

# hni aktuell





## 5 SensoBack–Cloud-Anbindung für die Kleingebäcksproduktion

Die Fachgruppe „Regelungstechnik und Mechatronik“ entwickelt in Kooperation mit dem Fraunhofer IEM und regionalen Unternehmen ein intelligentes Sensorsystem für die Kleingebäcksproduktion. Ziel des Projekts ist es, Produktionsmengen effizienter zu planen und Prozessregelungen zur Qualitätssicherung zu optimieren.

## Inhalt

### Vorwort | Seite 2 – 3

### Aktuelles | Seite 4 – 28

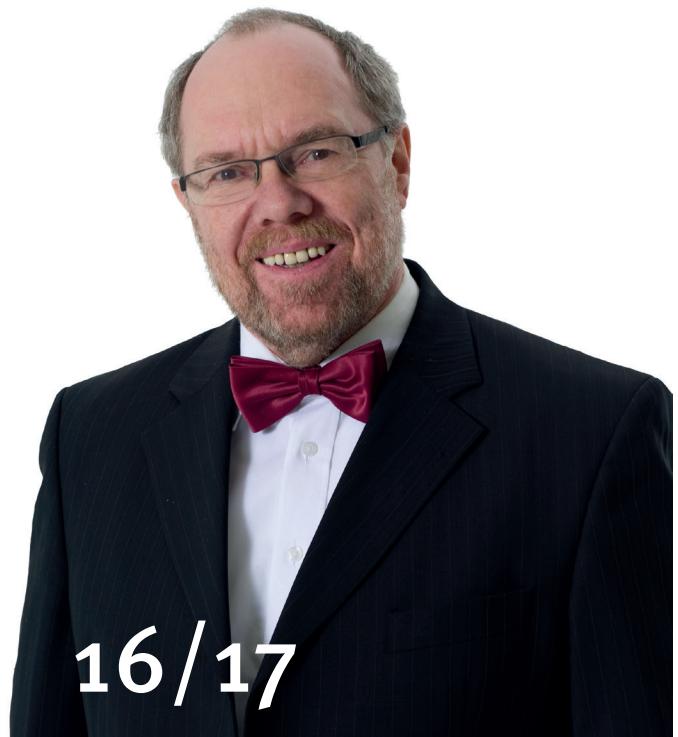
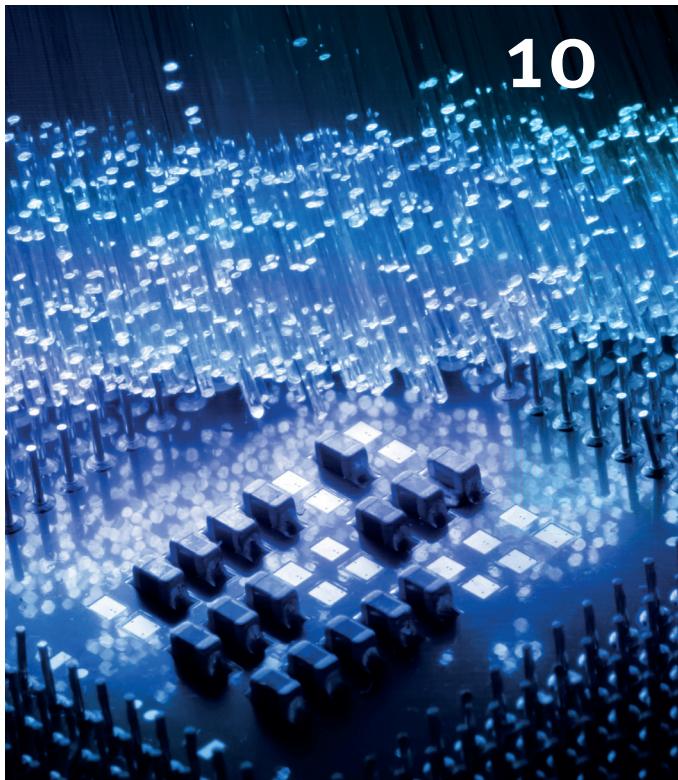
- SensoBack – Entwicklung eines Leitstandsystems mit Cloud-Anbindung für die Kleingebäcksproduktion
- Statement von Prof. Dr. Eric Bodden, Experte für IT-Sicherheit am Heinz Nixdorf Institut
- KI-Marktplatz – Digitale Plattform für Künstliche Intelligenz in der Produktentstehung
- Innovativer Modulleichtbau: NRW-Forschungskolleg „Leicht – Effizient – Mobil“ auf der Hannover Messe 2019
- Internationaler Austausch in interdisziplinärer Entwicklung: Summer School zum Integrated Product Development
- Einjähriger Forschungsaufenthalt von Prof. Rodrigo Bonifácio de Almeida am Heinz Nixdorf Institut erfolgreich beendet
- Fachgruppe „Advanced Systems Engineering“ auf der CIRP Design Konferenz 2019
- Neue DFG-Forschungsgruppe „Metrologie für die THz-Kommunikation (METERACOM)“
- On-The-Fly Computing geht in die dritte Phase
- Fachgruppe „Kontextuelle Informatik“ schließt Arbeit an MokoDESK erfolgreich ab
- Produktentstehung auf der 29. CIRP Design-Konferenz in Portugal
- Open Space-Workshop im Projekt IMPRESS – Die Transformation zum Smart-Service-Anbieter gestalten
- Produktentstehung im internationalen Austausch auf der „USN Staff Week“ in Kongsberg
- ANYWHERE auf der EENA-Konferenz in Dubrovnik

