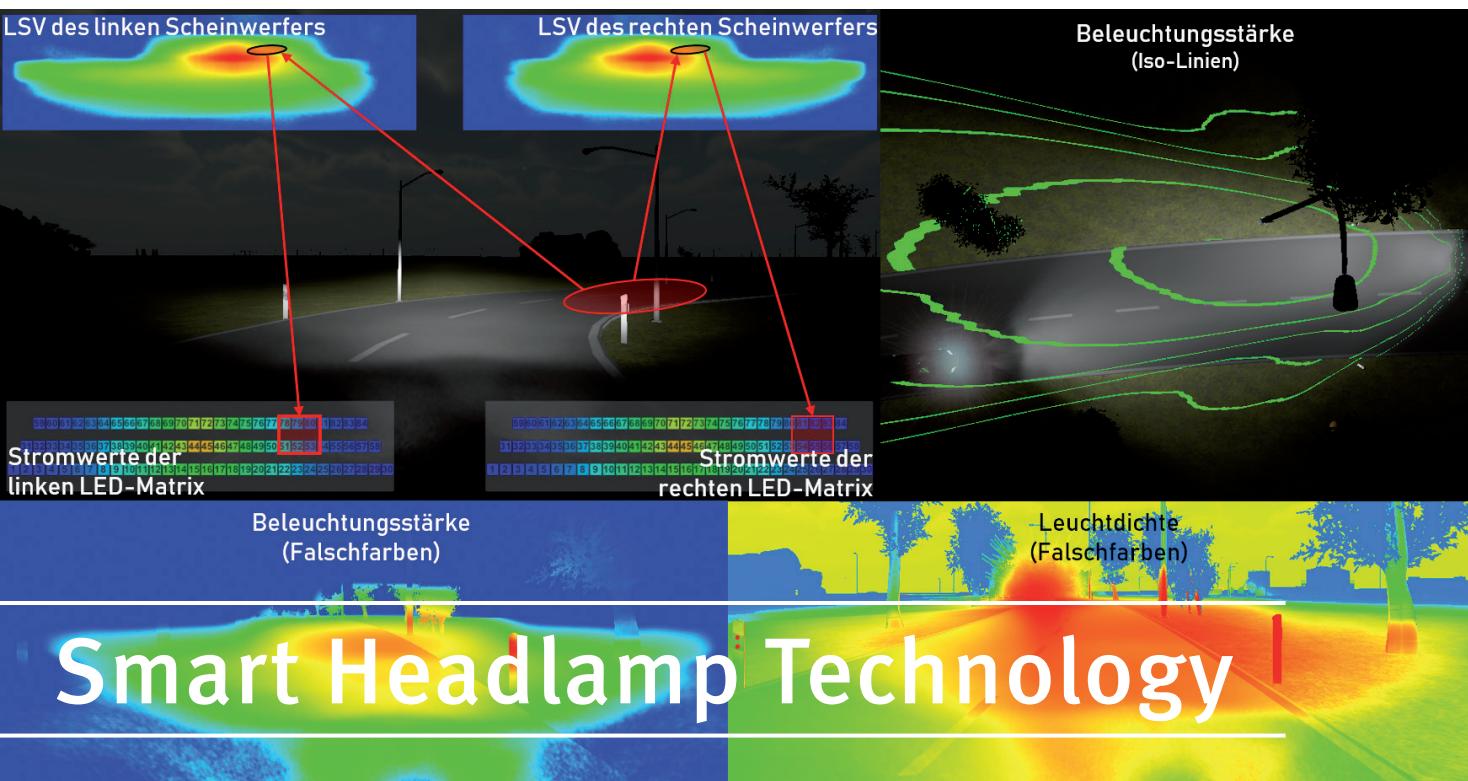
Prof. Roman Dumitrescu verantwortet seit acht Jahren den Forschungsbereich Produktentstehung am Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM in Paderborn und ist ab sofort auch Mitglied im Vorstand des Heinz Nixdorf Instituts. Als Geschäftsführer des Technologienetzwerks Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe (it's OWL) treibt er Forschung und Entwicklung in Ostwestfalen-Lippe voran. Seit Ende 2016 ist er Professor für den Fachbereich Advanced Systems Engineering an der Universität Paderborn.

Arbeitsschwerpunkt von Professor Dumitrescu ist die Produktentstehung intelligenter technischer Systeme. Dabei setzt er mit Systems Engineering auf einen fachübergreifenden technologiegestützten Entwicklungsansatz, der den gesamten Innovationsprozess im Blick hat – von der strategischen Planung bis hin zum Markterfolg. Für die Arbeit im Heinz Nixdorf Institut sind Professor Dumitrescu zwei Aspekte besonders wichtig: Zum einen die Anwendungsnähe – sowohl in der Forschung als auch in der Lehre. Projekte von Fraunhofer IEM, Spartencluster it's OWL und Heinz Nixdorf Institut liefern Studierenden spannende Einblicke in die Praxis. Zum anderen freut sich Professor Dumitrescu auf die interdisziplinäre Forschungs- und Arbeitskultur am Heinz Nixdorf Institut. „Das fachübergreifende Zusammenarbeiten ist Tradition am Standort Paderborn und wird mit der zunehmenden Digitalisierung immer bedeutender werden. Ich freue mich darauf, mit meiner Arbeit dazu beitragen zu können“, so Roman Dumitrescu.

Neue Forschungsprojekte stehen dafür bereits in der Startposition: Seit Anfang 2019 koordiniert die Fachgruppe „Advanced Systems Engineering“ zwei neue Projekte des Bundesforschungsministeriums. Die übergeordnete Frage: Wie gelingt es Unternehmen, Nutzungsdaten ihrer Produkte zu erheben, zu verarbeiten und gewinnbringend einzusetzen? Das Forschungsprojekt DizRuPt „Datengestützte Retrofit- und Generationenplanung im Maschinen- und Anlagenbau“ unterstützt Unternehmen dabei, Daten ihrer Maschinen und Anlagen im Feld zu erheben und auszuwerten, um die nächste Produktgeneration zu optimieren oder Produkte im Einsatz durch ein Update zu verbessern. Im Forschungsprojekt IMPRESS „Instrumentarium zur musterbasierten Planung hybrider Wertschöpfung und Arbeit zur Erbringung von Smart Services“ unterstützen die Fachgruppe und das Fraunhofer IEM Unternehmen beim Wandel vom Produkt- zum Produkt-Service-Anbieter.

Professor Dumitrescu promovierte 2010 bei Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier im Bereich Systems Engineering für intelligente mechatronische Systeme. Neben seiner Forschung am Fraunhofer IEM und an der Universität Paderborn ist er unter anderem Mitglied im Expertenkreis des Innovationsdialogs der Bundesregierung, im Forschungsbeirat der Forschungsvereinigung 3-D MID e.V., im Lenkungskreis der Initiative Wirtschaft & Arbeit 4.0 der NRW-Landesregierung sowie im Verwaltungsrat des RKW-Kompetenzzentrums. Außerdem ist er Leiter des VDE/VDI-Fachausschusses „Mechatronisch integrierte Baugruppen“.

**Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu  
Advanced Systems Engineering**



Momentaufnahmen aus der HD-Scheinwerfer-Simulationsumgebung (oben links: Visualisierung der LED-Matrix-Bestromungswerte und Lichtstärkeverteilungen beider Scheinwerfer, oben rechts: Iso-Linien der auftreffenden Beleuchtungsstärke, unten links: Falschfarben-Darstellung der Beleuchtungsstärke, unten rechts: Falschfarben-Darstellung der Leuchtdichte)

### Kooperationsprojekt „Smart Headlamp Technology“ – Virtuelle Entwicklung hochauflösender Scheinwerfer mit Echtzeitmodellen

**Das Smart-Headlamp-Technology-(SHT)-Projekt erreicht das finale Projektjahr. Die Kooperation der Universität Paderborn, der TU Dortmund, des Fraunhofer IEM und der Hella KG kann schon jetzt vielversprechende Erfolge präsentieren.**

Im Rahmen des Kooperationsprojekts ist die Universität Paderborn, vertreten durch die Fachgruppe „Regelungstechnik und Mechatronik“, für die echtzeitfähige Darstellung des Lichts hochauflösender Scheinwerfer in einer virtuellen Szene verantwortlich. Deren Steuergerät wird dabei in Form einer Hardware-in-the-Loop-(HiL)-Simulation eingebunden und passt die Lichtstärkeverteilungen (LSV) der Scheinwerfer hochdynamisch an. Die vom Steuergerät benötigten Sensorwerte werden durch virtuelle Sensoren bereitgestellt. Hierzu gehören einfach generierbare Sensorwerte wie der Lenkradwinkel oder die Raddrehzahl, aber auch komplexere Sensordaten wie die erkannten Objekte der Fahrzeugumfeldkamera. Durch die Einbindung dieser Komponenten in eine Fahrsimulation wird die simulationsgestützte Entwicklung hochauflösender Scheinwerfersysteme und ihrer Lichtfunktionen ermöglicht. Mit dieser erstmalig geschaffenen Möglichkeit der Simulation von High-Definition-(HD)-Scheinwerfersystemen kann die Notwendigkeit von Nachtfahrten auf ein Minimum reduziert werden.

Die entwickelte Simulationsumgebung ermöglicht eine schnelle und flexible Generierung von Testszenarien sowie deren exakte Reproduzierbarkeit. Damit wird ein deutlicher Vorteil gegenüber realen Probefahrten geschaffen, welche bisher die einzige Möglichkeit dynamischer Tests darstellten. Durch die Verwendung einer standardisierten Spezifikation können Teststrecken definiert und in die Simulationsumgebung importiert werden. Auch die Einbindung von Fremdverkehr und dessen Verhalten kann frei vorgegeben werden. Neben klassischen Nachtfahrten können mit begrenzter Realitätsnähe auch die Einflüsse von Regen oder Nebel erprobt werden.

Um den Entwicklungsprozess weiter zu beschleunigen, hat die Fachgruppe verschiedene Analysemöglichkeiten zur Bewertung des Scheinwerferlichts geschaffen. Dazu gehört die Visualisierung verschiedener fotometrischer Größen, wie Lichtstärke, Beleuchtungsstärke oder Leuchtdichte, durch Iso-Linien oder Falschfarben-Darstellungen. Darauf hinaus können die Vorgaben des Scheinwerfer-Steuergeräts veranschaulicht werden, um eine bestmögliche Nachvollziehbarkeit der Wirkkette vom Lichtsteueralgorithmus bis hin zur beleuchteten Umgebung zu gewährleisten. Anstelle der Live-Simulation ist es auch möglich, alle für die Visualisierung benötigten Daten aufzuzeichnen und wiederholt wiederzugeben, um die simulierte Verkehrssituation mit verschiedenen Analysetools zu untersuchen.

Zur Erprobung wurde die vorgestellte Lösung bereits im ATMOS-Fahr simulat or unter Verwendung eines HD84-Matrix-LED-Scheinwerfersystems der Hella KG integriert, wobei sowohl deren Funktion als auch ihre Echtzeitfähigkeit erfolgreich nachgewiesen werden konnten. Bedingt durch die verschiedenen Videokanäle und Clusterrechner am ATMOS-Fahr simulat or wurde die Simulationsumgebung als eine verteilt ausführbare Master-Slave-Architektur umgesetzt. Diese ermöglicht die Ausführung auf mehreren Rechnern und somit eine deutlich höhere Anzahl parallel darstellbarer Kameraperspektiven.

Mit dem Anbruch des dritten und finalen Projektjahrs im SHT-Projekt können wesentliche Anteile der Arbeitspakete der Universität Paderborn bereits als gelöst betrachtet werden. Die entwickelte Scheinwerfersimulation stellt die erste Veröffentlichung im Kontext hochauflösender Systeme dar. Mit der Verschiebung nächtlicher Testfahrten von der realen in die virtuelle Umgebung geht sowohl eine erhebliche Zeit- und Kostenersparnis als auch ein Sicherheitsgewinn einher. Nach der Überwindung der zentralen Herausforderungen im Forschungsprojekt kann somit einem erfolgreichen Projektabschluss entgegengesehen werden.

**Nico Rüddenklau, M.Sc.  
Regelungstechnik und Mechatronik**



# Förderung für Forschungskollegs

Präsentation des Forschungskollegs auf der LABOR.A

## **Erfolgreiche Evaluation: Forschungskollegs „Arbeit 4.0“ und „Leicht – Effizient – Mobil“ werden fortgesetzt**

**Die NRW-Forschungskollegs „Gestaltung flexibler Arbeitswelten – Arbeit 4.0“ und „Leicht – Effizient – Mobil“ präsentierten Ergebnisse einer erfolgreichen ersten Projektphase. Beide Kollegs werden weitere dreieinhalb Jahre gefördert.**

Ab 2019 werden die beiden Projektkonsortien für dreieinhalb Jahre mit jeweils 2,2 Millionen Euro weiter gefördert. In den im Juli 2014 gestarteten Forschungskollegs forschen Nachwuchswissenschaftler inter- und transdisziplinär zu Zukunftsthemen mit besonderer gesellschaftlicher Relevanz.

In dem Forschungskolleg „Gestaltung flexibler Arbeitswelten – Arbeit 4.0“ werden die Auswirkungen von Industrie 4.0 auf die Arbeitswelt untersucht. Gemeinsam mit der Universität Bielefeld forschen Kollegiaten aus der Informatik, den Sozialwissenschaften, den Wirtschaftswissenschaften, der Psychologie und dem Maschinenbau an der menschzentrierten Gestaltung und Nutzung von cyber-physischen Produktionssystemen. In dem Forschungskolleg „Leicht – Effizient – Mobil (LEM)“ der Universität Paderborn wird der Einsatz von hybriden Leichtbauwerkstoffen zur Reduzierung des Ressourcen- und Energieverbrauchs untersucht.

Ergebnisse der ersten Phase wurden in etlichen Veranstaltungen vorgestellt. Kollegiaten des Forschungskollegs Arbeit 4.0 beteiligten sich an der LABOR.A, einem Symposium der Hans-Böckler-Stiftung über die Arbeitswelt der Zukunft. Die Veranstaltung diente dem Austausch zwischen betrieblichen Akteur(inn)en, Thinktanks, Politik und Gewerkschaften. Alexander Pöhler von der Fachgruppe „Produktentstehung“ stellte sein Promotionsthema vor und nahm insbesondere Stellung zu Fragen bezüglich der zukünftigen Einbindung von Beschäftigten in Produktionssysteme. Die Verlängerung des Forschungskollegs Arbeit 4.0 wurde im Rahmen der Tagung „Der Mensch in der digitalisierten Welt“ feierlich mit Vorträgen,

Diskussionen und einem Festakt eingeleitet. Die Tagung fand am 17. Januar im Zentrum für interdisziplinäre Forschung der Universität Bielefeld statt. Eingeleitet durch die Vorträge „Digitale Zukunft – wo bleibt der Mensch?“ von Technikphilosoph Professor Dr. Armin Grunwald und „Auf dem Weg zu Arbeit 4.0 – dem Wandel der Arbeitswelt begegnen“ von Jana Schönefeld, Geschäftsleitung des Unternehmens Hettich, fanden wissenschaftliche Diskussionen zu dem Thema Arbeit 4.0 statt. Abgeschlossen wurde die Veranstaltung mit einem Festakt durch Klaus Kaiser, dem parlamentarischen Staatssekretär im Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen sowie dem Präsidenten der Universität Bielefeld, Herrn Professor Dr.-Ing. Gerhard Sagerer, und der Präsidentin der Universität Paderborn, Frau Professor Dr. Birgitt Riegraf.

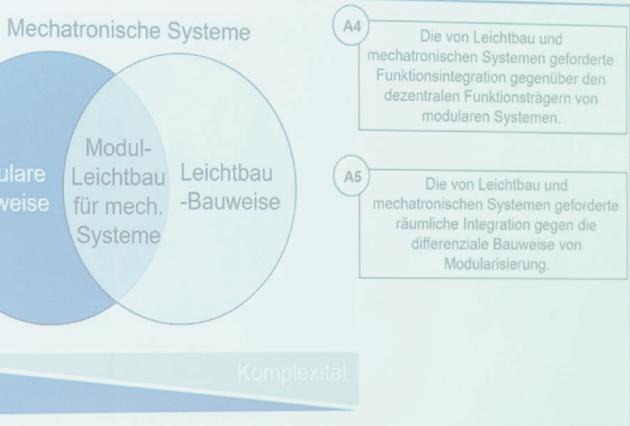
Das jährliche Highlight im Forschungskolleg LEM, die „Denkschule“, wurde unter die Überschrift „Mobilität: innovativ und nachhaltig!“ gestellt. In Workshops und Vorträgen wurden Erkenntnisse der Grundlagenforschung ebenso wie zahlreiche praktische Fallstudien vorgestellt und diskutiert. Ein Beispiel ist die Anwendung von additiver Fertigung zur Herstellung individualisierter Produkte für Menschen mit körperlichen Beeinträchtigungen. Xiaojun Yang, Doktorandin der Fachgruppe „Produktentstehung“, brachte ihre Erkenntnisse zur Entscheidungsunterstützung für die Entwicklung modularer und gleichzeitig leichter Produkte ein.

Insgesamt gibt es derzeit zwölf NRW-Forschungskollegs, die zu Themen der großen gesellschaftlichen Herausforderungen forschen. Das Heinz Nixdorf Institut ist mit insgesamt drei Stellen (eine im Forschungskolleg LEM und zwei im Forschungskolleg Arbeit 4.0) beteiligt.

**Alexander Pöhler, M.Sc.  
Produktentstehung**

## ch Systeme und Modulleichtbau: el von Unmanned Aerial Vehicles (UAVs)

Zielsystems zur Entscheidungsunterstützung  
grad und dem Leichtbaugrad eines



Bauweise und Leichtbau Bauweise für die Entwicklung von

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler

HEINZ NIXDORF INSTITUT  
UNIVERSITÄT PADERBORN



# VDI Mechatronik-Tagung



Bild (oben): Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler eröffnet die Mechatronik-Tagung in Paderborn.

Bild (links): Xiaojun Yang, Doktorandin der Fachgruppe „Produktentstehung“, hält einen Fachvortrag zu dem Thema „Entwicklung mechatronischer Systeme und Modulleichtbau: Anforderungen am Beispiel von Unmanned Aerial Vehicles (UAVs)“.

## Mechatronik für Vernetzte und Autonome Systeme Mechatronik-Tagung in Paderborn

**Mit der VDI Mechatronik-Tagung wurde vom 27. bis 28. März durch die Fachgruppe „Produktentstehung“ die größte deutschsprachige Mechatronik-Tagung „Academia trifft Industrie“ veranstaltet.**

Über 100 Teilnehmer aus Industrie und Wissenschaft wussten die Möglichkeit zu nutzen, sich zu vernetzen und die aktuellen Forschungsergebnisse des Themenfeldes der Mechatronik zu diskutieren und zu reflektieren.

Die Höhepunkte der Konferenz bildeten die drei Key-Notes durch Prof. dr.ir. Sevil Sariyildiz, Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler und Dr. Stefan Breit.

So zeichnete Professor Sariyildiz der TU Delft durch ihren Vortrag über den IQ von Smart Cities ein Zukunftsbild der Mega-Cities von morgen und wie das urbane Leben in der Zukunft aussehen kann. Mit Konzepten wie Eco Villages, Cities in the Sky und Floating Cities gab sie entscheidende Impulse in den Bereichen Vernetzung und Intelligente Technische Systeme, die einen inspirierenden Grundton für die Veranstaltung setzten. Professor Trächtler zeigte in seinem Vortrag die Potenziale der Mechatronik durch die Verknüpfung mit maschinellem Lernen auf und berichtete dabei über die Anwendung in gemeinsamen Projekten des Heinz Nixdorf Instituts mit dem Fraunhofer IEM. Zuletzt nahm Dr. Stefan Breit in seiner Rolle als Geschäftsführer Technik der Miele & Cie. KG die Vernetzung als prägendes Thema der Konferenz auf und berichtete aus der industriellen Praxis heraus über die Zukunft von Smart Home in seinem Unternehmen. Er zeigte auf, wie in einem 120 Jahre alten Familienunternehmen mit den Kernkompetenzen Qualität, Langlebigkeit und Präzision diese zentralen Aktivitäten in die Umsetzung gebracht werden.

Neben den Key-Notes wurde der Kern der Veranstaltung durch die Präsentation von über 40 Fachbeiträgen gebildet. So präsentier-

ten Wissenschaftler und Industrieteilnehmer aus dem gesamten deutschsprachigen Raum Beiträge zu Themen, wie Industrie 4.0, innovativen Geschäftsmodellen, Automatisierungstechnik und smarten Akten. Auf Basis dieser Ergebnisse entstanden rege Diskussionen mit renommierten Teilnehmern aus Industrie und Wissenschaft.

Zu den Beiträgen zählten beispielsweise teil-autonome Systeme zur Asbestsanierung, die Erschließung von Geschäftschancen mittels der Vernetzung von low-cost Flutwarnsystemen oder die kostengünstige Automatisierung von älteren Werkzeugmaschinen im Kontext von Industrie 4.0. So ist es gelungen, das gesamte moderne Themenfeld der Mechatronik darzustellen und durch intensive Diskussion weiterzuentwickeln. Darüber hinaus präsentierten sich im Rahmen der Fachausstellung in der Region ansässige Industrieunternehmen, wie BST eltromat International, dSPACE und Infineon. Für die Teilnehmer der Konferenz bot sich so die Chance zur Reflexion der eigenen Ideen mit Anwendern und zur Erschließung neuer Kontakte. Den Ausstellern selbst wurde ein Forum zur Präsentation ihrer aktuellen Erkenntnisse geboten, und durch die aktive Teilnahme am Konferenzprogramm ist darüber hinaus der Transfer der wissenschaftlichen Ergebnisse in die industrielle Praxis gegeben.

Thematisch stand die Konferenz damit ganz in der Tradition des Gründervaters und Computerpioniers Heinz Nixdorf und unseres Instituts, welches bekanntlich seine Forschung unter den Leitspruch „THINGS THAT THINK – Die Zukunft vorausdenken“ stellt. Prägend für die Weiterentwicklung der Mechatronik in Paderborn ist dabei der Brückenschlag zwischen wegweisenden Unternehmen, wie Heinz Nixdorf, Dr.-Ing. Hanselmann (dSPACE) und der Universität. Durch die Ausrichtung der Konferenz in Paderborn werden wir diese Vernetzung zwischen der Industrie und Wissenschaft für intelligente technische Systeme auch zukünftig vorantreiben, um die Idee unseres Gründervaters weiterhin mit Leben zu füllen.

**Henrik Thiele, M.Sc.  
Produktentstehung**



Prof. Dr. Surender Baswana forscht als Stipendiat der Alexander-von-Humboldt-Stiftung am Heinz Nixdorf Institut.

#### Alexander-von-Humboldt-Stiftung: Wissenschaftler vom Indian Institute of Technology in Kanpur forscht am Heinz Nixdorf Institut

**Ausländische Stipendiaten der Alexander-von-Humboldt-Stiftung können Forschungsprojekte mit einem Gastgeber und Kooperationspartner ihrer Wahl durchführen.**

Prof. Dr. Surender Baswana, Informatiker vom Indian Institute of Technology (IIT) in Kanpur, sieht die besten Voraussetzungen dafür am Heinz Nixdorf Institut. Unterstützt durch Gastgeber Prof. Dr. Friedhelm Meyer auf der Heide, Leiter der Fachgruppe „Algorithmen und Komplexität“, beschäftigt sich Baswana mit den Grundlagen der theoretischen Informatik. Baswana ist Empfänger des Humboldt-Forschungsstipendiums für erfahrene Wissenschaftler, das u.a. zum Ziel hat, die Spitzenwissenschaftler von morgen schon heute als Partner für Deutschland zu gewinnen. Die Laufzeit des Stipendiums beträgt sechs bis 18 Monate.

„Die guten Forschungsbedingungen und der gute Ruf der Universität – insbesondere in der Informatik – haben mich überzeugt“, erklärt Baswana. Sein Forschungsgebiet sind dynamische Netzwerkalgorithmen: „Es gibt viele Netzwerke, die unser tägliches Leben beeinflussen. In sozialen Netzen sind wir zum Beispiel daran interessiert, möglichst viele Interessengruppen zu finden. Normalerweise geht man beim Entwurf eines Algorithmus für diese Fälle davon aus, dass das zugrunde liegende Netz statisch ist. Diese Annahme ist aber unrealistisch. Soziale Netze, also die Beziehungen zwischen den teilnehmenden Personen, ändern sich ständig. Das Ziel meiner Forschung ist es deshalb, ausgeklügelte Datenstrukturen für Netzwerkprobleme zu entwickeln, die sich sehr schnell an Veränderungen des Netzes anpassen.“

**Dr. rer. nat. Matthias Fischer  
Algorithmen und Komplexität**



Prototyp während der gemeinsamen Projektphase

#### Erfolgreicher Technologietransfer aus einem it's-OWL-Projekt

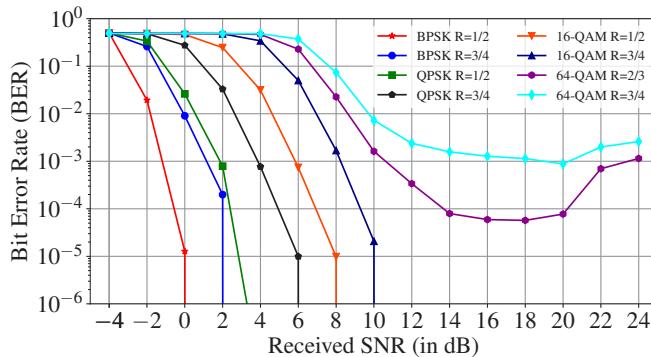
Die Fachgruppe „Regelungstechnik und Mechatronik“ entwickelte 2016 zusammen mit der WP Kemper GmbH einen intelligenten Teigknetner. Die Erfindung wurde nun an den Industriepartner verkauft.

Neuer Fortschritt bei der automatisierten Herstellung von Backwaren: Die Fachgruppe „Regelungstechnik und Mechatronik“ hat gemeinsam mit der WP Kemper GmbH, einem führenden Anbieter von Knetern und Anlagen zur Herstellung von Kleingeback, im Rahmen des it's-OWL-Projekts InoTeK ein Verfahren zur automatisierten Prozessführung einer Teigknetvorrichtung entwickelt. Mit dieser Neuerung erkennt die Knetmaschine kontinuierlich den Teigzustand und steuert selbstständig den Knetprozess. Bisher war dieser Prozess von der Bewertung der Teige durch Experten abhängig – in der Regel überwachen geschulte Bäcker das Kneten des Teigs und passen den Prozess kontinuierlich an. Denn je nach Qualität des Mehls ist zum Beispiel eine andere Knetdauer notwendig, um den optimalen Zustand des Teigs zu erreichen.

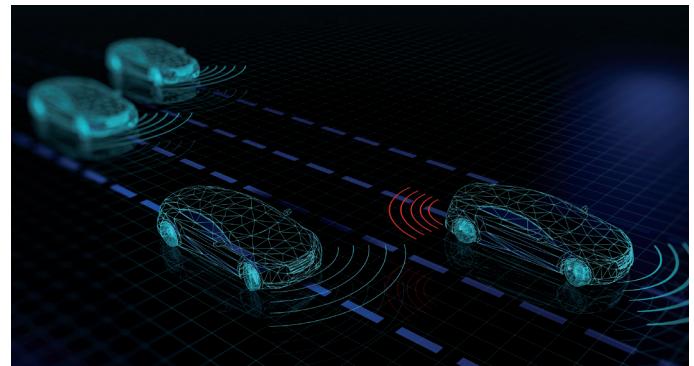
Mit der Erfindung kann dieser Schritt automatisiert werden. Die Teigegenschaften am Ende des Knetprozesses sind reproduzierbar einstellbar. U.a. bestimmt die Maschine automatisch den optimalen Zeitpunkt zur Umschaltung von der Misch- zur Knetphase.

Mit Unterstützung von PROvendis hat die Universität Paderborn im März ihren Anteil an der Erfindung an WP Kemper verkauft und übertragen. Die übertragenen Rechte sind als Vorleistungen in ein neu beantragtes Patent eingeflossen, das die Basis für eine neue Maschinengeneration bildet.

**Phillip Traphöner, M.Sc.  
Regelungstechnik und Mechatronik**



Experimentelle Bitfehlerraten (BER) als Funktion des Signals zum Rauschverhältnis (SNR)



## Autos kommunizieren mit LED-Scheinwerfern

Weisse Leuchtdioden (LEDs) werden immer häufiger im Innen- und Außenbereich als Lichtquellen eingesetzt. Neben ihrer Einsatzfähigkeit als Lichtquelle können LEDs, durch ihre hohen Schaltfrequenzen, auch in dem Bereich der Kommunikation mit sichtbarem Licht (Visible Light Communication – VLC) eingesetzt werden. Diese Kommunikationstechnik nutzt den mehrere 1000 GHz umfassenden, lizenfreien, sichtbaren Teil des elektromagnetischen Spektrums für die Kommunikation.

Die Fachgruppe „Schaltungstechnik“ hat zusammen mit der Fachgruppe „Verteilte Eingebettete Systeme“ und der Hella AG auf Basis eines kommerziellen Autoscheinwerfers von Volkswagen ein VLC-Datenübertragungssystem entwickelt. Dieses System beinhaltet eine Sendeplatine, eine Empfangsplatinne und den kommerziellen Scheinwerfer.

Durch eine spezielle Schaltungstechnik gelang es der Fachgruppe „Schaltungstechnik“, eine äußerst lineare Sendeschaltung zu entwickeln, deren dritte harmonischen mehr als 62dB niedriger waren als das fundamentale Signal. Eine hohe Linearität von Sende- und Empfangsschaltungen ist Bedingung für den Einsatz moderner Modulationsformate, wie Orthogonaler Frequenzmultiplex (OFDM).

Auf der Empfangsseite wurde ein Empfänger mit automatischem Regelalgorithmus implementiert, um die varierende Empfangsleistung durch unterschiedliche Entfernung zwischen Sender und Empfänger auszugleichen. Um das System zu testen, wurde ein OFDM-System mit den Modulationsformaten BPSK, QPSK, 16-QAM und 64-QAM implementiert und mit verschiedenen Coderaten getestet. Hierbei wurden bei den Modulationsformaten BPSK und QPSK eine Reichweite von 60 m und bei den höheren Modulationsformaten wie 16-QAM eine Reichweite von 50 m erreicht, bei einer Paketzustellrate (PDR) von 90 %.

**Stephan Kruse, M.Sc.  
Schaltungstechnik**

## Radarbasierte Fahrzeugkommunikation – Projektstart des RAD-COM-HETNET-Projekts

Nach einem ersten Projekttreffen in Erlangen beginnt die Forschung an Lösungen für radargestützte kooperative Fahrzeugkommunikation.

Intelligente Fahrzeuge der Zukunft werden für Anwendungen wie autonomes Fahren nicht nur ihre eigenen Sensoren verwenden, sondern auch Informationen anderer Fahrzeuge. Damit diese Informationen übertragen werden können, ist zuverlässige Kommunikation unerlässlich. Um diese sicherzustellen, forscht die Fachgruppe „Verteilte Eingebettete Systeme“ zusammen mit der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen an Lösungen. Im Rahmen des RADCOM-HETNET-Projekts untersuchen wir, wie Funk (beispielsweise IEEE 802.11p) mit radarbasierter Kommunikation komplementiert werden kann. Dafür sollen die Radarsensoren moderner Fahrzeuge zusätzlich zur Distanzmessung Informationen an andere Verkehrsteilnehmer übertragen, indem Daten auf das Radarsignal moduliert werden.

Zunächst untersuchen wir dafür das genaue Ausbreitungsverhalten der Radarwellen. Wenn dieses verstanden ist, entwickeln wir Kommunikationsmodelle, welche die Realität nachbilden und beschreiben. In Verbindung mit existierenden Softwarelösungen, die in unserer Fachgruppe entwickelt werden, sind wir dann in der Lage, zentrale Anwendungen für kooperatives Fahren wie Platooning oder Ampelmanagement zu simulieren und zu untersuchen, welche Verbesserungen der zusätzliche Kommunikationskanal ermöglicht.

**Jan Maximilian Schettler, M.Sc.  
Verteilte Eingebettete Systeme**



Projekttestgebiet inklusive einer exemplarischen Fußgängerdetektion und eines Simulationsausschnittes aus SUMO

## Pilotprojekt Schlosskreuzung – Weniger Staus durch optimale Verkehrsflussregelung

**Optimierung des Verkehrsflusses zur Senkung der Emissionen und Wartezeiten aller Verkehrsteilnehmer – die Fachgruppe „Regelungstechnik und Mechatronik“ verfolgt dieses Ziel im Testgebiet rund um die Schlosskreuzung und Residenzstraße in Schloss Neuhaus.**

Stockender Verkehr und Staus in städtischen Kreuzungsbereichen verursachen schädliche Emissionen. Im Gegensatz zu lokalen Fahrverboten, die das grundlegende Problem nur verlagern, statt es zu lösen, wirkt die Verstetigung des Verkehrsflusses durch eine adaptive, optimale Verkehrssteuerung diesem Problem nachhaltig entgegen. Unerwünschte Nebeneffekte für Verkehrsteilnehmer und Anwohner durch Ausweichen des Verkehrs auf benachbarte Wohngebiete, wie sie bei Fahrverboten in anderen Städten beobachtet wurden, sollen ausbleiben. Das „Pilotprojekt Schlosskreuzung“ setzt auf den Ansatz einer „intelligenten“ Verkehrssteuerung, um eine Verstetigung des Verkehrsflusses zu erreichen. Das Vorhaben, ein Verbundprojekt mit drei weiteren Partnern, wird im Rahmen der digitalen Modellregionen in NRW mit Zuwendungen von 1,7 Millionen Euro durch das Landesministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie gefördert. Die Laufzeit beträgt drei Jahre, in denen zunächst anhand eines mit realen Verkehrsdaten validierten Simulationsmodells in der Umgebung der Schlosskreuzung eine optimale Verkehrsflussregelung entwickelt werden soll. Der Schlüssel dazu ist die Erhebung von Echtzeit-Verkehrsdaten, die stets Informationen über das aktuelle Verkehrsaukommen samt Fahrzeugklassifizierung liefern soll. Eine anschließende Erprobung und Bewertung der neuen Steuerungsalgorithmen im Testgebiet sind ebenfalls vorgesehen. Dazu muss die bisher vorhandene Verkehrsinfrastruktur in Schloss Neuhaus ausgebaut werden. Neben der Anpassung der Steuergeräte der Lichtsignalanlagen (LSA) und deren Kommunikation mit dem Verkehrsrechner bedarf es der Installation von Messeinrichtungen zur Klassifizierung des Verkehrsaukommens. Mit der Stadt Paderborn und den lokal ansässigen Unterneh-

men RTB GmbH & Co. KG aus Bad Lippspringe und Stührenberg GmbH aus Detmold beteiligen sich deshalb Partner am Projekt, die über das für die infrastrukturelle Umsetzung nötige Know-how verfügen.

Startschuss des Projekts war das Kick-off-Meeting Anfang Februar, bei dem die ersten Arbeitsschritte konkretisiert und Arbeitsgruppen gebildet wurden. Durch eine neuerliche Ortsbegehung wurden im Testgebiet in Schloss Neuhaus bereits geeignete Messstellen identifiziert und die jeweils speziellen lokalen Rahmenbedingungen analysiert. So kann zeitnah mit der Installation der Messtechnik von RTB und der Datenerfassung begonnen werden.

Parallel dazu arbeitet die Fachgruppe „Regelungstechnik und Mechatronik“ an der Modellierung der Verkehrswwege im Testgebiet. Mithilfe der Verkehrssimulationssoftware SUMO werden sämtliche verkehrsbeeinflussenden Faktoren wie unter anderem das Straßennetz selbst, LSA und ihre aktuellen Steuerungsprogramme sowie Sensoren nachgebildet. Sobald die ersten Verkehrsdaten vorliegen, sollen diese in das Simulationsmodell einfließen. Außerdem wird eine simulative Routennachbildung und -generierung anhand fiktiver Verkehrsdaten entwickelt. Diese Routen dienen der Modellvalidierung und sollen darauf aufbauend bei der Auslegung der Regelungs- und Steuerungsalgorithmen genutzt werden. Im weiteren Projektverlauf wird die daraus resultierende Schaltungslogik auf den LSA-Steuergeräten von Stührenberg implementiert und getestet.

Generell versteht sich dieses Vorhaben als Pilotprojekt, weil der entwickelte Ansatz auf vergleichbare Situationen andernorts übertragen werden soll. Dank standardisierter Verfahren sollen unterschiedlichste Verkehrssituationen ähnlich modifiziert werden können, damit auch andere Stadtgebiete Paderborns und weitere Kommunen von den hier erzielten Ergebnissen profitieren können.