## 10 Datenübertragung im Wandel – METERACOM legt Grundstein für THz-Kommunikationssysteme

Durch die rasant steigende Nachfrage nach immer schnellerer Datenübertragung entstehen neue technische Herausforderungen. Das METERACOM-Projekt bietet hierzu einen Lösungsansatz und will Messverfahren konzipieren, die dabei helfen, die Leistungsfähigkeit der THz-Kommunikation in realen Umgebungen vorherzusagen.

## 16/17 „Kontextuelle Informatik“ – Eine Fachgruppe verlässt das Heinz Nixdorf Institut

Nach 27 Jahren verabschiedet sich die Fachgruppe „Kontextuelle Informatik“ vom Heinz Nixdorf Institut. Unter der Leitung von Professor Keil untersuchte sie die Wechselwirkungen zwischen Informatiksystemen und ihrem Entwicklungs- und Einsatzumfeld.



- Modellierung von Drahtlos-Kommunikation im landwirtschaftlichen Umfeld
- „Kontextuelle Informatik“ – Eine Fachgruppe verlässt das Heinz Nixdorf Institut
- Forschungsprojekt zur Leistungssteigerung von Unternehmen im Bereich Industrie 4.0 erfolgreich beendet
- Reinforcement Learning in Micro- und Smartgrids: Sichere Betriebsstrategien für komplexe Energiesysteme
- Profilschärfung: Fraunhofer IEM stellt sich für die Zukunft auf
- Fraunhofer IEM und achelos erhöhen Qualität für sichere Softwareimplementierung
- Neue VDI/VDE-Richtlinie für die Herstellung räumlicher Schaltungsträger
- Get to Know HNI
- NyPhE – Schnelle optische Datenübertragung innerhalb von Datencentern ermöglichen
- Chinesische Industriedelegation besucht Smart Automation Labor
- Objekterkennung mittels Deep Learning für Robotik- und Industrie 4.0-Anwendungen
- Fallstudienbasiertes Lernen in der Produktentstehung
- Neue Lehrveranstaltung der Fachgruppe „Advanced Systems Engineering“
- HNI-Forum zum Thema „Die Rolle von Feedback in der Mensch-Maschine-Interaktion“
- Erforschung von Simulationswerkzeugen für molekulare Netzwerke

#### Ausgezeichnet und prämiert | Seite 29– 30

- Prof. Dr. Burkhard Monien erhält Ehrennadel der Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften und der Künste

#### Promotionen | Seite 31 – 35

- Efficient Intrusion Detection in High-Speed Networks
- An Architecture for Connected Cars Providing Virtual Infrastructure and Services
- Systematik zur integrativen Entwicklung von mechatronischen Produkten und deren Prüfmittel
- Big Data: Sublinear Algorithms for Distributed Data Streams
- Systematik zur Gestaltung der Wertschöpfung für digitalisierte hybride Marktleistungen
- Reliable Communication in Distributed Sensor Networks
- Systematik zur Ableitung bedarfsgerechter Systems Engineering Leitfäden im Maschinenbau

#### Personalien | Seite 36 – 37

#### Veranstaltungen | Seite 38 – 39

- 15. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung

#### Impressum | Seite 40



---

## Vorwort

---

## Sehr geschätzte Leserinnen und Leser,

mit dieser Ausgabe der „hni aktuell“ informieren wir wie gewohnt über aktuelle Forschungsarbeiten, Veranstaltungen, personelle Änderungen und weiteres Berichtenswertes aus dem Heinz Nixdorf Institut.

So berichten wir unter anderem über den SFB 901 – On-The-Fly Computing, der seine 3. und damit letzte Phase begonnen hat, über eine neue DFG Forschergruppe zur Metrologie für die Terahertz-Kommunikation, deren Sprecher Prof. Scheytt ist und über das Leitmarktprojekt „Sensoback“, indem wir in Kooperation mit der Firma W.P. Kemper das automatisierte Brötchenbacken ressourcenschonender gestalten.

Weitere Highlights sind eine neue VDI/VDE-Richtlinie für die Herstellung räumlicher Schaltungsträger, die maßgeblich vom Heinz Nixdorf Institut mitgestaltet wurde, und das jüngst eingeworbene vom BMWi geförderte Großprojekt „KI-Marktplatz“, eine digitale Plattform für künstliche Intelligenz, in dem 4 Fachgruppen des Heinz Nixdorf Instituts und zahlreiche Partner kooperieren.

Projektkoordinator ist Prof. Dumitrescu. In der hni aktuell berichten wir über das halbjährige Vorprojekt, das die Voraussetzung für diesen großen Erfolg war.

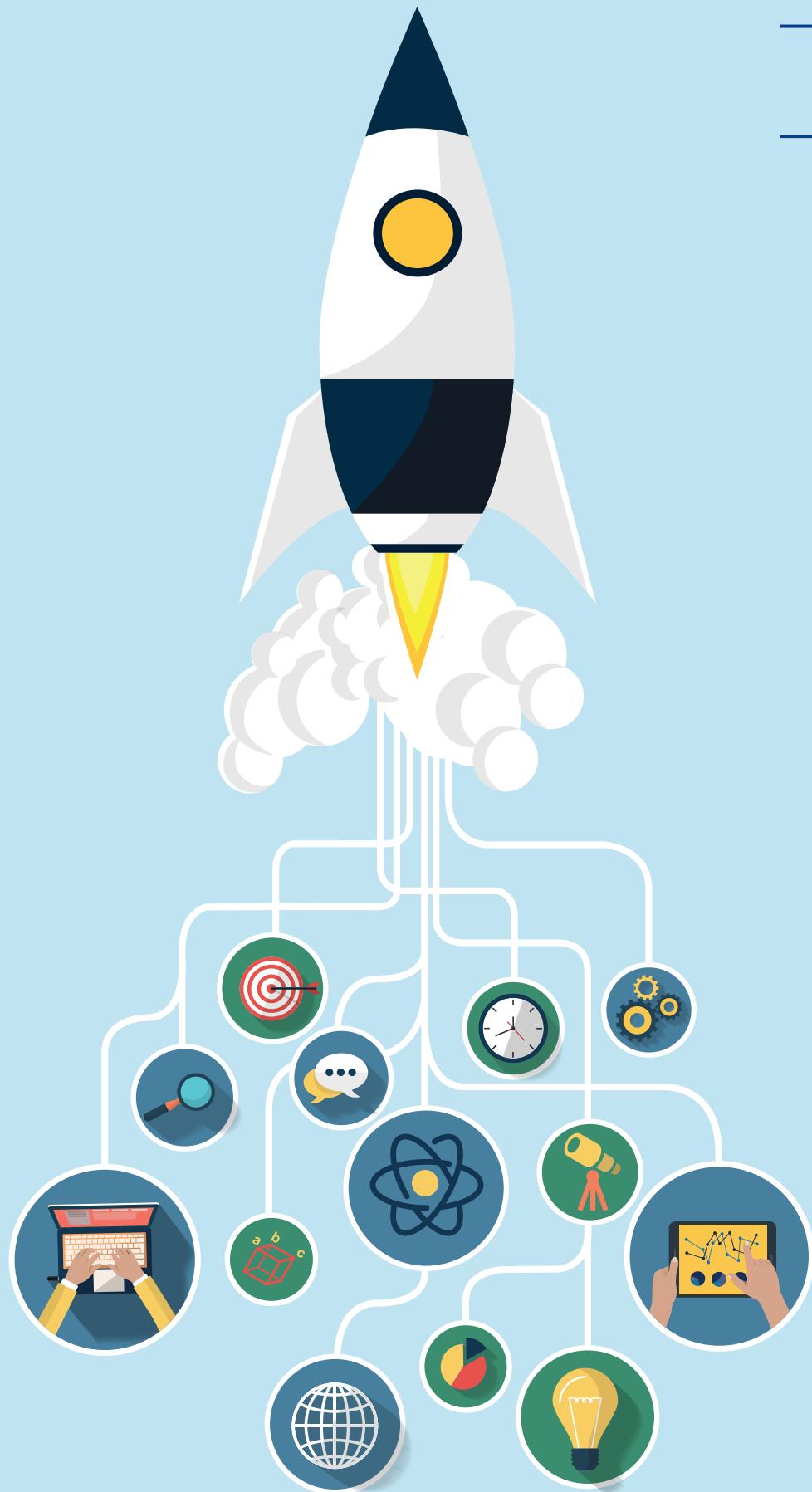
Wir gratulieren unserem emeritierten Kollegen Prof. Monien, der mit der Ehrennadel der Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften und der Künste ausgezeichnet wurde und freuen uns mit ihm über diese Ehrung.