**Kevin Malena, M.Sc.  
Regelungstechnik und Mechatronik**



# Grundsteinlegung ZM 2

Freuen sich über die Grundsteinlegung (v.l.): Michael Dreier (Bürgermeister der Stadt Paderborn), Jörg Timmermann (Vorstandssprecher der Weidmüller Gruppe), Carsten Hense (Geschäftsbereichsleiter GOLDBECK Public Partner GmbH), Prof. Dr. Ansgar Trächtler (Institutsleiter Fraunhofer IEM), Simone Probst (Vizepräsidentin für Personal- und Wirtschaftsverwaltung der Universität Paderborn) und Prof. Dr. Gregor Engels (Vorstandsvorsitzender im SICP).

## Grundstein für „Zukunftsmeile 2“ gelegt

**Am 12. Februar legten Mieter und Investor gemeinsam mit Vertretern der Stadt Paderborn den symbolischen Grundstein der Zukunftsmeile 2 (ZM2) an der Fürstenallee. Bereits seit Herbst 2018 laufen vorbereitende Arbeiten für das Bauprojekt. Ende 2020 werden Universität Paderborn, Weidmüller und das Fraunhofer IEM in das neue Forschungs- und Innovationszentrum einziehen.**

Die ZM2 wird auf vier Etagen und einer Gesamtfläche von knapp 20.000 Quadratmetern Raum für etwa 600 Arbeitsplätze bieten. Es entstehen gemeinsame Projekträume, Co-Working-Bereiche sowie eine großzügige Forschungs- und Demonstrationsfläche. Geplant sind außerdem ein gemeinsames Foyer mit repräsentativem Empfang, ein überdachter Innenhof und eine moderne Mitarbeiterkantine mit Sitzplätzen für bis zu 200 Personen. Investor und Totalübernehmer der ZM2 ist das Bielefelder Bauunternehmen Goldbeck. Die architektonische Planung übernahm das Paderborner Büro Matern Architekten. Die Kosten für das Bauprojekt liegen bei etwa 35 Millionen Euro.

Die ZM2 ist ein weiterer Schritt, um den Paderborner Campus an der Fürstenallee zu einem bedeutenden Standort für Innovation und Forschung in der Region zu entwickeln. Simone Probst, Vizepräsidentin für Personal- und Wirtschaftsverwaltung der Universität Paderborn, hebt die Bedeutung des Baus hervor: „Für die Universität ist es großartig, mit dieser Infrastruktur hier einen zweiten Standort zu haben und damit den Zusammenschluss von Wirtschaft und Wissenschaft weiter zu fördern.“ Michael Dreier, Bürgermeister der Stadt Paderborn, freut sich auf die Zusammenarbeit: „Die Zukunftsmeile ist ein Meilenstein für die Stadt. Es ist für den IT-Standort Paderborn ein wichtiges Projekt, das Arbeitsplätze schafft.“

Die Universität wird in der ZM2 den Software Innovation Campus Paderborn (kurz: SICP) unterbringen. Im SICP werden die software- und datengetriebenen Innovationen der Zukunft erforscht und

entwickelt. Themenschwerpunkte sind beispielsweise intelligente vernetzte Systeme, IT-Sicherheit, Künstliche Intelligenz, menschenzentrierte Systementwicklung, Lernen und Arbeiten in der digitalisierten Welt oder digitale Geschäftsmodelle. Der SICP ist eng mit der Idee der Zukunftsmeile Fürstenallee verbunden und folgt der Campus-Idee. Die Universität wird Arbeitsmöglichkeiten für mehr als 250 Personen schaffen.

Das Elektrotechnikunternehmen Weidmüller mit Hauptsitz in Detmold wird zukünftig mit bis zu 250 Angestellten seiner Division Automation Products and Solutions (APS) an der ZM 2 vertreten sein. „Die Nähe zu Fraunhofer IEM und der Universität Paderborn ermöglicht uns, unsere Kompetenzen zu erweitern. Darüber hinaus wollen wir Talente schon im Studium für unser globales Team gewinnen“, erklärt Jörg Timmermann, Vorstandssprecher und Finanzvorstand bei Weidmüller.

Neben rund 20 Büroarbeitsplätzen plant das Fraunhofer IEM ein modernes Labor, in dem das Internet der Dinge erlebbar wird. Die unterschiedlichen Anwendungsfälle werden mit überwiegend regionalen Unternehmen umgesetzt. „Fraunhofer IEM und Heinz Nixdorf Institut gewinnen mit Weidmüller einen wertvollen Nachbarn und Partner für Austausch und Innovation“, sagt Prof. Dr. Ansgar Trächtler, Leiter des Fraunhofer IEM und Vorsitzender des Vorstands am Heinz Nixdorf Institut.

**Universität Paderborn  
Weidmüller  
Fraunhofer IEM  
Goldbeck**



Aufschwung des Dreifachpendels



Diskussion über zukünftige Entwicklungen der Anwendung von Künstlicher Intelligenz

### Experimenteller Aufschwung und Stabilisierung eines Dreifachpendels auf einem Wagen

**Das Dreifachpendel ist aufgrund seiner chaotischen Dynamik ein anspruchsvolles und interessantes Anwendungsbeispiel in der Regelungstechnik. Eine Umsetzung des Aufschwungs war am RtM bisher nur am Doppelpendel gelungen, sodass wir uns als Ziel gesetzt haben, die verwendeten Methoden für das Dreifachpendel zu erweitern.**

Im Rahmen der Masterarbeit von Ahmed Ismail wurde in der Fachgruppe „Regelungstechnik und Mechatronik“ das Dreifachpendel auf einem Wagen mittels Optimalsteuerungsmethoden aufgeschwungen und in der instabilen oberen Ruhelage mittels eines Riccati-Reglers stabilisiert. Damit diese komplexe Aufgabe umgesetzt werden konnte, mussten einige Vorbereitungen getroffen werden. Zum Beispiel musste eine sehr genaue Parametrierung für das Simulationsmodell identifiziert werden. Dies war notwendig, damit die optimalen Trajektorien, die mit dem Simulationsmodell berechnet werden, den Prüfstand möglichst exakt abbilden. Diese optimalen Trajektorien wurden mit der Methode „Discrete Mechanics and Optimal Control“ berechnet, wodurch ein Mehrzieloptimierungsproblem mit den Zielen der Zeit- und Energieoptimalität gelöst wurde. Die Optimalsteuerung muss durch eine Regelung ergänzt werden, um Störeinflüsse kompensieren zu können. Hierfür wird ein zeitvarianter Riccati-Regler eingesetzt, dessen Auslegung in weiten Teilen modellbasiert am Rechner erfolgt. Teilweise waren aber auch manuelle Anpassungen im Experiment am Dreifachpendelprüfstand durchzuführen, bis sich schließlich ein erfolgreicher Aufschwung und eine dauerhafte Stabilisierung einstellten.

**Dr.-Ing. Julia Timmermann**  
Regelungstechnik und Mechatronik

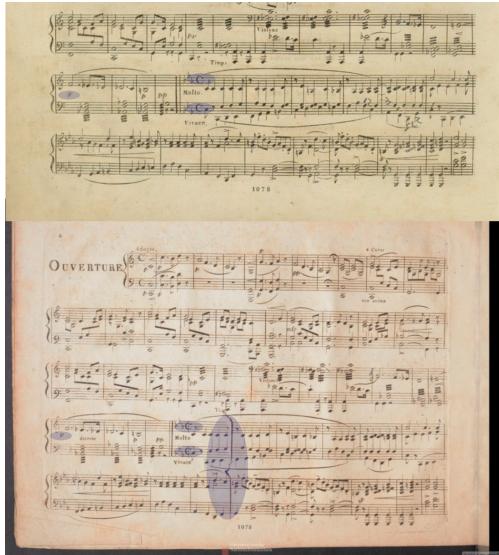
### Arbeitstreffen der Plattform Lernende Systeme zur Zukunft von Künstlicher Intelligenz im Heinz Nixdorf Institut

Am 18. März lud Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu zu einem Arbeitstreffen der Plattform Lernende Systeme in das Heinz Nixdorf Institut ein. Die Plattform hat das Bestreben, Deutschland als internationalen Technologieführer für Künstliche Intelligenz (KI) zu positionieren und deren Anwendung im Sinne der Gesellschaft zu gestalten. Sie bringt führende Expertinnen und Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft in unterschiedlichen Arbeitsgruppen zusammen.

An diesem Tag diskutierten die Mitglieder der Arbeitsgruppe „Geschäftsmodellinnovationen“ zukünftige Entwicklungen und Möglichkeiten der Anwendung von Künstlicher Intelligenz. Der zukünftige Einsatz von KI ist von zahlreichen Faktoren abhängig und kann nicht eindeutig vorherbestimmt werden. Um sich auf denkbare Situationen vorbereiten und Erfolgsaussichten für KI-spezifische Geschäftsmodelle bewerten zu können, beschlossen die Mitglieder der Plattform Lernende Systeme, ein eigenständiges Projekt aufzusetzen.

Gemeinsam mit der Fachgruppe „Advanced Systems Engineering“ des Heinz Nixdorf Instituts soll eine Vorstudie zur Ermittlung von Zukunftsszenarien für den Einsatz von KI in der Zukunft durchgeführt werden. Mithilfe der Szenario-Technik sollen ambitionierte, realistische Zukunftsszenarien ermittelt werden. Sie stellen eine Grundlage für die weitere Arbeit der Plattform Lernende Systeme dar, insbesondere zur Ableitung von Strategien und zur Bewertung der Erfolgsaussichten erarbeiteter Geschäftsmodelle.

**Jannik Reinhold, M.Sc.**  
Advanced Systems Engineering



Differenzen zwischen Abzügen eines Freischütz-Klavierauszugs von Carl Maria von Weber

## Unterschiede erkennen, Editorenarbeit optimieren

**Kleine Differenzen zwischen Druck-Abzügen eines historischen musikalischen Werks können große Auswirkung auf seine Einordnung in die Entstehungs- bzw. Überlieferungsgeschichte haben.**

Das Projekt „Zentrum Musik–Edition – Medien“ (ZenMEM) hat seinen besonderen Schwerpunkt auf dem Gebiet nichttextueller bzw. hybrider Objekte im Umfeld von Musikeditionen. Das Erstellen historisch-kritischer Ausgaben musikalischer Werke basiert auf der Grundlage von Autografen der Komponisten, von Abschriften und Drucken unterschiedlichster Verleger sowie anderer Quellen, z.B. Briefen oder Tagebüchern. Dabei muss der Editor die verfügbaren Quellen analysieren, kleinste Unterschiede erkennen, dokumentieren und anschließend die in der Regel undatierten Ausgaben sowie insbesondere spätere Abzüge chronologisch ordnen. Bislang bereitet dieser akribische Vergleich historischer Quellen ohne geeignetes Werkzeug einen enormen Aufwand für den Musikwissenschaftler. Deswegen ist es für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler wichtig, diese Arbeit künftig zu erleichtern – was auch praktischen Musikerinnen und Musikern, z.B. Dirigenten, zugute käme: Mithilfe des hier beschriebenen Tools lassen sich verfügbare unterschiedliche Abzüge des Drucks einer Sinfonie oder Oper direkt am Computer miteinander vergleichen. Mittels Algorithmen werden automatisch Unterschiede erkannt und farblich markiert, gleichzeitig hat der Editor die Möglichkeit, einzelne Kopien übereinanderzulegen, um die kleinsten, nicht für das menschliche Auge sofort ersichtlichen, Differenzen, wie z.B. unterschiedliche Tonhöhen, abweichende Bögen, Artikulations- oder Dynamikzeichen sowie unterschiedliche Schlüsselformen, Notenabstände etc. erkennen zu können – zuvor eine aufwendige manuelle Prozedur. Mit einem solchen Werkzeug lassen sich die auf dem intensiven Vergleich von Vorlagen beruhenden Datierungshypothesen sehr viel müheloser und erheblich schneller erstellen und überprüfen.

Anastasia Wawilow, M.Sc.  
Kontextuelle Informatik



Workshop zur Erarbeitung von Szenarien zur Zukunft des Lernens

## #acaLAB – Ein interdisziplinärer Workshop zur Zukunft des Lernens

**Am 18. Januar fand das erste sogenannte #acaLAB am Fraunhofer-Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT) in Stuttgart statt.**

Der interdisziplinäre Workshop zur Zukunft des Lernens wurde in dieser Art erstmalig von der Jacobs Foundation und der Deutschen Akademie für Technikwissenschaften (acatech) ausgerichtet. Junge Talente aus Wissenschaft, Wirtschaft und Medien traten zusammen, um gemeinsam Fragen über die Zukunft des Lernens zu diskutieren und mögliche Antworten zu antizipieren. In Kleingruppen erarbeiteten die Teilnehmer Schlüsselfaktoren wie die digitale Infrastruktur, die das Lernen in der Zukunft entscheidend beeinflusst. Anschließend wurden konsistente Szenarien für die Zukunft des Lernens entwickelt und mit allen Teilnehmenden diskutiert. Das Ergebnis des Workshops sind Handlungsempfehlungen zur Gestaltung der Zukunft des Lernens für Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger in Bildung, Forschung, Wissenschaft und Wirtschaft.

Prof. Dieter Spath – Präsident der deutschen Akademie der Technikwissenschaften – eröffnete den Workshop mit den Worten: „Gemeinsam mit jungen Talenten aus Wissenschaft und Wirtschaft wagen wir heute im #acaLAB einen Blick in die Zukunft“. Mitarbeiter der Fachgruppe „Advanced Systems Engineering“ moderierten den Workshop und unterstützten die Teilnehmer dabei, den erhofften Blick in die Zukunft zu wagen. Dabei konnte das #acaLAB genutzt werden, um die im Rahmen des Projekts INLUMIA – Instrumentarium zur Leistungssteigerung von Unternehmen durch Industrie 4.0 – erarbeiteten Ansätze in verwandten Themenbereichen zu erproben. So konnten u.a. Rückschlüsse auf zukünftig relevante Kompetenzen und infrage kommende Schulungsangebote gezogen werden.

Jannik Reinhold, M.Sc.  
Advanced Systems Engineering



# e-Research-Tool iART

Bildähnlichkeit kann ebenso auf inhaltlichen wie formalen Kriterien beruhen.

## iART: Unterstützung von bildorientierten Forschungsprozessen in Analyse und Retrieval

Im Rahmen eines DFG-geförderten Projektes entwickelt die Fachgruppe „Intelligente Systeme und Maschinelles Lernen“ gemeinsam mit der Forschungsgruppe Visual Analytics der Technischen Informationsbibliothek (TIB) Hannover (Prof. Ralph Ewerth) und dem Lehrstuhl für Mittlere und Neuere Kunstgeschichte an der Ludwig-Maximilians-Universität München (Prof. Hubertus Kohle) das e-Research-Tool iART zur verbesserten Nutzbarmachung und Auswertung großer Bilddatenmengen im geisteswissenschaftlichen Forschungsprozess.

Mit dem Tool iART soll die Bildrecherche in elektronischen Bilddatenbanken optimiert und damit die Leistungsfähigkeit bestehender wissenschaftlicher Informationssysteme für den geisteswissenschaftlichen Forschungsprozess erhöht werden.

Kunsthistorische Analysetechniken beruhen im Kern auf Vergleichsprozessen, etwa bei der stilgeschichtlichen Bestimmung oder in der kulturwissenschaftlich orientierten Ikonologie. Grundlage des Vergleichs ist die Bestimmung eines Maßes von Ähnlichkeit, die ebenso auf inhaltlichen wie formalen Kriterien beruhen kann. In der Formgeschichte begründen Kriterien wie Räumlichkeit, Diversität oder Darstellungspräzision die Zugehörigkeit zu einer bestimmten Stilepoche. Die dort unterschiedlich ausgebildeten phänomenologischen Muster der Gestaltung fassen Kunstwerke der gleichen Epoche in Gruppen zusammen, die in sich divers sein können, sich aber gegenüber anderen hinlänglich unterscheiden. In den Kunswissenschaften besteht daher ein wissenschaftliches Interesse, in Bilddatenbanken von Werkreproduktionen eine Menge von Kunstwerken zu bestimmen, die nach definierbaren Kriterien (sowohl auf Pixelbene als auch auf der Metadatenebene) ähnlich sind, um darauf eine tiefergehende Analyse und Deutung aufzusetzen.

Ziel des Projekts iART ist die Entwicklung eines Tools zur Unterstützung einer systematischen Suche in elektronischen Bilddatenbanken und zur automatisierten (ähnlichkeitsbasierten) Analyse großer Bildkorpora, basierend auf Methoden des maschinellen Lernens (ML) und Konzepten der Statistik und Datenanalyse. Konkret zeichnet sich das geplante Tool durch die drei Funktionalitäten Mustererkennung (u.a. basierend auf Deep Learning), Ähnlichkeitsanalyse (z.B. Clustering) und Personalisierung bzw. Adaption an Nutzerpräferenzen aus, die in dieser Kombination bislang noch in keinem vergleichbaren Projekt realisiert wurden. iART soll diese Forschungs- bzw. Anwendungslücke schließen und mithilfe einer frei und im Quellcode zur Verfügung gestellten Lösung die Suche in kunsthistorischen Bildbeständen ermöglichen.

Das Tool soll Forschenden browserbasiert über das Internet zur Verfügung stehen und über standardisierte Schnittstellen auf weitere Datenbanken übertragbar sein. Für den Forschungsprozess in digitalen Arbeitsumgebungen soll iART die Auffindbarkeit von Bildern signifikant verbessern, effizienter gestalten und so die Bildung neuartiger Forschungsfragen und Hypothesen anregen.

**Prof. Dr. Eyke Hüllermeier**  
**Intelligente Systeme und Maschinelles Lernen**



## Safety4Bikes

### Safety4Bikes – Assistenzsystem für mehr Sicherheit von Fahrrad fahrenden Kindern

**„Tödlicher Unfall: Lkw erfasst Mädchen auf Fahrrad“ – Meldungen wie diese hören wir immer wieder. Laut Statistischem Bundesamt sind die Zahlen der Fahrradfahrer, die jährlich in Deutschland bei einem Verkehrsunfall verletzt oder getötet werden, seit Jahren konstant. 2018 starben 432 Radfahrer, 2017 waren es 382 und mehr als 79.000 wurden verletzt.**

Prof. Dr.-Ing. Falko Dressler, Jun.-Prof. Dr.-Ing. Christoph Sommer und ihr Team von der Fachgruppe „Verteilte Eingebettete Systeme“ des Heinz Nixdorf Instituts der Universität Paderborn wollen dem entgegenwirken. Im Forschungsprojekt „Safety4Bikes“ entwickeln sie mit sieben Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft Assistenzsysteme, die das Fahrradfahren künftig sicherer machen sollen. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung fördert das noch bis Dezember laufende dreijährige Vorhaben mit insgesamt 2,1 Millionen Euro.

„Mit unseren Partnern entwickeln wir ein Set von modularen Assistenzsystemen für Radfahrer. Diese Systeme werden am Ende zusammenarbeiten, um für mehr Sicherheit im Straßenverkehr zu sorgen“, erklärt Falko Dressler. Die Assistenzsysteme sollen auf Grundlage der jeweiligen Verkehrssituation drohende Gefahren erkennen, Rad- und Autofahrer warnen und sie auf das richtige Verhalten hinweisen. Bei „Safety4Bikes“ arbeiten Informatiker, Ingenieure, Soziologen, Hersteller von Fahrrädern und Fahrradhelmen, Verkehrspsychologen und Sensortechnologen zusammen.

„Im Projekt konzentrieren wir uns auf Fahrrad fahrende Kinder und Senioren – zwei Gruppen, die im Straßenverkehr besonders verwundbar sind“, erläutert Christoph Sommer. Er verweist darauf, dass in den letzten Jahren vor allem Unfälle mit den bei älteren Menschen besonders beliebten Pedelecs, Fahrrädern mit Hilfsmotor, rapide zugenommen haben.

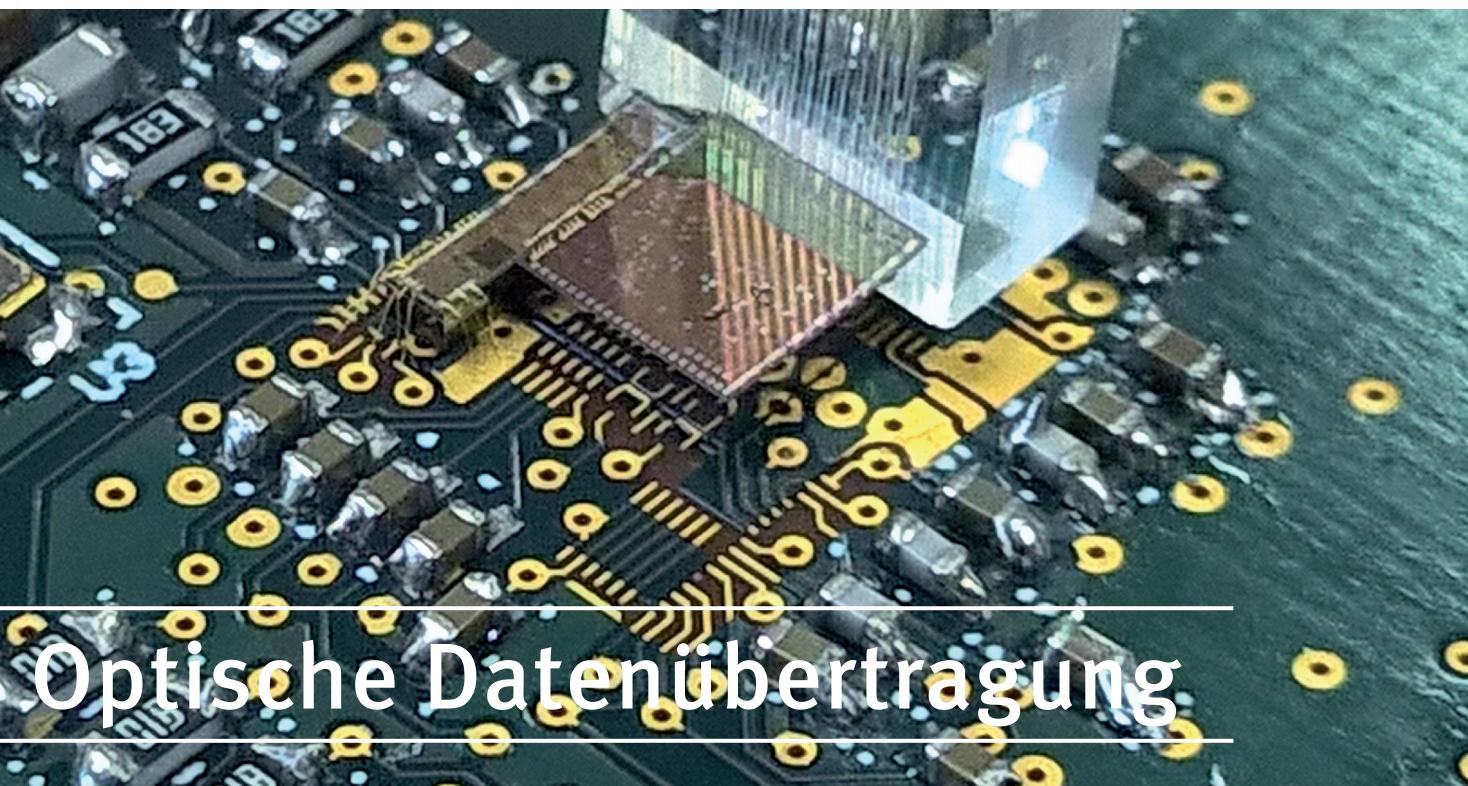
Bei „Safety4Bikes“ werden unterschiedliche Soft- und Hardwaresysteme konstruiert und direkt für das Fahrrad und den Helm entworfen, damit die Radfahrer nicht vom Verkehr abgelenkt werden. Die Paderborner Wissenschaftler entwickeln eine Kommunikationseinrichtung, über die Fahrräder mit Autos und Lkw oder anderen Fahrrädern standardkonform interagieren können. „Damit kann ein Fahrrad beispielsweise bei einer potenziellen oder akuten Gefahrensituation ein Auto warnen“, erklärt Dressler. Voraussetzung ist, dass das Auto ebenfalls über entsprechende Technik verfügt. „Das ist in Deutschland derzeit noch nicht der Fall, aber Autos künftiger Generationen werden passend ausgerüstet sein“, betont Christoph Sommer.

Die Fahrräder sollen mit Autos und Lkws über ein drahtloses Netzwerk kommunizieren – in diesem Fall WLAN. Dazu Sommer: „WLAN ist unabhängig von der Infrastruktur und für Autos gibt es bereits WLAN-basierte Technologien.“ „Schon bei der [...] Kommunikation zwischen zwei Autos [(Car2Car)] ist WLAN eine der Basistechnologien“, ergänzt Dressler. „Die Technik unserer Assistenzsysteme baut auf internationalen WLAN-Standards auf. Wir machen die Technik jetzt endlich auch für Radfahrer nutzbar“, unterstreicht Sommer.

Eines Tages könnten die Fahrrad-Assistenzsysteme von Dressler, Sommer und ihren Kollegen also einen zentralen Baustein in einem intelligenten, sozio-technischen Verkehrssystem bilden. Ein Verkehrssystem, in dem Fahrradfahrer gestärkt werden und sicherer unterwegs sind.

Weitere Informationen auf der Projektwebseite:  
[www.safety4bikes.de](http://www.safety4bikes.de)

**Simon Ratmann**  
**Stabsstelle Presse und Kommunikation, Universität Paderborn**



Testaufbau des 4-Kanal-Silizium-Photonik-Empfängers

# Optische Datenübertragung

## 4-Kanal-Silizium-Photonik-Direktdetektionsempfänger

Die steigende Nachfrage nach Speicherung und Verarbeitung von Daten rückt das Cloud-Datencenter in den Fokus der Strategien von großen Inhalts- und Dienstanbietern, wie Google, Amazon, Microsoft u.a. Derzeit werden auf der ganzen Welt Mega-Datencenter in der Größe von Lagerhallen neu errichtet und entwickeln sich immer mehr zu Knotenpunkten der globalen IT-Infrastruktur.

In Mega-Datencentern gewinnt die optische Datenübertragung eine immer entscheidendere Bedeutung, da sie es ermöglicht, Netzwerke mit größerer Reichweite, höheren Datenraten, geringerer Latenz und verbesserter Energieeffizienz zu realisieren. Das SPEED-Projekt (Silicon Photonics Enabling Exascale Data Networks) widmet sich seit 2015 der Entwicklung von optischen Transceivern für die Glasfaserkommunikation für zukünftige optische Datenverbindungen in Daten-Centern. In diesem Rahmen wurden verschiedene Chips in moderner Siliziumphotonik-Technologie entwickelt, die im Folgenden beschrieben werden sollen.

Im Rahmen des Projekts wurde der bisher schnellste optoelektronische Empfänger in Siliziumphotonik-Technologie mit 128 Gb/s realisiert. Dieser wurde im vergangenen Jahr auf der OSA Optical Fiber Conference (OFC) vorgestellt. Aufgrund der exzellenten Ergebnisse wurden Sergiy Gudyriev und Christian Kress von der Fachgruppe „Schaltungstechnik“, die diesen Chip entwickelt haben, von den Herausgebern des IEEE Journal of Lightwave Technology für einen special issue der Zeitschrift in 2019 ausgewählt. Ein Journal-Artikel mit dem Titel „Coherent ePIC Receiver for 64 Gbaud QPSK in 0.25µm Photonic BiCMOS Technology“ wurde Anfang des Jahres veröffentlicht.

Ein weiterer Chip betrifft eine monolithische Implementierung einer neuartigen Empfängerarchitektur, die zum Patent angemeldet wurde. Der Chip wurde in 0,25µm EPIC (Electronic-Photonic

Integrated Circuit) Technologie hergestellt und erreichte eine Datenrate von 40 Gbit/s. Die Ergebnisse wurden 2016 auf der IEEE 13th International Conference on Group IV Photonics im Beitrag „Low-power, ultra-compact, fully-differential 40 Gbps direct detection receiver in 0.25µm Photonic BiCMOS SiGe technology“ vorgestellt und mit einem Best-Paper-Award ausgezeichnet.

Des Weiteren wurde ein 4-Kanal-Empfänger mit 100 Gb/s Datenrate entwickelt, hergestellt und getestet. Erste Tests bei unseren Industriepartnern ergaben eine Empfindlichkeit des parallelen Empfängers von -16 dBm und ein sehr geringes Kanalübersprechen. Die Ergebnisse wurden auf der Optical Society of America (OSA) Frontiers in Optics (FiO) Konferenz im Jahr 2017 vorgestellt und im folgenden Papier veröffentlicht: „Fully-Differential, Hybrid, Multi-Channel 4×25 Gbps Direct Detection Receiver in 0.25µm BiCMOS SiGe Technology“. Später wurde von unseren Industriepartnern im SPEED-Projekt eine modifizierte Version der Empfängerschaltung in einen monolithischen 100 Gb/s Transceiver-Chip integriert.

Sergiy Gudyriev, M.Sc.  
Schaltungstechnik



Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Kick-offs zum Projekt DizRuPt

## DizRuPt – Nutzungsdaten erheben und für die Produktentwicklung verwerten

**Am 24. Januar fand der Kick-off des Verbundforschungsprojekts DizRuPt – Datengestützte Retrofit- und Generationenplanung im Maschinen- und Anlagenbau in Paderborn statt. Dabei verschafften sich die Forschungseinrichtungen, die Befähiger- und Anwendungsunternehmen sowie der Projektträger einen umfassenden Überblick über die anstehenden Arbeiten und Ziele des Projekts.**

In DizRuPt untersucht die Fachgruppe „Advanced Systems Engineering“ gemeinsam mit Partnern aus Wissenschaft und Industrie, wie Unternehmen Daten aus der Nutzung ihrer Produkte für die eigene Produktentwicklung interpretieren können. Zu den Partnern zählen AXOOM, CONTACT Software, LASCO Umformtechnik, Diebold Nixdorf Systems, Weidmüller, Westaflex sowie die TU Berlin und die Fachhochschule Südwestfalen. Durch die Verbreitung von Cyber-Physischen Systemen fallen während der Nutzung von Maschinen und Anlagen erhebliche Datenmengen an. Diese werden von Unternehmen auf der einen Seite dafür verwendet, zusätzliche Marktleistungen zu erschaffen und dadurch Zusatzerlöse zu generieren. Auf der anderen Seite bergen diese Daten das Potenzial, sie für die eigene Produktentwicklung zu nutzen. Hierfür wird im Projekt ein Instrumentarium entwickelt, das Unternehmen mithilfe von Methoden und Werkzeugen dabei unterstützen soll, die einzelnen Schritte der datengestützten Produktplanung umzusetzen.

Das Projekt DizRuPt adressiert fünf Handlungsfelder: die Hypothesenfindung, die Datenanalyse, die Generationen- und Retrofitplanung, die organisatorische Umsetzung sowie die Werkzeugunterstützung. Zunächst gilt es, unternehmensweit Produkthypothesen zu erheben und damit entwicklungsrelevante Annahmen über die Nutzung und das Verhalten von Produkten zu erfassen. Neben einer einheitlichen Dokumentation und einer systematischen Priorisierung muss die Überprüfbarkeit der Hy-

pothesen untersucht werden. In der anschließenden Datenanalyse ergeben sich viele Herausforderungen wie die Inventur und Akquisition der Daten entlang des gesamten Produktlebenszyklus. In vielen Bereichen werden aktuell noch keine Daten erhoben. In anderen herrschen Randbedingungen, die das Anbringen von Sensorik stark erschweren (z. B. hohe Erschütterungen oder extreme Temperaturen). Hierfür sollen Nachrüstkonzepte entwickelt und umgesetzt werden. Abschließend gilt es passende Analyseverfahren zu entwickeln, um aus den gewonnenen Daten Rückschlüsse auf die Produkthypothesen gewinnen zu können. In der Retrofit- und Generationenplanung findet die Übertragung der gewonnenen Erkenntnisse in die Produktplanung statt. Hierbei wird die Planung zukünftiger Generationen sowie der Retrofit im Feld befindlicher Maschinen berücksichtigt. Durch einen Referenzprozess sowie durch Hinweise zur Gestaltung der Aufbauorganisation und zu den aufzubauenden Kompetenzen werden die Unternehmen im Rahmen der organisationalen Umsetzung befähigt, die Ergebnisse zu verstetigen. Parallel dazu werden Maßnahmen entwickelt, die Kunden Anreize bieten, ihre Nutzungsdaten zur Verfügung zu stellen. IT-Werkzeuge sind für die Realisierung der Methoden unumgänglich. Daher werden diese im Forschungsprojekt DizRuPt zum einen zur Durchführung der Datenakquise, -exploration und -analyse optimiert. Zum anderen werden Lösungen entwickelt, die eine Kopplung von PLM-Systemen und IoT-Plattformen ermöglichen.

Das Forschungsprojekt wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert. Es ist am 1. Januar gestartet und läuft für drei Jahre. Interessierte Unternehmen, Forschungseinrichtungen oder Verbände sind herzlich eingeladen, am Begleitkreis des Projekts mitzuwirken.

**Maximilian Frank, M.Sc.  
Advanced Systems Engineering**



Virtual Cycling Environment in Benutzung



Abschluss des IEM-Projektseminars mit Phoenix Contact

## Virtual Cycling Environment (VCE)

### VR-Umgebung zur Erforschung des Verhaltens von Radfahrern und virtuellen Erprobung von Assistenzsystemen

Im Projekt Safety4Bikes werden modulare Assistenzsysteme für Radfahrer entwickelt, die drohende Gefahren in der aktuellen Verkehrssituation erkennen und auf das richtige Verhalten hinweisen. Dabei untersuchen und modellieren wir das Fahrverhalten von Radfahrern mithilfe unserer „Virtual-Cycling-Environment (VCE)“-Plattform. Diese erlaubt es Testpersonen, ein virtuelles Fahrrad innerhalb einer virtuellen 3-D-Umgebung zu fahren und dabei mit einem echten Fahrrad auf einem Trainingsstand in Echtzeit zu interagieren. Sowohl andere Verkehrsteilnehmer als auch Kommunikation zwischen diesen können dabei von externen Simulatoren modelliert werden.

Mithilfe der virtuellen Fahrumgebung können wir das Fahrverhalten nun sowohl unter kognitiven als auch technischen Gesichtspunkten in diversen Szenarien reproduzierbar untersuchen, ohne die Sicherheit der Testpersonen zu gefährden. Somit dient das VCE-System als erster Schritt in Richtung der Entwicklung von generischen Modellen, die das Fahrverhalten von Radfahrern realitätsnah abbilden. Wir nutzen das VCE-System und die damit gewonnenen Einblicke als Basis zur Entwicklung neuartiger Fahrassistentensysteme für Verkehrsteilnehmer mit erhöhtem Gefährdungspotenzial (z. B. Radfahrer).

Weitere Informationen unter:  
<http://www.ccs-labs.org/software/vce/>

**Julian Heinovski, M.Sc.**  
**Verteilte Eingebettete Systeme**

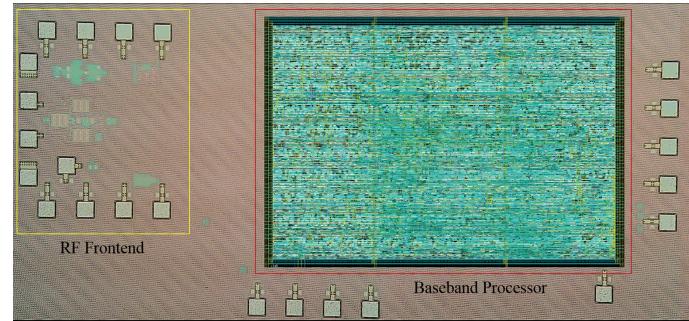
### IEM-Projektseminar 2019: Herausfordernde Aufgabe der Prozessoptimierung in Kooperation mit Phoenix Contact

Das „IEM-Projektseminar“ fand dieses Semester in Kooperation mit Phoenix Contact statt. Die Aufgabe bestand darin, den Produktionsprozess zur Herstellung von Leiterplattensteckern durch die Anpassung des Transportsystems zu optimieren.

Die Lehrveranstaltung IEM-Projektseminar, die jedes Semester von der Fachgruppe „Produktentstehung“ angeboten wird, erfreut sich unter Studierenden großer Beliebtheit. Im Rahmen einer Exkursion vor dem Projektseminar wird den Studierenden die Aufgabenstellung beim beauftragenden Unternehmen präsentiert und veranschaulicht. Somit gelangen die Studierenden zu einem tiefen Verständnis der Anforderungen. In dem einwöchigen Projektseminar erarbeiten Studierende in Teams Lösungen für eine reale, unternehmerische Aufgabe auf Basis von Methoden, die sie in den Veranstaltungen der Fachgruppe „Produktentstehung“ erlernen.