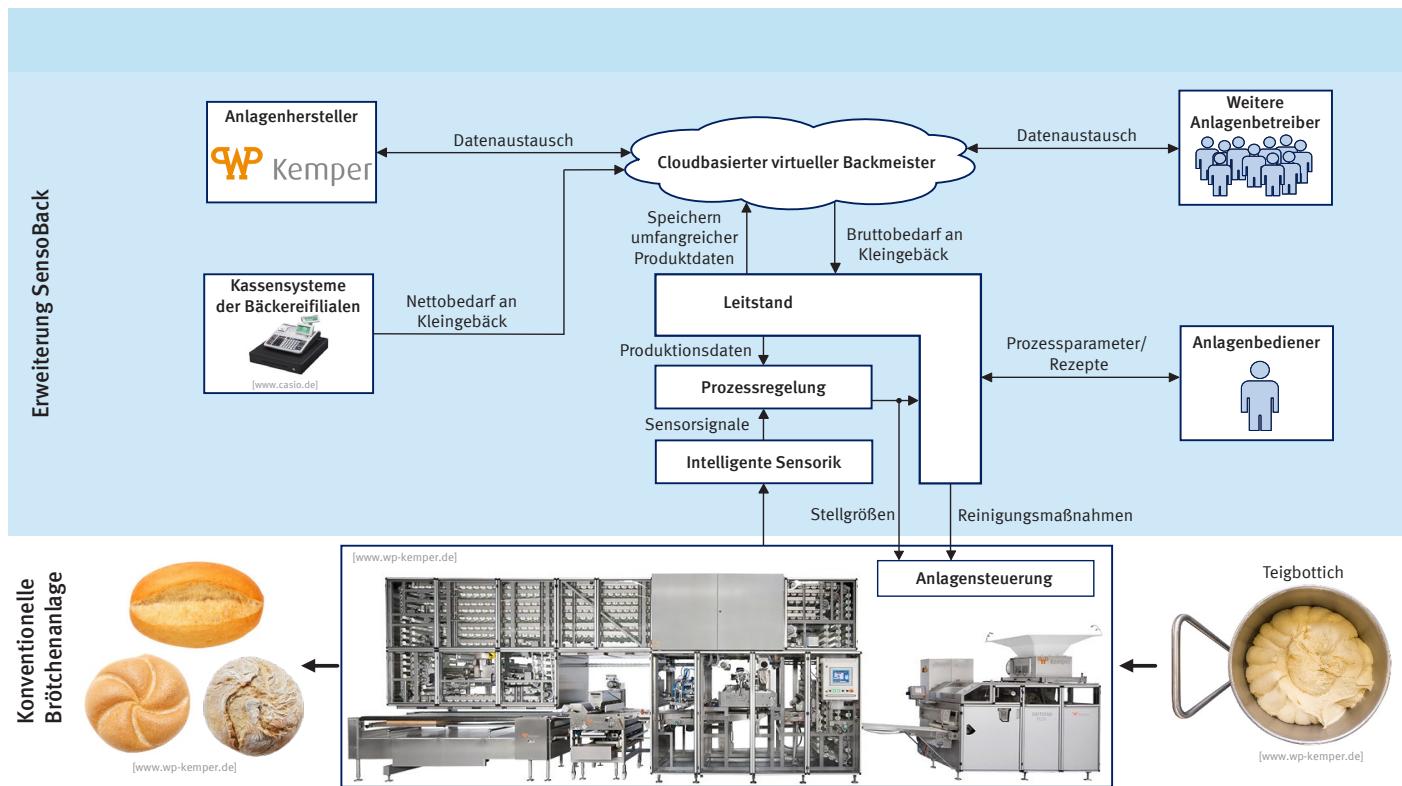
Am 30. September dieses Jahres beendete unser Kollege Prof. Reinhard Keil seine aktive Zeit am Heinz Nixdorf Institut, und mit ihm verlässt die ganze Fachgruppe „Kontextuelle Informatik“ das Institut. Wir bedanken uns bei ihm für 27 Jahre hochkarätige Forschung, spannende Diskussionen mit ihm, die immer Gelegenheit zum Blick über den eigenen Tellerrand boten, und nicht zuletzt für einen allseits sehr geschätzten Kollegen. Mit Respekt und Stolz blicken wir auf seine Lebensleistung und wünschen ihm für seinen neuen Lebensabschnitt alles Gute. Wir freuen uns, dass Prof. Keil nun als Ehrenmitglied dem Heinz Nixdorf Institut weiter verbunden bleibt.

Nun wünschen wir Ihnen bei der Lektüre des Forschungsmagazins „hni aktuell“ viel Vergnügen!

**Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler  
Vorsitzender des Vorstands**

# Aktuelles





Erweiterung der konventionellen Steuerung einer Brötchenanlage der WP Kemper GmbH um einen cloudbasierten virtuellen Backmeister

### SensoBack – Entwicklung eines Leitstandsystems mit Cloud-Anbindung für die Kleingebäcksproduktion

Für die industrielle Kleingebäckproduktion werden heute hochautomatisierte Anlagen eingesetzt. Ziel des Projekts „SensoBack“ ist es, die Ressourcenverluste bei der Gebäckproduktion zu reduzieren. Der Kick-off fand am 30. April statt.

Das SensoBack-Projekt wurde von der Firma WP Kemper GmbH – einem Sondermaschinenbauunternehmen im Bereich der Teigherstellung und -verarbeitung aus Rietberg – und der Fachgruppe „Regelungstechnik und Mechatronik“ initiiert. Weitere regionale Unterstützung erhält das Projekt durch die myview systems GmbH (Anbieter für Katalog- und Produktinformationsmanagement aus Büren), die CLK GmbH (Anbieter für industrielle Bildverarbeitung aus Altenbergen) und das Fraunhofer Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM. Gefördert wird dieses Projekt im Rahmen des Leitmärkttbewerbs Produktion.NRW mit Zuwendungen von insgesamt einer Million Euro durch die Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE). Das Projekt startete am 1. April und hat eine Dauer von drei Jahren.

Eines der Ziele im SensoBack-Projekt ist die Verbesserung der Ressourcenausnutzung bei gleichzeitiger Optimierung der Produktqualität. Dieses Ziel soll erreicht werden, indem ein intelligentes Sensorsystem für die Produktionsanlage entwickelt wird. Sensoren werden an mehreren Stellen im Herstellungsprozess die Qualitätsvorgaben hinsichtlich Gewicht, Form, Aussehen und Hygienezustand erfassen. Mithilfe dieser Messgrößen soll anschließend eine Prozesssteuerung entwickelt werden, welche die Prozessparameter geeignet an die wechselnden Mehleigenschaften und Umgebungsbedingungen anpasst sowie dem Bediener hilft, manuelle Stellgrößen geeignet zu betätigen. Als zweites Ziel soll die Prozessregelung die Teiglinge, welche die Qualitätsanforderungen nicht erfüllen, zur Wiederaufbereitung ausschleusen. Als umsatztstarke Beispieleprodukte werden im

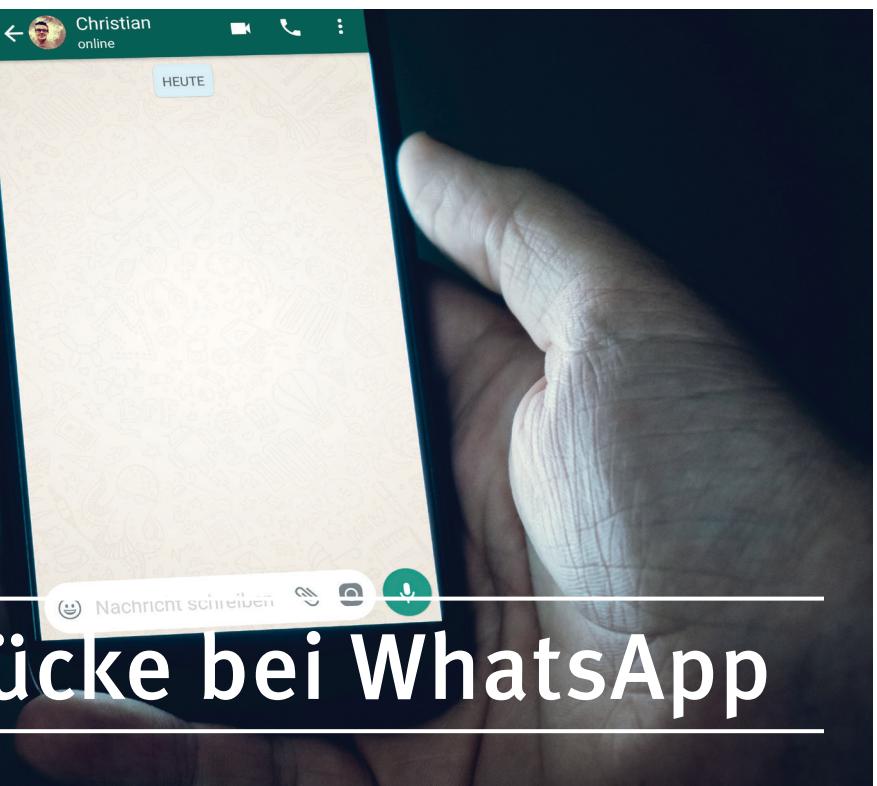
Rahmen des Projekts vor allem das Schnittbrötchen und das Kaiserbrötchen berücksichtigt.

Auch die Einhaltung von Hygienestandards ist in der Kleingebäckproduktion ein wichtiges Thema. Besonders kritisch ist aus Hygienesicht der Gärskrank. Aktuell werden Produktionsanlagen unabhängig vom tatsächlichen Hygienezustand in festen Intervallen gereinigt. Da sich der Hygienezustand direkt auf die Produktqualität und Ressourceneffizienz auswirkt, besteht auch hier ein Optimierungspotenzial. Aus diesem Grund sollen organische Verunreinigungen der Anlage kamerabasiert erfasst werden.

Zur Planung der Produktionsmengen wird heute auf die Net-to-Bedarfsmenge ein Mengen-Sicherheitsfaktor geschlagen, sodass es ständig zu einer Überproduktion von ca. 10-15% kommt. Um diese Überproduktion zu reduzieren, werden die Kassensysteme der Bäckereifilialen und die Produktionsanlagen mit einem „Cloudbasierten virtuellen Backmeister“ vernetzt. Dies dient dazu, die Brutto-Bedarfsmenge genauer zu berechnen und so die Überproduktion zu verringern. Durch Vernetzung der Produktionsanlagen sollen zudem optimale Prozessparameter identifiziert und zwischen den Anlagenbetreibern ausgetauscht werden.

In der letzten Projektphase sollen alle entwickelten Systeme prototypisch in eine Demonstrator-Anlage der Firma WP Kemper integriert werden. Abschließend soll die Anlage mit Teig gefüllt, in Betrieb genommen und optimiert werden.