Zwei Studierenden-Teams haben sich im Wintersemester 2018/2019 der Herausforderung von Phoenix Contact gestellt und in einer Woche innovative und praktikable Lösungen entwickelt. In einer Abschlusspräsentation stellten die Studierenden ihre Lösungen Dr.-Ing. Jakob Flore und Dipl.-Ing. (FH) Alexander Klassen, Mitarbeiter des internen Maschinenbaus von Phoenix Contact, vor. Am Ende der Präsentationen zogen Dr.-Ing. Flore als Auftraggeber sowie Frau Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler ein positives Resümee. In den kommenden Wochen wird an der Umsetzung der Lösungen gearbeitet.

**Henrik Thiele, M.Sc.**  
**Produktentstehung**



Mikrofotografie des gefertigten Chips mit analogem RF-Frontend und digitalem Prozessor

## Security Meetup Paderborn

**Unter der Leitung von Daniel Keyhani von Crucible IT Consulting treffen sich seit Jahresbeginn interessierte Leute aus Paderborn und dem Umland zum gemeinsamen Austausch zu IT-Sicherheitsthemen beim Security Meetup Paderborn.**

Die Treffen finden, unter Schirmherrschaft von Prof. Eric Bodden, aktuell alle zwei Monate im Heinz Nixdorf Institut statt und sind für jedermann zugänglich. Nach einer anfänglichen Startphase sollen die Meetups in Zukunft noch häufiger abgehalten werden.

In lockerer Gesprächsrunde werden aktuelle Themen präsentiert und diskutiert. So gab es in den ersten Meetups bereits Vorträge zu Angriffen auf RSA, zu einer Online-Fahrerlaubnisprüfung, zu Endpoint Protection Application Whitelisting und zu statischer Codeanalyse. Durch ein Sponsoring verschiedener Unternehmen wird auch für das leibliche Wohl gesorgt.

Das Thema IT-Sicherheit ist seit einigen Jahren strategischer Schwerpunkt des Heinz Nixdorf Instituts und der Universität Paderborn. Neben den Professoren Blömer, Bodden und Jager, welche im Kern an IT-Sicherheitsthemen forschen, bearbeiten auch weitere Kolleginnen und Kollegen regelmäßig Projekte, in denen die Angriffsicherheit softwareintensiver Systeme eine tragende Rolle spielt. Dieses Jahr plant die Universität Paderborn zudem eine weitere Professur im Bereich der Systems Security zu besetzen. Im Software Innovation Campus Paderborn (SICP) widmet sich der Kompetenzbereich Digital Security der IT-Sicherheit.

<https://www.meetup.com/Security-Sessions-Paderborn/>

**Prof. Dr. Eric Bodden**  
Softwaretechnik

Meetup

## Fachgruppe „Schaltungstechnik“ schließt Cute-Machining-Projekt erfolgreich ab

Im März wurde das Projekt CUTE-MACHINING (Cutting edge machining intelligence cloud), welches im Rahmen des Leitmärktewettbewerbs Produktion.NRW über den EFRE-Fond der Europäischen Union gefördert wurde, erfolgreich abgeschlossen.

Das Projekt hatte zum Ziel, Herstellungsprozesse zu optimieren, indem Produktionswerkzeuge mittels RFID-Tags zu intelligenten Objekten erweitert werden und der Lebenszyklus von individuellen Werkzeugen in Form von „digitalen Zwillingen“ kontinuierlich erfasst wird. In Kooperation mit Industrie- und Hochschulpartnern konnte das Problem der Schwankung und die Voraussagbarkeit der Lebensdauer von Werkzeugen von CNC-Werkzeugmaschinen in der Produktion durch die Nutzung miniaturisierten RFID-Tags und RFID-basierten (engl. Radio Frequency Identification) Überwachungssystemen, die den Werkzeugstatus kontinuierlich erfassen, gelöst werden. Die speziellen Anforderungen der Produktionsumgebung erforderten erstmalig den Einsatz von MIMO-RFID-Lesegeräten (engl. Multiple Inputs Multiple Outputs). RFID-Tags dienten dazu, Produktionswerkzeuge zuverlässig zu identifizieren, wodurch die Betriebsdaten in einer Cloud-Datenbank („Google für die Industrie“) dann online verarbeitet werden können. Durch die Entwicklung der neuen Generation von hocheffizienten passiven RFID-Tag-Chips im Mikrowellenfrequenzbereich (5,8 GHz) wurde erreicht, dass besonders kleine Objekte (z.B. Bohrer) verfolgt und kompakte MIMO-Lesegeräte realisiert werden konnten. Die Entwicklung des Chips war Aufgabe der Fachgruppe „Schaltungstechnik“. Die Messergebnisse der gefertigten Prototypen in der kommerziellen 65-nm-TSMC-CMOS-Technologie zeigen den hocheffizienten RF-zu-DC-Leistungswandlungswirkungsgrad bei einer Lesereichweite von mehr als einem Meter und die Kompatibilität mit den Datenübertragungsprotokollen, die die Projektziele erfüllen.

**Sanaz Haddadian, M.Sc.**  
Schaltungstechnik



EUROPÄISCHE UNION  
Investition in unsere Zukunft  
Europäischer Fonds  
für regionale Entwicklung

EFRE.NRW  
Investitionen in Wachstum  
und Beschäftigung



Vorstellung interessanter Fallbeispiele zur Produktentstehung

## Start neuer Lehrveranstaltungen und intensiver Austausch zwischen Studierenden und Forschenden

**Im Zuge der reakkreditierten Studiengänge bietet die Fachgruppe „Produktentstehung“ neben neuen Lehrveranstaltungen einen intensiven Austausch zwischen Lehre und Forschung an.**

Zum Ende des Wintersemesters hatten die Studierenden der Universität Paderborn die Möglichkeit, die Fachgruppe „Produktentstehung“ aus einer anderen Perspektive kennenzulernen: Im Rahmen des „Chili-Events“ hat Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gräßler zunächst spannende Fälle aus der Praxis, mit Bezug zu den unterschiedlichen Phasen der Produktentstehung, vorgestellt. Dazu zählten innovative Produktkonzepte wie bei der Nintendo Wii, das tragische Bauteilversagen bei dem Flugzeugabsturz der Boeing 737 Max sowie neuartige Konzepte bei der Wartung mittels Augmented Reality. Diese aktuellen Beispiele haben die Bedeutung der Forschungsthemen der Fachgruppe „Produktentstehung“ erlebbar gemacht.

Leckeres Chili und Kaltgetränke boten im Anschluss den Rahmen für einen intensiven Austausch mit Frau Prof. Gräßler und den Mitarbeitern der Fachgruppe „Produktentstehung“. Hierbei haben sich die Teilnehmer über die aktuellen Forschungsthemen der Fachgruppe ausgetauscht, neue Zukunftstrends in der Produktentwicklung diskutiert sowie über potenzielle Abschlussarbeiten oder vakante Stellen für WHBs und SHKs gesprochen.

Das im Rahmen der Reakkreditierung zum Wintersemester 2018/2019 grundsätzlich überarbeitete Lehrportfolio ist erfolgreich gestartet. Die Fachgruppe stärkt damit die Kompetenzorientierung in den Bachelor- und Masterstudiengängen der Fakultät Maschinenbau. Absentinnen und Absenten werden damit sowohl auf die Bedarfe der Industrie als auch auf eine mögliche Vertiefung in der Wissenschaft vorbereitet.

Bereits im Wintersemester 2018/2019 haben die neu gestalteten Veranstaltungen „Produktentstehung“, „Systems Engineering“ sowie „Digitale und virtuelle Produktentwicklung“ stattgefunden. Diese Lehrveranstaltungen vermitteln Kompetenzen für eine ganzheitliche Produktentstehung – von der Innovation bis hin zur Realisierung – im Sinne der integrierten Produktentwicklung interdisziplinärer Produkte. Das Modul Produktentstehung umfasst Lehrinhalte von der strategischen Geschäftsfeldplanung bis zum Markteintritt. Systems Engineering vermittelt die für die Entwicklung komplexer technischer Gesamtsysteme erforderlichen Kompetenzen gemäß dem internationalen Standard nach INCOSE. Im Umfeld einer modellbasierten Produktentstehung werden Systeme zur „Digitalen und Virtuellen Produktentstehung (DVPE)“ unumgänglich. Das Modul DVPE umfasst Methoden und Werkzeuge aus dem Bereich der Digitalisierung und Virtualisierung. Studierende werden in die Lage versetzt, die Potenziale von PDM/PLM-Systemen, durchgängiger Modellierung sowie Virtueller und Erweiterter Realität zu nutzen.

Das Chili-Event gab gleichzeitig einen Ausblick auf eine weitere innovative Lehrveranstaltung, welche im Sommersemester starten wird: „In diesem Fach werden Studierende Fallstudien aus der Praxis zu allen Bereichen der Produktentstehung bearbeiten. In kleinen Teams wollen wir Absolventen mit hoher Problemlösekompetenz ausbilden“, beschreibt Frau Prof. Gräßler das neue Konzept. Dieses spiegelt sich auch im Projektseminar „Innovations- und Entwicklungsmanagement“ und den Projektlaboren „Angewandte Produktionstechnik“ sowie „Digitale Fabrik“ wider.

**Philipp Scholle, M.Sc. RWTH  
Produktentstehung**



Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Kick-offs zum Projekt IMPRESS

## **IMPRESS – Die Transformation zum Smart-Service-Anbieter gestalten**

**Am 23. Januar fand der Kick-off des Verbundforschungsprojekts IMPRESS – Instrumentarium zur musterbasierten Planung von hybriden Wertschöpfungssystemen zur Erbringung von Smart Services in Paderborn statt. Der Kick-off verschaffte den beteiligten Institutionen, dem Lenkungskreis sowie dem Projektträger einen umfassenden Überblick über die anstehenden Arbeiten und Ziele des Projekts.**

Im Projekt IMPRESS untersucht die Fachgruppe „Advanced Systems Engineering“ gemeinsam mit dem Fraunhofer IEM und weiteren Partnern aus Wissenschaft und Industrie, wie sich Unternehmen vom reinen Produkthersteller zum Smart-Service-Anbieter wandeln können. Weitere Partner im Projekt sind Boge Kompressoren OTTO BOGE, DMG MORI, MSF Vathauer, FREUND Maschinenfabrik, Weidmüller Interface, Diebold Nixdorf Systems, FIWARE e.V. sowie die TU Chemnitz. Im Rahmen des Kick-offs präsentierten die Forschungspartner ihre Agenda sowie die zu betrachtenden Forschungsfragen. Die Unternehmen zeigten ihre Anwendungsfälle (bspw. Condition Monitoring) auf und stellten ihre Beiträge zum Forschungsprojekt heraus.

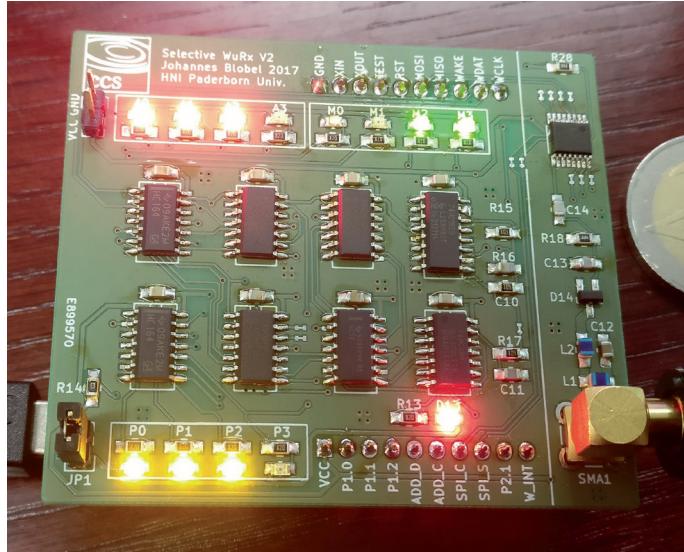
Die im Projekt betrachteten Smart Services sind digitale Dienstleistungen, die auf den Daten physischer Produkte basieren. Sie werden als sozio-technische Systeme verstanden. Daher werden zur Planung der Transformation zum Smart-Service-Anbieter die vier Dimensionen Business, Technik, Organisation und Mensch herangezogen. Zunächst werden dazu die Strategie, die das betrachtete Unternehmen mit dem Angebot von Smart Services verfolgen will, und strategiekonforme Geschäftsmodelle sowie Smart-Service-Ideen erarbeitet (Business). Die Ideen werden mithilfe einer Spezifikationstechnik für Smart Services ausgearbeitet und charakterisiert (Technik). In den Dimensionen Business und Technik wird folglich die angestrebte Zielposition im

Kontext Smart Services definiert. Basierend auf diesen beiden Gestaltungsdimensionen werden die Auswirkungen der angestrebten Zielposition auf die Leistungserstellung in den Dimensionen Organisation und Mensch ermittelt. Ausgehend davon werden optimale Organisations- und Wertschöpfungsstrukturen ermittelt und modelliert sowie die Arbeitsgestaltung in den Kernprozessen definiert. Resultat des Vorgehens ist eine Transformationsroadmap, die aufzeigt, wie das Unternehmen die Zielposition strukturiert erreichen kann.

Um die Anwendung des Instrumentariums auch für KMU sowie für Unternehmen, die noch keine Erfahrungen mit Smart Services haben, zu ermöglichen, werden im Projekt Lösungsmuster und Smart-Service-Bausteine für die vier betrachteten Dimensionen ermittelt. Diese werden abschließend in einem Musterkatalog online verfügbar gemacht.

Das Projekt startete am 18. Januar und hat eine Dauer von drei Jahren. Das Vorhaben IMPRESS (Förderkennzeichen: 02L17B070) wird im Rahmen des Programms Zukunft der Arbeit vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und dem Europäischen Sozialfonds gefördert. Das Fördervolumen beträgt rund 3,2 Millionen Euro. Interessierte Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Verbände sind herzlich dazu eingeladen, am Begleitkreis des Projekts mitzuwirken.

**Christian Koldewey, M.Sc.  
Advanced Systems Engineering**



Prototyp eines Wake-up-Receiver, wie er auch bei dem Projekt EWI verwendet werden soll.



Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler wurde als GMA-Beiratsmitglied wiedergewählt.

## Sparsame Technik für die vernetzte Zukunft: Energieeffizientes WLAN für IoT (EWI)

**Im Projekt EWI (Energieeffizientes WLAN für IoT) wird eine neue Technik für batteriebetriebene WLAN-Geräte entwickelt.**

WLAN ist ein weitverbreiteter Standard für die drahtlose Kommunikation, der bisher vor allem im privaten Bereich für Laptops und Smartphones genutzt wird. Aufgrund des relativ hohen Energiebedarfs dieser Technik eignet es sich aber nur bedingt für die fortschreitende Vernetzung von Haushaltsgeräten (Internet of Things) oder für Machine-to-Machine Communication (M2M) im industriellen Bereich, wo ein geringer Energieverbrauch benötigt wird.

Im BMBF geförderten Projekt EWI (Energieeffizientes WLAN für IoT) wird daher eine neue Technik untersucht, die mithilfe von sogenannten Wake-up-Receivern WLAN energieeffizienter machen soll. Wake-up-Receiver stammen ursprünglich aus dem Bereich der drahtlosen Sensornetzwerke, wo drastische Energieeinsparungen im Vergleich zu bestehenden Techniken erreicht werden konnten. Ziel des Projekts ist es, WLAN-basierte Geräte zu ermöglichen, die Monate bis Jahre mit einer Batterie laufen können und dabei kompatibel zu bestehenden Installationen sind. Dadurch ist es nicht mehr notwendig, andere energiesparende Funktechniken, welche inkompattibel zu WLAN sind, einzusetzen.

Das Projekt wird im Rahmen des Software-Campus durchgeführt, bei dem junge Wissenschaftler Führungskompetenzen erwerben sollen und ein eigenes Forschungsprojekt planen und durchführen. Die Entwicklung und Forschung wird dabei von der Software AG, einem großen Anbieter für IoT-Anwendungen aus Darmstadt, als Industriepartner unterstützt.