**Nikolai Fast, M.Sc.**  
Regelungstechnik und Mechatronik



# Sicherheitslücke bei WhatsApp

**Statement von Prof. Dr. Eric Bodden, Experte für IT-Sicherheit am Heinz Nixdorf Institut**

Durch eine Sicherheitslücke bei dem Messenger-Dienst WhatsApp, der weltweit von ungefähr 1,5 Milliarden Menschen genutzt wird, wurde bei einigen Nutzern Spyware installiert. Im Mai gab es ein Update, das die Lücke schließen sollte. Prof. Dr. Eric Bodden, Experte für IT-Sicherheit und sichere Softwareentwicklung, ordnet in einem Statement Hintergründe und Ursachen ein.

## Was ist passiert?

Facebook empfiehlt derzeit Nutzern seiner Messenger-Applikation WhatsApp, sowohl die App als auch ihr Android oder iOS-Betriebssystem zu aktualisieren. Die Aktualisierung der App dient der Behebung einer schwerwiegenden Sicherheitslücke, die es Angreifern ermöglicht, auf dem Handy unter anderem Schadcode zu installieren.

## Wie wurde die Schwachstelle entdeckt?

Bekannt wurde die Lücke durch einen tatsächlich erfolgten Angriff auf einen Menschenrechtsanwalt, der wohl eben diese Lücke ausnutzt. Wer diesen Angriff durchgeführt hat, ist unklar, jedoch soll die Lücke ausgenutzt worden sein, um auf dem Mobiltelefon des Anwalts eine Überwachungssoftware zu installieren. Dieser Versuch fiel auf, und somit auch die Sicherheitslücke. Die Überwachungssoftware stammt laut New York Times von der israelischen Firma NSO, die sich auf solche Technologien spezialisiert hat.

## Wie schwerwiegend ist die Schwachstelle?

Bisher sind keine weiteren Angriffe außer dem zuvor genannten bekannt. Angreifer können jedoch durch die Schwachstelle zunächst die WhatsApp-App übernehmen, also zu beliebigen Zwecken die umfangreichen Berechtigungen ausnutzen, die WhatsApp selbst hat, und so beispielsweise auf Kontaktdaten,

Nachrichten und sogar auch das Mikrofon und die Kamera zugreifen. Da Facebook jedoch empfiehlt, auch das Betriebssystem zu aktualisieren, steht zu befürchten, dass die NSO-Spyware nach ihrer Installation in Android und iOS noch weitere zuvor unbekannte Sicherheitslücken in diesen Betriebssystemen ausnutzt, um noch weitreichendere Berechtigungen zu erlangen.

Wie kommt es, dass immer wieder solche schwerwiegenden Schwachstellen bekannt werden?

Im bestehenden Fall war die Lücke im Telefonieteil der App beheimatet. Dieser war in den Programmiersprachen C/C++ geschrieben. Dies bietet den Vorteil, dass der Programmcode sowohl auf Android als auch auf iOS läuft, und zudem sehr effizient. Jedoch bieten C/C++ so gut wie keine Schutzfunktionen gegen sicherheitskritische Programmierfehler. Modernere Programmiersprachen oder automatisierte Codeanalysewerkzeuge helfen, solche Fehler und Schwachstellen zu vermeiden, kamen aber offenbar nicht hinreichend zum Einsatz.

## Aber wie kann ein so kleiner Fehler eine solche Auswirkung haben?

Die Schwachstelle ist exemplarisch für ein im Softwareentwurf weitverbreitetes Problem: Aktuelle Software hat momentan meist nur einen einzigen Schutzwand. Ist dieser fehleranfällig, dann bricht die Sicherheit wie ein Kartenhaus in sich zusammen. Die Telefoniefunktion von WhatsApp benötigt beispielsweise keinen Zugriff auf Nachrichten oder das Adressbuch, hat ihn aber trotzdem, weil in Android und iOS Berechtigungen immer für die App als Ganzes vergeben werden. Könnte man für einzelne Funktionen individuelle Berechtigungen vergeben, hätte dies verhindert, dass die Lücke in einer solch breiten Art und Weise ausnutzbar gewesen wäre.

**Prof. Dr. Eric Bodden  
Softwaretechnik**



Spannender Austausch im „Ideentriebwerk“ des Fraunhofer IEM in Paderborn: Prof. Carayannis (1. Reihe, 5. v. l.) kam auf Einladung der it's OWL Geschäftsführer Günter Korder (1. Reihe, 4. v. l.) und Prof. Dr. Roman Dumitrescu (1. Reihe, 6. v. l.).

## KI-Marktplatz – Digitale Plattform für Künstliche Intelligenz in der Produktentstehung

**Im Projekt KI-Marktplatz arbeiten Forschung und Industrie im Technologienetzwerk it's OWL an einem digitalen Marktplatz für Künstliche Intelligenz in der Produktentstehung. Die Vision: Eine digitale Plattform bringt Anbieter und Anwender von Künstlicher Intelligenz zusammen, um gemeinsam Innovationen zu schaffen.**

Im Zeitraum von April bis August 2019 entsteht das Konzept für den KI-Marktplatz. Basis ist ein intensiver Austausch mit künftigen Nutzern der Plattform. Durch Workshops und Experteninterviews mit Industrievertretern, Software- und Plattformbetreibern sowie Anbietern von KI-Technologien wird das Konzept geplant. Gefördert wird die Konzeptphase im Innovationswettbewerb „Künstliche Intelligenz als Treiber für volkswirtschaftlich relevante Ökosysteme“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi). Im Herbst wird über eine mögliche Umsetzung des KI-Marktplatzes entschieden.

### Workshop im Heinz Nixdorf Institut versammelt KI-Experten aus OWL

Am 23. Mai 2019 versammelte der KI-Marktplatz 25 Vertreter aus Industrie und Forschung zu einem Workshop im Heinz Nixdorf Institut, um Anforderungen für die Konzepterstellung zu erarbeiten. Für unterschiedliche Bereiche des Produktlebenszyklus sammelten die Teilnehmer/innen Ideen und KI-Anwendungsbereiche. Wie könnten KI-Anwendungen für die Produktentstehung aussehen? Wie müsste die Plattform aufgebaut sein? Insgesamt kamen im Workshop rund 70 Ideen zusammen. In der strategischen Produktplanung könnte der künftige Marktplatz z. B. einen Ideen-Generator auf Basis von Kundenrezensionen anbieten. KI könnte bereits während der Entwicklung eines Produkts komplementäre Service-Ideen vorschlagen, die auf die Produkteigenschaften abgestimmt sind. „Viele Anwendungen, über die wir

heute diskutieren, werden künftig mit wenig Aufwand einen großen Nutzen ermöglichen. Unser künftiger KI-Marktplatz soll bereits verfügbare Anwendungen bereitstellen, aber auch bei der Entwicklung neuer Lösungen unterstützen“, so Marvin Drewel. Auch hierfür entstanden im Workshop Ideen wie ein KI-basierter Konfigurator für das passende Wertschöpfungssystem zum geplanten Geschäftsmodell oder eine KI-gestützte Produktgenerationsplanung auf Basis von Nutzungsdaten.

### Professor Carayannis von der George Washington University zu Besuch

Der amerikanische Professor Elias Carayannis ist einer der international renommiertesten Experten für Innovationsökosysteme. Er ist Director of Research on Science, Technology, Innovation and Entrepreneurship of the European Union Research Center (EURC) und Co-Direktor der George Washington University School of Business's Global and Entrepreneurial Finance Research Institute (GEFRI). Am 19. Juni 2019 referierte Carayannis im Rahmen der Veranstaltung „Innovation Ecosystems and Artificial Intelligence“ am Fraunhofer IEM über Erfolgsfaktoren von Innovationsökosystemen. Die Teilnehmer/innen diskutierten im Anschluss, wie der geplante KI-Marktplatz aussehen könnte, welchen Anforderungen er entsprechen muss und welche Partner bei der Realisierung des Vorhabens unterstützen können. Durch die vielfältigen Impulse aus Wirtschaft und Forschung sind mehrere potenzielle Konzepte zur Realisierung des Marktplatzes entstanden, die nun konkretisiert und anschließend hinsichtlich ihrer Erfolgsaussichten bewertet werden. Interesse geweckt? Der KI-Marktplatz ist noch auf der Suche nach geeigneten Partnern!

**Marvin Drewel, M.Sc.  
Advanced Systems Engineering**



Der „Integrated Lightweight Plaza“ auf der Hannover Messe 2019

### Innovativer Modulleichtbau: NRW-Forschungskolleg „Leicht – Effizient – Mobil“ auf der Hannover Messe 2019

Xiaojun Yang, wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Fachgruppe „Produktentstehung“, stellte am Stand vom NRW-Forschungskolleg „Leicht – Effizient – Mobil“ auf der Hannover Messe 2019 ihre Ergebnisse vor.

Das Thema Leichtbau wurde dabei als eine der Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts neben Themen wie Industrie 4.0 auf der Hannover Messe prominent dargestellt. Das NRW-Forschungskolleg „Leicht – Effizient – Mobil“ präsentierte seine Forschungsergebnisse auf dem Stand „Integrated Lightweight Plaza“. Der Plaza bot eine gemeinsame, interdisziplinäre Plattform zur Darstellung der neuesten Leichtbautechnologien aus unterschiedlichen Branchen. Innovative Demonstratoren, wie beispielsweise ein „Multimaterial-Achsträger in hybrider Bauweise“ aus metallischer Oberschalensstruktur und einer mit Rippen ausgeformten glasfaserverstärkten Unterschale (GFK) sowie Demonstratoren aus dem kürzlich abgeschlossenen Projekt „LHyBS – Leichtbau durch neuartige Hybridwerkstoffe“, wurden auf dem Stand präsentiert.

Xiaojun Yang forscht zum Thema „Modulleichtbau“ im Forschungskolleg. „Ziel ist es, die Vorteile der beiden konfliktären Bauweisen, also Modularisierung und Leichtbau, vor dem Hintergrund einer ganzheitlichen Betrachtung des gesamten Produktlebenszyklus optimal zu kombinieren“, so Yang. Dabei müssen zuerst die Restriktionen und die Kostenfaktoren entlang des gesamten Produktlebenszyklus für modulare Leichtbauprodukte identifiziert werden. Anschließend entsteht ein Werkzeug zur Entscheidungsunterstützung, um einen optimalen Kompromiss zwischen Leichtbau- und Modularisierungsgrad zu finden. Dies ermöglicht eine kostenoptimierte Anwendung von Leichtbauansätzen.