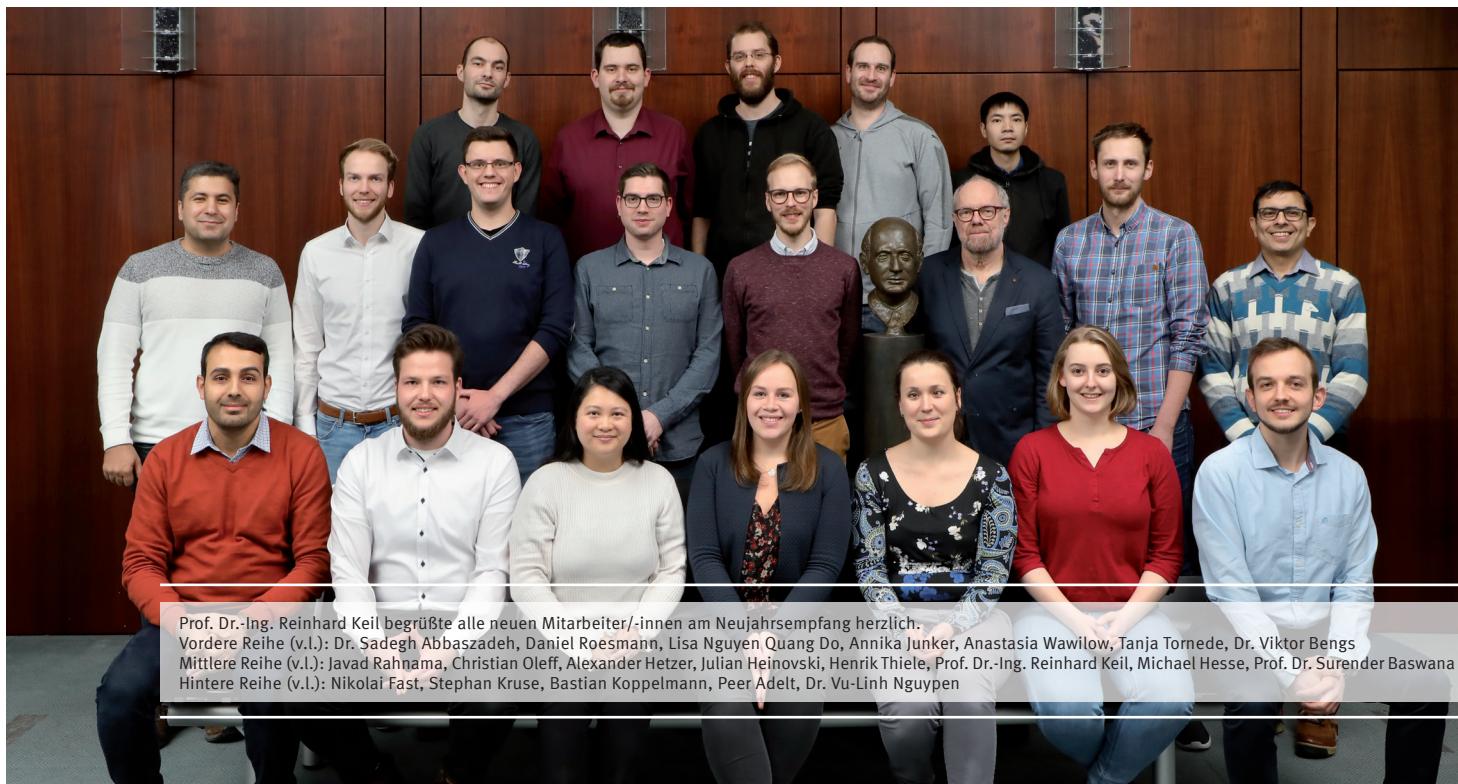
**Johannes Blobel, M.Sc.  
Verteilte Eingebettete Systeme**

## Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler im Beirat der VDI/VDE GMA bestätigt

**Im Rahmen der Wahlen für den Beirat der „VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik“ wurde Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler mit einer großen Mehrheit als Beiratsmitglied bestätigt.**

Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler ist seit 2016 im Amt und bleibt mit der Wiederwahl für drei weitere Jahre Beiratsmitglied. Die Gesellschaft für Mess- und Automatisierungstechnik (GMA) ist eine gemeinsame Fachgesellschaft des „Vereins Deutscher Ingenieure e.V.“ (VDI) und des „Verbands der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.“ (VDE). Sie leistet mit ihrer Arbeit einen wesentlichen Beitrag zur Weiterentwicklung von Grundlagen und Methoden bis hin zu optischen Technologien. Dabei arbeiten ca. 1.000 Ingenieure ehrenamtlich in acht Fachbereichen in ca. 75 Fachausschüssen. Zudem engagiert sich der GMA-Beirat in der Politikberatung. Zu den aktuellen Fokusthemen gehören Maschinelles Lernen, Künstliche Intelligenz und Digitalisierung. Durch die Verknüpfung von Wirtschaft und Wissenschaft werden neue Möglichkeiten der industriellen Verwertbarkeit erforscht. Dabei stellt die GMA die folgende Vision in das Zentrum des Handelns: „Mit Messtechnik, Automatisierungstechnik und optischen Technologien gestalten wir die Zukunft unserer Gesellschaft. Verantwortungsvoll engagieren wir uns für effiziente Prozesse, Resourcenschonung und Nachhaltigkeit. Damit unterstützen wir aktiv den Technologie- und Wirtschaftsstandort Deutschland.“ Die GMA sieht ihre Rolle dabei vor allem im Aufbau von Wissen und im Austausch von Erfahrungen in Bezug auf identifizierte Zukunftstechnologien. Auch die Entwicklung und Gestaltung von Anwendungen der Zukunftstechnologien werden forciert.

**Daniel Roesmann, M.Sc.  
Produktentstehung**



## Neujahrsempfang 2019

**Am 24. Januar lud der Vorstand des Heinz Nixdorf Instituts seine Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zum traditionellen Neujahrsempfang ein. Stellvertretend für den Vorstandsvorsitzenden blickte Prof. Reinhard Keil auf das letzte Jahr zurück und begrüßte die neuen Mitglieder des Instituts.**

In seiner Begrüßung betonte Keil die herausgehobene Stellung des Instituts in Bezug auf seine Forschungsarbeiten. So sind auch im letzten Jahr wieder herausragende Leistungen zu würdigen, die das gesamte Spektrum wissenschaftlicher Aktivitäten abdecken:

- „Distinguished Paper Award“ für den Beitrag „Do Android Taint Analysis Tools Keep their Promises?“ auf der „ACM Joint European Software Engineering Conference and Symposium on the Foundations of Software Engineering (ESEC/FSE 2018)“ für Prof. Bodden
- „Oracle Collaborative Research Award“ für Prof. Bodden
- Patentanmeldung: J. C. Scheytt, L. Wu, „Integrier- und Halte-Schaltung“, DE Patent AKZ 102018104547.6, 28. Februar 2018
- Preis für herausragende Masterarbeit des IHP Leibniz Institut für Innovative Mikroelektronik, Frankfurt (Oder), an Herrn Chandrasekar Ganesan
- „Best Paper Award“ für die Doktorandin Sanaz Haddadian auf dem „Progress in Electromagnetics Research Symposium“ (PIERS 2018), Toyama, Japan
- „Young Scientist Award“ für die Doktorandin Sanaz Haddadian auf dem „Progress in Electromagnetics Research Symposium“ (PIERS 2018), Toyama, Japan

Besonders herausragende Leistungen basieren jedoch nicht nur auf individuellen Einzelleistungen, sondern vor allem auch auf der Einwerbung und Koordinierung großer und interdisziplinärer Verbundprojekte wie z.B. dem Sonderforschungsbereich 901

(On-The-Fly Computing), dem DFG Schwerpunktprogramm 2111 (Elektronisch-photonische Signalverarbeitung für sehr schnelle und energieeffiziente technische Systeme) oder auch dem regional verankerten Spaltencluster (it's OWL).

Schließlich stellt die Organisation des wissenschaftlichen Diskurses auch im internationalen Maßstab eine dritte Säule erfolgreicher Forschungsarbeit dar. Unter dem Motto „Interdisciplinary Facets of Data Science“ fand vom 4. bis 6. Juli 2018 im Heinz Nixdorf MuseumsForum (HNF) die „European Conference on Data Analysis“ (ECDA) statt. Die Konferenzreihe bietet ein Forum zum wissenschaftlichen Austausch rund um das Thema Data Science, wobei Theorie und Anwendung gleichermaßen von Interesse sind. Hauptverantwortlich für die Durchführung der Tagung war Eyke Hüllermeier, Leiter der Fachgruppe „Intelligente Systeme und Maschinelles Lernen“ am Heinz Nixdorf Institut. Damit bewegt sich das Heinz Nixdorf Institut auch international sichtbar auf die Integration dieses wichtigen Forschungsfeldes in die Entwicklung intelligenter technischer Systeme zu.

Alles in allem zeigen diese wenigen Beispiele schon, wie wichtig Interdisziplinarität und wissenschaftliche Kooperation für erfolgreiche Forschung sind. Kommunikation erfordert jedoch auch Zeit und Orte für Begegnungen. Der jährliche Neujahrsempfang, so stellt Keil fest, ist ein wichtiges Format im Rahmen der verschiedenen Aktivitäten des Heinz Nixdorf Instituts, um nicht nur vergangene Erfolge zu würdigen, sondern vor allem auch die im letzten Jahr hinzugekommenen Mitarbeiter offiziell zu begrüßen und ihnen das Kennenlernen und den Austausch mit den anderen Mitarbeitern in einer entspannten und geselligen Atmosphäre zu ermöglichen.

**Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil  
Kontextuelle Informatik**



Impuls vortrag von Dr.-Ing. Jens Pottebaum

### Innovative Produkte und Dienstleistungen bei Extremwetterereignissen – 3. Workshop des EU-Projekts ANYWHERE

**Zahlreiche Experten diskutierten im November 2018 in Barcelona ANYWHERE-Lösungen zum Schutz gegen Extremwetterereignisse. Intelligente Technische Systeme für den Selbstschutz standen im Fokus der Fachgruppe „Produktentstehung“.**

Umfragen zeigen, dass große Teile der Bevölkerung eine Bedrohung durch Extremwetterereignisse fürchten. Zudem belegen Statistiken von Versicherungsunternehmen, dass mit derartigen Ereignissen große Risiken für Menschen, deren Eigentum und die öffentliche Infrastruktur einhergehen. Im EU-Projekt ANYWHERE hat sich ein wissenschaftliches Konsortium zusammengeschlossen, um zusammen mit der Industrie ein Wetter-Frühwarnsystem zu entwickeln. Im November 2018 lud das Projekt-Team weitere Anwender und potenzielle Partner zum dritten offiziellen Projekt-Workshop nach Barcelona ein. Zu den Anwender-Organisationen, die dieser Einladung folgten, zählen unter anderem Unternehmen aus den Bereichen der Logistik und des Supply Chain Managements. Der katalanische Katastrophenschutz gehört zu den Pilotanwendern, die die ANYWHERE-Plattform seit Oktober 2018 operativ nutzen. Anhand von Beispielen in Katalonien und auf Mallorca wurde der Mehrwert der Plattform direkt aus der Anwendersicht bestätigt. Ähnliche Erfahrungen wurden auch aus Korsika berichtet, wo Ereignisse in der Kombination von Sturm und extremem Niederschlag Herausforderungen für die Feuerwehr sind.

In mehreren Fallstudien wird der Mehrwert des ANYWHERE-Systems für den Selbstschutz von Personen und Unternehmen untersucht. Die Fachgruppe „Produktentstehung“ koordiniert diese Fallstudien übergreifend, um Rückschlüsse auf neue Methoden und Werkzeuge der Strategischen Planung zu ziehen. Ein Beispiel ist die Kombination von Wetterprognose-Diensten, Sensornetzwerken und technischen Schutzsystemen zum Schutz von Urlaubern auf Campingplätzen in Katalonien. Diese liegen teilweise nahe an oder sogar in ausgetrockneten Flussbetten, die in den Bergen beginnen und zum

nahen Mittelmeer führen. Extremer Niederschlag führt dazu, dass schnell Gefahrensituationen entstehen können. In einer Fallstudie werden daher energieeffiziente Hochwassersensoren eingesetzt, deren Daten mit europäischen Wetterprognosen kombiniert werden. Urlauber profitieren durch erhöhte Sicherheit, Campingplatzbesitzer wollen zusätzlich einen Wettbewerbsvorteil erlangen. Philipp Scholle aus dem Projektteam um Univ.-Prof. Iris Gräßler erläutert: „Die Daten zeigen, dass solche Ereignisse kurzfristig auftreten und meistens schnell wieder abklingen. Urlauber können sich also schnell in Sicherheit bringen. Für die Campingplatzbesitzer ist es wichtig, dass Urlauber dann aber zurückkehren und nicht vorzeitig abreisen. Für das Gesamtsystem ergibt sich entsprechend ein Nutzen, der wirtschaftlich relevant ist.“

Dieses System wurde in Barcelona ebenso wie die Produkte für weitere Fallstudien in Finnland, Italien, Spanien und der Schweiz auf einer Projektmesse demonstriert. Weitere Anwendungsfälle ergeben sich in zahlreichen Situationen und Umgebungen. „Sicherheit ist ein Grundbedürfnis von Menschen. Intelligente Technische Systeme haben erhebliches Potenzial dazu beizutragen. Allerdings fehlt häufig die Bereitschaft, in Sicherheit vorsorglich zu investieren. Daher forschen wir zu Werkzeugen, um Unternehmen in der Planung, Entwicklung und Markterschließung neuartiger Dienstleistungen zu unterstützen.“, so Dr.-Ing. Jens Pottebaum, Oberingenieur der Fachgruppe „Produktentstehung“ aus Paderborn. Potenziellen Anwendern soll es möglich werden, aufwandsminimal auf Basis von Zukunftsszenarien zu planen und Marktchancen zu bewerten. Die Ergebnisse werden innerhalb der Fallstudien validiert. Über 30 Kooperationspartner aus Forschung und Industrie arbeiten an ANYWHERE im Rahmen des Forschungs- und Innovationsprogramms Horizon 2020. Die EU fördert das Gesamtprojekt bis Ende 2019 mit ca. zwölf Millionen Euro.

**Dr.-Ing. Jens Pottebaum  
Philipp Scholle, M.Sc. RWTH  
Produktentstehung**

# Aktuelles aus dem Fraunhofer IEM



Die Navigation des Transportsystems erfolgt über die Deckenbeleuchtung. Dr. Alexandre Bousaid, Bianca Miene (beide OSRAM) und Tommy Falkowski (Fraunhofer IEM) diskutieren die Technologie.

## Navigieren über Licht: Forschungsprojekt zeigt Möglichkeiten der lichtbasierten Ortung für die Industrie

In einem BMBF-Verbundprojekt haben OSRAM, Götting, KEB Automation und das Fraunhofer IEM erforscht, welche Möglichkeiten die lichtbasierte Ortung insbesondere für den Einsatz in der Industrie hat. Beim Projektabschluss zogen sie ein vielversprechendes Fazit: Navigieren über Licht ist praktisch, flexibel und zuverlässig – und birgt großes Potenzial für die Industrie 4.0.

Ergebnis der dreijährigen Forschungscooperation ist ein Ortungssystem, das fahrerlose Transportfahrzeuge über Licht durch eine Logistik- oder Produktionshalle navigiert. Die Ortung erfolgt über an der Hallendecke montierte LED-Leuchten, die jeweils eine eindeutige Kennung über moduliertes, also speziell pulsierendes Licht aussenden. Für das menschliche Auge ist diese Modulation komplett unsichtbar, es ändert sich somit nichts an der Beleuchtungssituation. „Mittels lichtbasierter Ortung kann eine aufwandsarme und flexible Navigation für autonome Fahrzeuge realisiert werden. Wenn wir sie künftig an die bestehende LED-Deckenbeleuchtung koppeln, könnte die Technologie ein wesentlicher Treiber für die Industrie 4.0 sein“, erläutert Christian Fechtelkämper, Wissenschaftler am Fraunhofer IEM, die Vorteile der Lösung.

Exemplarisch umgesetzt wurde die Navigation im modularen Transportsystem KATE (Kleine autonome Transporteinheit) der Firma Götting. Während die Standardversion des Fahrzeugs über auf dem Boden aufgebrachte optische Leitlinien und Transponder geleitet wird, kann die Spurführung jetzt über das neue System erfolgen. OSRAM modifizierte Standard-Industrie-LED-Leuchten und entwickelte eine Kamerasensorik, um das modulierte Licht zu empfangen. Eine von Götting entwickelte Auswertereinheit im Fahrzeug verarbeitet die Kamera- sowie weitere Sensordaten und ermöglicht somit die Navigation über ein Bedieninterface. Die interdisziplinäre Entwicklung des Gesamtsystems koordinierte das

Fraunhofer IEM mit Methoden des Systems Engineering. Erfolgsfaktoren waren vor allem die modellbasierte Spezifikation der Gesamtarchitektur sowie die Testfallplanung.

Die Umsetzung im Testfeld der Elektronikfertigung bei der KEB Automation zeigt: Die lichtbasierte Ortung böte bei Marktreife Vorteile gegenüber anderen Navigationstechnologien. Unternehmen könnten mit wenig Aufwand ihre bestehende Licht-Infrastruktur nutzen. Da Hindernisse auf dem Hallenboden die Kommunikation zwischen Sender und Empfänger nicht unterbrechen, könnte die Navigation weitestgehend störungsfrei erfolgen. Die Route der fahrerlosen Transportsysteme könnte flexibel umprogrammiert werden. So könnten Prozesse verschlankt und Arbeitsabläufe erleichtert werden.

Das Projekt LiONS (Lichtsensorbasierte Ortungs- und Navigationsdienste für autonome Systeme) wurde von Oktober 2015 bis Dezember 2018 vom Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen der Bekanntmachung zur Förderung von „Sensorbasierten Elektroniksystemen für Anwendungen für Industrie 4.0 (SElekt I4.0)“ gefördert.

**Kirsten Harting, M.A.**  
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit | Fraunhofer IEM



Kick-off des Leitprojektes Maschinelles Lernen für Produkt und Produktion in Bielefeld



Die modellbasierte Methode STRIDE eignet sich besonders gut für eine fachübergreifende Bedrohungsanalyse in der Entwicklung softwareintensiver Systeme.

## Fraunhofer IEM ist bei it's-OWL-Leitprojekten dabei

**Im Spitzencluster it's OWL arbeiten Industrie und Forschung seit Dezember 2018 an fünf neuen Leitprojekten mit einem Volumen von insgesamt 15 Millionen Euro. An vier Vorhaben ist das Fraunhofer IEM beteiligt.**

Im Projekt „Maschinelles Lernen für Produkt und Produktion“ entsteht eine Toolbox für anwendungsnahe Verfahren des Maschinellen Lernens. Das IEM arbeitet mit Benteler und Hesse zu Predictive Quality, Prozessoptimierung und hybriden Lernverfahren.

Das Projekt „Digital Business“ will KMU unterstützen, eigene Plattformstrategien zu entwickeln. Dazu entstehen Plattformstrategien, Rollenprofile und Organisationsstrukturen sowie ein Leitfaden. Das IEM erarbeitet mit Denios, Wago und GEA Pilotanwendungen.

Im Projekt „Industrial Automation Platform“ entsteht eine Plattform für den sicheren Transport und die Verarbeitung industrieller Produktionsdaten. Mit Unterstützung des IEM werden Datentransport, Weiterverarbeitung und Komponenten bedarfsgerecht angepasst. Es koordiniert außerdem die Entwicklung eines Secure Development Lifecycles.

Das Projekt „Bedarfsanalyse und Erarbeitung von Unterstützungsangeboten für Unternehmen der produzierenden Industrie zur Gestaltung des digitalen Wandels der Arbeitswelt“ unterstützt Unternehmen beim Thema Arbeit 4.0. Das IEM arbeitet mit Benteler an unternehmensübergreifenden Schulungen. Außerdem entwickelt es mit Miele agile Konzepte für die Produktentwicklung.

**Kirsten Harting, M.A.**  
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit | Fraunhofer IEM

## TÜV-geprüfte IT-Sicherheit

**Die Industrie 4.0 vernetzt Steuerungen von Maschinen und Anlagen über das Internet. Das schafft viele Möglichkeiten, stellt aber auch hohe Anforderungen an die Sicherheit der Industriesteuerungen.**

Phoenix Contact gestaltete mit dem Fraunhofer IEM einen Entwicklungsprozess, der die IT-Sicherheit von Beginn an berücksichtigt. Dafür wurde das Unternehmen vom TÜV Süd nach der IT-Sicherheitsnorm IEC 62443-4-1 zertifiziert.

Ziel der Norm ist ein einheitlicher IT-Sicherheitsstandard für die Automatisierung. Der Weg dahin sieht bei jedem Unternehmen unterschiedlich aus – eine Herausforderung auch für Phoenix Contact. Phoenix Contact entschied, bei zwei wesentlichen Anforderungen der IEC 62443-4-1, der Bedrohungs- und der dazugehörigen Risikoanalyse, mit dem Fraunhofer IEM zusammenzuarbeiten, da sie ein elementarer Baustein für die sichere Entwicklung der Steuerungen sind.

Dafür empfahl das Fraunhofer IEM die etablierte, modellbasierte STRIDE-Methode, mit der Entwickler Sicherheitslücken nicht nur erkennen, sondern sie gleichzeitig auch bewerten und Gegenmaßnahmen erarbeiten können. Das Fraunhofer IEM passte die STRIDE-Methode für Bedrohungsanalysen an die Bedürfnisse der Automatisierungstechnik an und entwickelte sie unter Einsatz des Microsoft Threat Modeling Tools methodisch weiter. Die Entwickler von Phoenix Contact verfügen damit über ein maßgeschneidertes Werkzeug, um verschiedene Typen von Bedrohungen zu identifizieren und Schutzmaßnahmen gemäß der Norm auszuwählen.

**Kirsten Harting, M.A.**  
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit | Fraunhofer IEM



---

**Ausgezeichnet und prämiert**



Prof. Dr.-Ing. habil. Falko Dressler

### Prof. Dr.-Ing. habil. Falko Dressler als ACM Distinguished Member ausgezeichnet

**Prof. Dr.-Ing. habil. Falko Dressler, Leiter der Fachgruppe „Verteilte Eingebettete Systeme“, wurde im Jahr 2018 für seine herausragenden wissenschaftlichen Erfolge als ACM Distinguished Member ausgezeichnet.**

Die wissenschaftlichen Arbeiten von Prof. Dressler und seiner Fachgruppe umfassen das Design und die Analyse von selbstorganisierenden Netzwerken in den Bereichen drahtlose Sensornetze, Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation und Nano-Kommunikation mit industriellen und medizinischen Anwendungen.

In jüngster Zeit stehen WLAN-basierte Assistenzsysteme, um die Sicherheit im Straßenverkehr, beispielsweise von Fahrrad fahrenden Kindern, zu erhöhen, im Vordergrund.

Diese Arbeiten fokussieren sich nicht nur auf die Grundlagenforschung zu entsprechenden Kommunikationsprotokollen, um eine zuverlässige und skalierbare Kommunikation zwischen verschiedenen Verkehrsteilnehmern bereitzustellen, sondern bieten auch einen wichtigen Praxisbezug, welcher sich in verschiedenen Kooperationen mit Industriepartnern widerspiegelt.

Prof. Dressler ist einer von 49 Wissenschaftlern weltweit, welche im Jahr 2018 von der ACM mit dem Titel „Distinguished Member“ ausgezeichnet wurden. Die wissenschaftlichen Arbeitsfelder der ausgezeichneten Forscher erstrecken sich über Themen wie Künstliche Intelligenz, Mensch-Maschine-Interaktion und Cyber Security.

**Prof. Dr.-Ing. habil. Falko Dressler**  
**Verteilte Eingebettete Systeme**



Agon Memedi nahm den Best Paper Runner Up Award im Namen der Co-Autoren während der Preisverleihung in Taipeh entgegen.

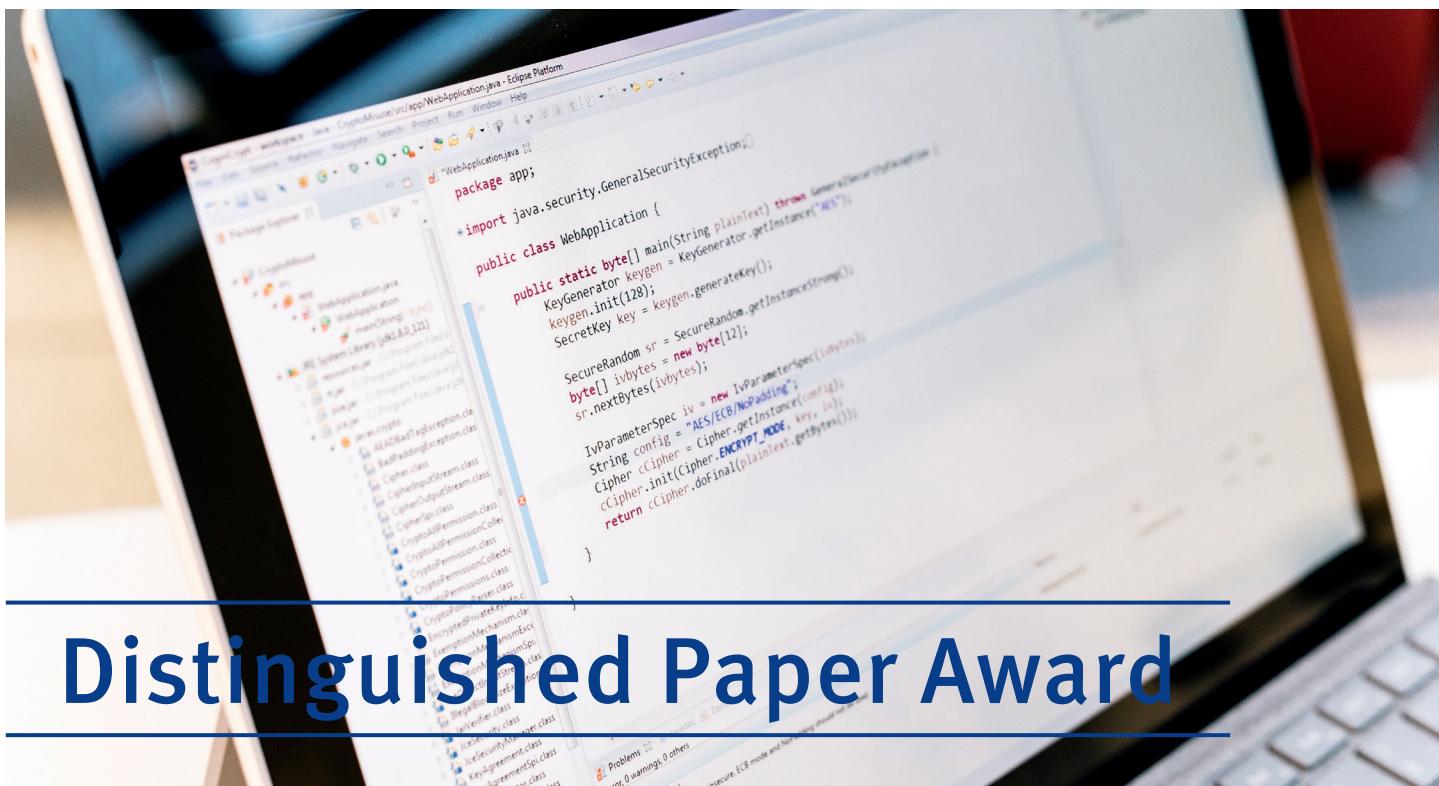
### Best Paper Runner Up Award für Forscher der Fachgruppe „Verteilte Eingebettete Systeme“ bei der IEEE VNC 2018

Auf der IEEE Vehicular Networking Conference (VNC 2018), welche vom 5. bis zum 7. Dezember 2018 in Taipeh, Taiwan, stattgefunden hat, erhielt das Paper mit dem Titel „Impact of Vehicle Type and Headlight Characteristics on Vehicular VLC Performance“ die Auszeichnung „Best Paper Runner Up“.

Die IEEE Vehicular Networking Conference (VNC) ist eine der führenden Konferenzen im Bereich der Fahrzeugvernetzung und feierte, begleitet von einem umfangreichen Programm, im Jahr 2018 das zehnjährige Jubiläum. Während der Konferenz stellen Wissenschaftler aus Industrie und Forschung ihre neuesten Forschungsergebnisse vor. Unter den mehr als 50 präsentierten Papern gewann das von Agon Memedi, Claas Tebruegge, Julien Jahneke und Falko Dressler verfasste Paper den Best Paper Runner Up Award.

In diesem Paper untersuchten wir die Auswirkungen von realen Scheinwerfer- und Fahrzeugtypen auf die lichtbasierte Fahrzeugkommunikation. Dabei konnten wir erstmalig zeigen, dass unterschiedliche Faktoren im Lichtmoduldesign praktische Auswirkungen auf mögliche Anwendungen haben können. Da wir das Modell, welches auf photometrischen Daten und experimenteller Validierung basiert, als Open Source veröffentlicht haben, wird es dazu beitragen, die Forschung auf dem Gebiet der sichtbaren lichtbasierten Fahrzeugvernetzung voranzutreiben.

**Claas Tebruegge, M.Sc.**  
**Agon Memedi, M.Sc.**  
**Verteilte Eingebettete Systeme**



# Distinguished Paper Award

**„Distinguished Paper Award“ für Veröffentlichung der Fachgruppe „Softwaretechnik“**

Auf dem 46. ACM SIGPLAN Symposium für Principles of Programming Languages (POPL 2019) wurde die Veröffentlichung „Context-, Flow-, and Field-Sensitive Data-Flow Analysis using Synchronized Pushdown Systems“ mit einem Distinguished Paper Award ausgezeichnet.

Die Konferenz „Principles of Programming Languages“, kurz POPL, ist eine der hochrangigsten internationalen Konferenzen im Bereich Programmiersprachen. Die POPL ist eine jährlich stattfindende Konferenz und versammelt international anerkannte Experten aus dem Bereich. Um eine Publikation auf der Konferenz präsentieren und veröffentlichen zu dürfen, werden Einreichungen zunächst vom einem Programmkomitee, bestehend aus ausgewählten Programmiersprachenexperten, bewertet und begutachtet. Oftmals werden weniger als 20 % der eingereichten Papiere akzeptiert.

Im Januar hat die POPL in Lissabon stattgefunden. Die Fachgruppe „Softwaretechnik“ von Professor Eric Bodden hat ein Papier zur Veröffentlichung auf der Konferenz akzeptiert bekommen. Gemeinsam mit Johannes Späth vom Fraunhofer IEM und Karim Ali von der Universität Alberta in Kanada hat Herr Professor Eric Bodden eine neue Entwicklung im Bereich der Programmanalyse vorstellen können. In „Context-, Flow-, and Field-Sensitive Data-Flow Analysis using Synchronized Pushdown Systems“ wird ein neuer effizienter und hochpräziser Algorithmus für die statische Codeanalyse vorgestellt. Statische Codeanalysen finden zum Beispiel beim automatischen Auffinden von Softwarebugs und Sicherheitslücken Einsatz. Dank des neuen Algorithmus können Analysen erstmalig präzise und zugleich effizient berechnet werden. Der Algorithmus wird bereits in dem Werkzeug CogniCrypt verwendet.

Neben der Auswahl über die akzeptierten Veröffentlichungen, konnten die Gutachter besonders lesenswerte Papiere der Konferenz für einen sogenannten „Distinguished Paper Award“ vorschlagen. Die Auszeichnung hebt einzelne Veröffentlichungen der Konferenz hervor, die das Gutachtergremium dieses Jahr als absolut lesenswert empfunden hat. Die Veröffentlichung der Fachgruppe wurde auf der Konferenz mit dem Award ausgezeichnet und zählt damit zu den interessantesten Papieren der Konferenz. Insgesamt wurden auf der Konferenz 77 Papiere zur Veröffentlichung akzeptiert.

**Prof. Dr. Eric Bodden**  
Softwaretechnik

# Promotionen





Promotion Benedikt Echterhoff (v.l.): Prof. Dr.-Ing. R. Dumitrescu, Prof. Dr.-Ing. J. Gausemeier, Dr.-Ing. B. Echterhoff, Prof. Dr. rer. nat. T. Tröster, Prof. Dr.-Ing. habil. A. Trächtler

## Benedikt Echterhoff

### Methodik zur Einführung innovativer Geschäftsmodelle in etablierten Unternehmen

Unternehmen stehen vor der Herausforderung, ihre Geschäftsmodelle zu innovieren. Hierbei herrscht große Unsicherheit: Innovative Geschäftsmodelle müssen die dominante Branchenlogik brechen, gleichzeitig gilt es Fehlinvestitionen zu vermeiden. Ein Ausweg aus diesem Dilemma stellt die Kopplung etablierter Verfahren der musterbasierten Geschäftsmodellentwicklung mit Ansätzen zur experimentellen Erprobung aus der Entrepreneurship-Forschung dar. Werden Geschäftsmodelle auf Basis etablierter Muster entworfen und frühzeitig validiert, können Unsicherheiten systematisch abgebaut werden. Hierbei sind die Bedürfnisse etablierter Unternehmen zu adressieren: Im Gegensatz zu Start-ups müssen diese entscheiden, wie das neue Geschäftsmodell in das Unternehmen eingegliedert wird.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist eine Methodik zur Einführung innovativer Geschäftsmodelle in etablierten Unternehmen. Diese soll Unternehmen bei der Konzipierung, Validierung und Verankerung neuartiger Geschäftsmodelle unterstützen. Für eine bestehende Geschäftsidee werden musterbasiert Geschäftsmodellkonzepte erstellt und ein Erfolg versprechendes ausgewählt. Die Validierung erfolgt iterativ: Es werden Annahmen abgeleitet, in Hypothesen überführt und Experimente zur Überprüfung durchgeführt. Basierend auf den Erkenntnissen erfolgt die Anpassung des Geschäftsmodells. Anschließend wird eine Stoßrichtung zur Verankerung des Geschäftsmodells in der Organisation abgeleitet. In einer Roadmap überführte Maßnahmen zur Umsetzung des Geschäftsmodells sind das Resultat der Methodik.

**Die Dissertation ist als Band 387 in der Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts veröffentlicht.**



Promotion Matthias Feldotto (v.l.): Dr. R. Feldmann, Senior Lecturer Dr. M. Gairing, Assistant Professor Dr. A. Skopalik, Dr. rer. nat. M. Feldotto, Prof. Dr. C.-J. Haake, Prof. Dr. F. Meyer auf der Heide

## Matthias Feldotto

### Approximate Pure Nash Equilibria in Congestion, Opinion Formation and Facility Location Games

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. Diese Dissertation untersucht approximative reine Nash-Gleichgewichte in verschiedenen spieltheoretischen Modellen. In einem solchen Zustand kann sich kein Spieler durch Veränderung seiner Strategie um einen gegebenen Faktor verbessern.

Im ersten Teil der Arbeit beschäftigen wir uns mit zwei Varianten von Congestion Games zur Modellierung der Allokation von Ressourcen. In diesen Modellen ist die Existenz von reinen Nash-Gleichgewichten durch Potenzialfunktionen garantiert, jedoch kann deren Berechnung schwierig sein. Wir analysieren Approximationsalgorithmen zur Berechnung von Zuständen mit kleinen Approximationsfaktoren. Für die Analyse benutzen wir Teilspiele, wir beweisen Schranken für die Potenzialfunktion eines beliebigen Zustandes und zeigen eine Relation zwischen Shapley und proportionalen Kostenaufteilungen. Zusätzlich wenden wir Sampling-Methoden zur Approximation von Shapley-Werten in verschiedenen Szenarien an.

Im zweiten Teil konzentrieren wir uns auf die Existenz von approximativen reinen Nash-Gleichgewichten in Spielen, in denen im Allgemeinen keine reinen Gleichgewichte existieren. Im Bereich der Meinungsbildung können wir in einem Coevolving Opinion Formation Game niedrige Approximationsgarantien für zwei natürliche Zustände zeigen, die unabhängig von der Definition der Nachbarschaft sind. Hierzu wenden wir ein Konzept von virtuellen Kosten an. Für den Spezialfall nur eines Nachbarn zeigen wir noch stärkere Approximationsfaktoren für einen Zustand, der durch eine natürliche Strategie entsteht. Des Weiteren untersuchen wir ein zweiseitiges Facility Location Game zwischen Facilities und Clients, die als Zielfunktion eine Kombination von Distanz und Auslastung haben. Hier zeigen wir scharfe Schranken für das Szenario mit drei Facilities und unendlich vielen Clients. Für das generelle Szenario mit einer beliebigen Anzahl an Facilities zeigen wir Approximationsfaktoren für einen Zustand mit gleich verteilten Facilities sowie mit Paaren von Facilities.

**Die Arbeit wurde in elektronischer Form über die Universitätsbibliothek Paderborn veröffentlicht.**



Promotion Markus Fockel (v.l.): Dr. S. Sauer, Prof. Dr. R. Dumitrescu, Prof. Dr. J. Greenyer, Dr. M. Fockel, Prof. Dr. E. Bodden, Dr. M. Meyer

## Markus Fockel

### Safety Requirements Engineering for Early SIL Tailoring

Der hohe Grad an Innovation in mechatronischen Systemen führt zu sogenannten Cyber-Physical Systems (CPS). Diese realisieren eine komplexe Funktionalität und sind sicherheitskritisch. Wie sicherheitskritisch solche Systeme sind, wird durch sogenannte Sicherheits-Integritätslevel (SIL) kategorisiert, die durch Normen wie der ISO 26262 definiert werden. Ein bestimmter SIL beschreibt nicht nur die Höhe des Gefährdungsrisikos, sondern diktiert auch den erforderlichen Grad an Sorgfalt bei der Entwicklung des Systems, um Gefahren zu verhindern oder abzumildern. Ein hoher SIL erfordert die Anwendung von Safety-Maßnahmen mit einem hohen Sorgfaltgrad in allen Phasen der Entwicklung und impliziert daher einen hohen Safety-Aufwand. SIL-Tailoring ist ein Mittel, um den Safety-Aufwand zu reduzieren, indem man Subsystemen geringere SILs zuordnet, falls sie von kritischeren Subsystemen getrennt sind oder redundante Safety-Anforderungen erfüllen. Um den nötigen Safety-Aufwand zu planen, sollten Möglichkeiten für SIL-Tailoring so früh wie möglich identifiziert werden – d.h. bereits in der Anforderungsanalyse. Durch die Komplexität von CPS ist es jedoch schwierig, Safety-Anforderungen aufzustellen, die valide Möglichkeiten für SIL-Tailoring eröffnen.

Der Beitrag dieser Dissertation ist ein systematischer, werkzeug-unterstützter SIL-Tailoring-Prozess, der im Safety Requirements Engineering angewendet wird. Der Prozess nutzt eine modell- und szenario-basierte formale Sprache zur Anforderungsspezifikation und stellt einen Katalog von Anforderungsmustern bereit. Dies unterstützt die Spezifikation von eindeutigen und konsistenten Safety-Anforderungen. Basierend auf diesen formalen Anforderungen werden Fehlerpropagierungsmodelle automatisch generiert und Subsystemen automatisch SILs zugeordnet. Das minimiert den Sicherheitsanalyseaufwand auf eine Review-Aufgabe. Schließlich wird aus den generierten Analyseergebnissen automatisch ein Safety Case mit Argumenten für die Validität von angewendeten SIL-Tailorings abgeleitet. Dadurch wird die Safety-Case-Pflege automatisiert.

**Die Arbeit wurde in elektronischer Form über die Universitätsbibliothek Paderborn veröffentlicht.**



Promotion Lial Khaluf (v.l.): Prof. Dr. Ch. Plessl, Prof. Dr. P. Altenbernd (Hochschule Darmstadt), Dr. L. Khaluf, Prof. Dr. F. Rammig, Prof. Dr. M. Platzner, Dr. P. Pfahler

## Lial Khaluf

### Organic Programming of Dynamic Real-Time Applications

Adaptive Systeme eröffnen eine Reihe von Anwendungspotenzialen, insbesondere auch im Umfeld von verteilten Cyber-physikalischen Systemen. Hier sind nun aber Realzeitaspekte zu beachten, da es sich hierbei meist um Realzeitssysteme handelt. In der relativ umfangreichen Literatur über selbstadaptive Systeme wird dieser Aspekt bisher nur wenig betrachtet. Frau Lial Khaluf konzentriert sich daher auf das Ziel, Adaptivität zur Laufzeit bei gleichzeitiger Wahrung von (harten) Realzeitrestriktionen zu ermöglichen. Sie unterstellt dabei ein Ökosystem, das aus einer Menge von Task-Klassen besteht, wobei jede Task-Klasse Varianten beinhaltet. Diese haben die gleiche prinzipielle Funktionalität, erbringen sie aber in unterschiedlicher Qualität und, verbunden damit, mit unterschiedlichen Rechenzeitanforderungen. Sowohl die Menge der Task-Klassen wie auch die Menge der jeweiligen Varianten können sich zur Laufzeit ändern. Ihr Ansatz basiert auf den Konzepten des „Akzeptanz-Checks“ bezüglich der Planbarkeit bei dynamischen Realzeitsystemen und des von Herrn Oberthür entwickelten „Profil-Managements“. Bei Auftreten von Adoptionsanforderungen reagiert ihr Ansatz mit einer potenziellen Modifikation der aktuellen Variantenauswahl, mit dem Ziel, dass nach der Adaption alle Realzeitanforderungen erfüllt werden und gleichzeitig ein globales Qualitätsoptimum erzielt wird. Dies bedeutet, dass ein Rucksackproblem gelöst werden muss, bei dem die harten Realzeitrestriktionen die Constraints darstellen. Der gesamte, einem Transaktionskonzept folgende Adoptionsalgorithmus wird von Frau Lial Khaluf als periodische Task betrachtet, die einmal pro Hyperzyklus ausgeführt wird. Dabei wird angenommen, dass bei einer Adoptionsanforderung die alte Systemkonfiguration noch so lange eine akzeptable Leistung erbringen kann, bis das adaptierte System bereitsteht.

**Die Arbeit wurde in elektronischer Form über die Universitätsbibliothek Paderborn veröffentlicht.**



Promotion Daniel Kruse (v.l.): Prof. Dr. rer. nat. habil. T. Tröster, Prof. Dr.-Ing. J. Gausemeier, Prof. Dr. D. Kruse, Prof. Dr.-Ing. habil. A. Trächtler, Prof. Dr.-Ing. habil. W. Sextro

### Daniel Kruse

#### Teilautomatisierte Parameteridentifikation für die Validierung von Dynamikmodellen im modellbasierten Entwurf mechatronischer Systeme

In dieser Arbeit wird der modellbasierte Entwurf mechatronischer Systeme, in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2206, angewendet und signifikant erweitert, um der Lücke zwischen steigender Produktkomplexität und Leistungsfähigkeit von Entwicklungsmethoden entgegenzuwirken. Ein besonderes Merkmal der erarbeiteten Entwicklungsmethodik ist die ganzheitliche Betrachtung des Systems. Man hat sie fachgebietsübergreifend und funktionsorientiert gestaltet, um innovative Prinzipiellösungen zu erarbeiten und um auftretende Wechselwirkungen zwischen den Systemelementen der unterschiedlichen Fachdisziplinen frühzeitig erkennen und berücksichtigen zu können. Zudem beinhaltet diese Methodik ein Vorgehen zur modellbasierten Konkretisierung, sodass detaillierte, validierte Multidomänen-Modelle der erarbeiteten Prinzipiellösungen für den Bereich der Systemintegration zur Verfügung stehen.

Einen wesentlichen Bestandteil stellt eine entwickelte Parameteridentifikations- und Modellvalidierungsmethodik dar. Das hierzu entstandene Parameteridentifikations-Tool, bestehend aus einem FMU-Interface sowie einer MATLAB-Identifikationsumgebung, zeichnet sich besonders durch die leichte Einbindung von Dynamikmodellen aus, unabhängig von deren Modellentwicklungslandschaften, was ein Höchstmaß an Flexibilität bietet. Die Identifikationsumgebung ermöglicht es zudem, komplexe, nichtlineare Multidomänen-Modelle mittels etablierter Verfahren teilautomatisiert zu identifizieren. Die Leistungsfähigkeit der entworfenen Methodik sowie die Anwendung werden an einem Praxisbeispiel aus der Industrie aufgezeigt. Anschließend wird die Übertragbarkeit an weiteren Beispielen demonstriert.

**Die Dissertation ist als Band 388 in der Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts veröffentlicht.**



Promotion Dirk Schäfer (v.l.): Prof. Dr. A. Ngonga, Prof. Dr. E. Hüllermeier, Prof. Dr. H. Wehrheim, Dr. D. Schäfer, Prof. Dr. W. Waegeman (Universität Ghent, Belgien), Dr. M. Fischer

### Dirk Schäfer

#### Dyad Ranking with Generalized Plackett-Luce Models

Dyad Ranking ist eine neue Problemstellung innerhalb des Präferenzlernens. Dyaden sind Paare von Merkmalsvektoren, die durch Modelle des Maschinellen Lernens in ein Ranking überführt werden sollen. Bestehende Ranking-Methoden liefern keine zufriedenstellenden Ergebnisse für das Dyad Ranking, weil nicht alle Informationen der Dyaden genutzt werden. Aus diesem Grund werden drei Erweiterungen des Plackett-Luce-(PL)-Modells, einem statistischen Modell für Rangdaten, vorgeschlagen: Joint-Feature PL basiert auf der Idee, Dyaden auf jeweils einen gemeinsamen Merkmalsvektor abzubilden.

In dem bilinearen PL-Modell (BilinPL) ist die Abbildung über das Kreuzprodukt zwischen Merkmalsvektorpaaren definiert. Experimente zeigen, dass das BilinPL-Modell eine bessere Prädiktionsgüte als Label-Ranking-Methoden aufweist und Rankings über Labels prädizieren kann, die nicht in den Trainingsdaten vorhanden sind. Das dritte Modell, PLNetworks (PLNet), basiert auf einem Neuronalen Netzwerk und ermöglicht das Erlernen der Repräsentationen von gemeinsamen Merkmalsvektoren. Die Anwendungen umfassen das Meta-Learning zur Empfehlung von genetischen Algorithmen, das Ähnlichkeitslernen und die Konfigurationsbestimmung von Bildverarbeitungsketten auf Basis des präferenzbasierten Verstärkungslernens.

Die probabilistische Eigenschaft der Modelle wurde für zwei neue Visualisierungsmethoden genutzt, die auf der Mehrdimensionalen Skalierung und dem Unfolding basieren.

**Die Arbeit wurde in elektronischer Form über die Universitätsbibliothek Paderborn veröffentlicht.**



Promotion Marcel Schneider (v.l.): Prof. Dr.-Ing. R. Dumitrescu, Prof. Dr.-Ing. J. Gausemeier, Dr.-Ing. M. Schneider, Prof. Dr.-Ing. D. Zimmer, Prof. Dr. rer. nat. T. Tröster



Promotion Johannes Späth (v.l.): Prof. Dr. A. Möller, Prof. Dr. H. Wehrheim, Dr. rer. nat. J. Späth, Prof. Dr. E. Bodden, Dr. B. Hermann (es fehlt: Prof. Dr. K. Ali)

## Marcel Schneider

### Spezifikationstechnik zur Beschreibung und Analyse von Wertschöpfungssystemen

Viele Unternehmen durchleben gegenwärtig den Wandel von einem reinen Produzenten hin zu einem produzierenden Dienstleister. Im Zuge der digitalen Transformation forcieren sie insbesondere die Entwicklung datenbasierter Dienstleistungen, die Interaktion auf digitalen Plattformen sowie die Umsetzung neuartiger Geschäftsmodelle. Oftmals sind die Wertschöpfungssysteme dieser Unternehmen historisch gewachsen und nicht dafür ausgelegt – eine Neuausrichtung ist unausweichlich. Sie stehen daher vor der Frage, wie sie ihr Wertschöpfungssystem planen und die unternehmerischen Abläufe und Strukturen effizient gestalten können.

Ziel dieser Arbeit ist eine Spezifikationstechnik zur Beschreibung und Analyse von Wertschöpfungssystemen. Im Kern besteht sie aus einer Modellierungssprache, welche eine prägnante, grafische Modellierung eines Wertschöpfungssystems ermöglicht und sich als Instrument zur anschaulichen Analyse und integrativen Planung von Geschäftsmodell und Wertschöpfungssystem eignet. Hierfür werden ein eingängiges Sprachkonzept und ein vernetztes System aus Partialmodellen bereitgestellt. Ein bedarfsgerechtes Vorgehensmodell und geeignete Werkzeuge unterstützen bei der interdisziplinären Zusammenarbeit, effizienten Modellerstellung sowie situationsspezifischen Anwendung. Vier Anwendungsfälle aus der Praxis demonstrieren den Einsatz der Spezifikationstechnik.

**Die Dissertation ist als Band 386 in der Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts veröffentlicht.**

## Johannes Späth

### Synchronized Pushdown Systems for Pointer and Data-Flow Analysis

Software ist heutzutage allgegenwärtig präsent und kommt zur Anwendung in Computern, Smartphones, Autos und Industrieanlagen und vielen anderen Systemen. Programmierfehler (oder Bugs) können drastische Auswirkungen auf das Softwaresystem haben. Ein einzelner Bug in einer Teilkomponente einer Software kann beispielsweise leicht das ganze System zum Absturz bringen. Ein Programmierfehler in einer sicherheitskritischen Komponente kann einem Angreifer genügen, um sensitive Daten des Systems zu extrahieren. Daher ist es notwendig, Programmierfehler frühzeitig, idealerweise noch vor Inbetriebnahme der Software, aufzudecken.

In seiner Dissertation hat Johannes Späth effiziente und präzise Datenflussanalysealgorithmen entwickelt. Die Algorithmen helfen Softwareentwicklern, Fehler in ihrem Programmcode frühzeitig, noch während des Kompilierens, aufzudecken. Die Algorithmen erreichen Effizienz durch „bedarfsgerechte“ Analysen; statt die komplette Software zu analysieren, werden lediglich relevante Teile des Softwarecodes analysiert. Dies spart Rechenzeit und liefert Ergebnisse innerhalb von wenigen Sekunden, statt wie mit existierenden Algorithmen die Ergebnisse häufig erst nach Stunden zu erhalten. Gleichzeitig sind die Algorithmen hoch präzise und die erkannten Fehler der Analyse sind mit hoher Wahrscheinlichkeit tatsächliche Bugs in der Software. Die in seiner Dissertation präsentierten Algorithmen liefern die Basistechnologien für die effiziente und präzise statische Codeanalyse des Tools CogniCrypt, die sicherheitsrelevante Schwachstellen im Programmcode in Sekunden aufdeckt.

**Die Arbeit wurde in elektronischer Form über die Universitätsbibliothek Paderborn veröffentlicht.**

# Personalien



---

**Intelligente Systeme und Maschinelles Lernen**  
Prof. Dr. Eyke Hüllermeier**Neue Mitarbeiter**

**Dr. Viktor Bengs**  
Wirtschaftsmathematik  
seit: Oktober 2018



**Pritha Gupta, M.Sc.**  
Informatik  
seit: Februar 2019



**Björn Haddenhorst, M.Sc.**  
Mathematik  
seit: Januar 2019



**Alexander Hetzer, M.Sc.**  
Informatik  
seit: Oktober 2018



**Dr. Vu-Linh Nguyen**  
Informatik  
seit: November 2018



**Tanja Tornede, M.Sc.**  
Informatik  
seit: Januar 2019

---

**Kontextuelle Informatik**  
Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil**Neue Mitarbeiterin**

**Anastasia Wawilow, M.Sc.**  
Kontextuelle Informatik  
seit: Dezember 2018

---

**Produktentstehung**  
Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler**Neue Mitarbeiterin**

**Dipl.-Kffr. Cordula Stratmann**  
Assistenz der Lehrstuhlleitung  
seit: Februar 2019

---

**Algorithmen und Komplexität**  
Prof. Dr. Friedhelm Meyer auf der Heide**Ausgeschiedener Mitarbeiter**

**Dr. rer. nat. Matthias Feldotto**  
seit: Januar 2019  
jetzt: A.T. Kearney GmbH, Düsseldorf

**Ausgeschiedener Mitarbeiter**

**Sascha Henzgen, M.Sc.**  
seit: Dezember 2018  
jetzt: pmOne Analytics GmbH, Paderborn

---

**Advanced Systems Engineering**  
Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu

---

**Neue Mitarbeiter**



**Melina Massmann, M.Sc.**  
Interdisziplinäre  
Medieninformatik  
seit: April 2019



**Jörn Steffen Menzefricke,  
M.Sc.**  
Wirtschaftsingenieurwesen  
seit: April 2019



**Maurice Meyer, M.Sc.**  
Mechatronik  
seit: November 2018

---

**Verteilte Eingebettete Systeme**  
Prof. Dr.-Ing. habil Falko Dressler  
Jun.-Prof. Dr.-Ing. Christoph Sommer

---

**Neue Mitarbeiter**



**Julian Heinovski, M.Sc.**  
Informatik  
seit: Oktober 2018



**Jan Maximilian Schettler, M.Sc.**  
Informatik  
seit: Oktober 2018

**Ausgeschiedene Mitarbeiter**

**Felix Erlacher, M.Sc.**  
seit: Januar 2019

**Muhammad Nabeel, M.Sc.**  
seit: Februar 2019

---

**Regelungstechnik und Mechatronik**  
Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler

---

**Neuer Mitarbeiter**



**Kevin Malena, M.Sc.**  
Technomathematik  
seit: Februar 2019

---

**Softwaretechnik**  
Prof. Dr. Eric Bodden

---

**Neuer Mitarbeiter**



**Jan Martin Persch, M.Sc.**  
Informatik  
seit: Februar 2019

# Veranstaltungen



---

## 15. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung

---

**21. – 22. November 2019, Berlin**

„Die Erfolgspotenziale von morgen frühzeitig erkennen“ ist das Thema des Symposiums für Vorausschau und Technologieplanung, welches das Heinz Nixdorf Institut zum 15. Mal in Kooperation mit dem Fraunhofer-Verbund Innovationsforschung und aca-tech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften – am 21. und 22. November 2019 in Berlin durchführt. Veranstaltungsort ist die Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften. Die Veranstaltung wird von Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier und Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu organisiert.

Die Veranstaltung richtet sich an Entscheidungsträger/-innen aus Unternehmen, die sich mit der Gestaltung des Geschäfts von morgen befassen, sowie an maßgebende Persönlichkeiten aus einschlägigen Instituten. Sie bietet ein anspruchsvolles Forum, in dem Fachleute aus Industrie und Wissenschaft ihre Arbeiten präsentieren und zur Diskussion stellen. Daher ist die Anzahl der Teilnehmerinnen und Teilnehmer auf etwa fünfzig beschränkt.

Mehr denn je kommt es auf Strategiekompetenz an, d.h. auf das frühzeitige Erkennen der Erfolgspotenziale von morgen und das rechtzeitige Erschließen dieser Erfolgspotenziale. Die Kunden zu fragen hilft nur sehr bedingt, weil diese kaum sagen werden, welche Probleme sie morgen zu lösen haben und wie die entsprechenden Lösungen zu gestalten sind. Daher ist die Grundvoraussetzung für erfolgreiches strategisches Agieren die fantasievolle Antizipation der Entwicklungen von Märkten, Technologien und Geschäftsumfeldern (Branche, Zulieferer, Politik, Gesellschaft etc.).

Die systematische Vorausschau verdeutlicht die Chancen, die im Schnittpunkt der zukünftigen Marktanforderungen (Market Pull) und der technologischen Möglichkeiten von morgen (Technology Push) liegen, aber auch die Bedrohungen für das etablierte Geschäft von heute. Damit ist die Basis für F&E-Aufträge und entsprechende Investitionsentscheidungen gelegt.

[www.hni.uni-paderborn.de/svt](http://www.hni.uni-paderborn.de/svt)

---

**Impressum**

---

<b>Herausgeber</b>	Heinz Nixdorf Institut Prof. Dr.-Ing. Ansgar Trächtler (Vorstandsvorsitzender)
<b>Redaktion, Koordination, Realisierung und Herstellung</b>	Kerstin Sellerberg, M.A. Julia Kipper E-Mail: redaktion@hni.upb.de
<b>Kontakt</b>	Milena Mungiuri Heinz Nixdorf Institut Universität Paderborn Fürstenallee 11 33102 Paderborn Telefon: +49 (0) 5251   60 62 11 www.hni.uni-paderborn.de
<b>Bildnachweise</b>	Titel: © fotolia/Edelweiss Inhalt (Dumitrescu): © Fraunhofer IEM Inhalt (Gräßler): © Michael Adamski Inhalt (Kreuzung): © Land NRW (2019) Seite 2: © iStock/omda_info Seite 3: © Fraunhofer IEM Seite 6/7: © Michael Adamski Seite 9 (Fahrzeuge): © istock/Just_Super Seite 11: © PHOMAX Seite 19 (Schloss): © Adobe Stock/Pavel Ignatov Seite 19 (Chip): © Hans-Böckler-Stiftung/ Stephan Pramme Seite 22 (Gräßler): © Johannes Pauly Seite 23: © PHOMAX Seite 25: © Fraunhofer IEM Seite 26: © Fraunhofer IEM Seite 27: © istock/muchomor Seite 29: © Fraunhofer IEM Seite 30: © istock/mustafahacalaki Seite 35: © Fotolia/équipe Seite 38: © shutterstock/hvostik
<b>Druck</b>	W. V. Westfalia Druck GmbH Eggerstr. 17 33100 Paderborn
<b>Copyright</b>	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.
<b>Auflage</b>	750



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

Heinz Nixdorf, † 1986