**Xiaojun Yang, M.Sc.  
Produktentstehung**



Gastgeber der Integrated Product Development (IPD) Summer School war bereits zum 6. Mai die L-Università ta' Malta.

### Internationaler Austausch in interdisziplinärer Entwicklung: Summer School zum Integrated Product Development

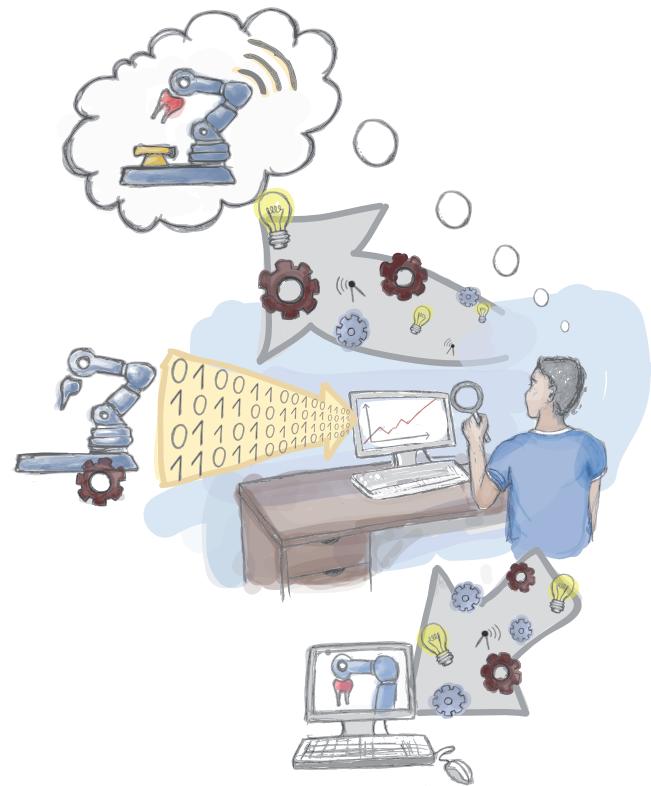
Mitarbeiter der Fachgruppe „Produktentstehung“ tauschten sich im Rahmen der Integrated Product Development International Summer School mit anderen Wissenschaftlern aus und diskutierten aktuelle Forschungs- sowie Promotionsthemen.

Als Methodik zur Entwicklung von Produkten legt die integrierte Produktentwicklung einen starken Fokus auf die beteiligten Personen und deren Fähigkeiten. Diese Fähigkeiten brachte Professor Sandor Vajna von der Universität Magdeburg Interessierten in Zusammenarbeit mit vier weiteren europäischen Professoren während der Summer School näher. Zwei Mitarbeitende der Fachgruppe „Produktentstehung“ nutzten diese Möglichkeit zur Teilnahme, um sich nicht nur international zu vernetzen, sondern auch aktuelle Forschungsthemen der Fachgruppe „Produktentstehung“ vorzustellen. Die Summer School ist dabei in zwei Abschnitte gegliedert. Während des ersten Abschnitts, der im Mai auf Malta stattfand, wurden die Grundlagen des IPD vermittelt und durch Vorträge aus der industriellen Praxis angereichert. Gleichzeitig bot sich für Christian Oleff und Henrik Thiele die Möglichkeit, den Professoren einen Überblick über ihr Promotionsvorhaben zu geben und dieses anschließend kritisch zu diskutieren. Inhalte des ersten Summer School Workshops vertieften die Teilnehmenden im Zuge eines Gruppenprojektes, bei dem in internationalen Kleingruppen ein mechatronisches System entwickelt wurde. Der zweite Teil der Summer School fand im September in Magdeburg statt. Mit dem Ziel, das Forschungsfeld des IPD zu gestalten, wurden die erlernten Methoden dort reflektiert und Ergebnisse auf der DESIGN Conference veröffentlicht.

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



Professor Bonifácio de Almeida vor seiner Rückkehr nach Brasilien



## Einjähriger Forschungsaufenthalt von Prof. Rodrigo Bonifácio de Almeida am Heinz Nixdorf Institut erfolgreich beendet

**Das Heinz Nixdorf Institut bedankt sich bei Prof. Rodrigo Bonifácio de Almeida für die hervorragende Zusammenarbeit in den letzten 12 Monaten.**

Nach seinem Sabbatjahr, welches er in der Fachgruppe „Softwaretechnik“ durchführte, kehrte Prof. Rodrigo Bonifácio de Almeida im August an seine Heimatuniversität in Brasília zurück. Aufbauend auf seiner Promotion, bei der er sich mit neuen Techniken zur Modularisierung von Merkmalen im Bereich Software-Produktlinien auseinandersetzte, entschied er sich im Juli letzten Jahres für eine fachübergreifende Forschungsarbeit zusammen mit Prof. Eric Bodden in der Fachgruppe „Softwaretechnik“.

Professor Bonifácio de Almeida konnte unter anderem in der statischen Analyse sowie im Bereich Softwaresicherheit neue Ansatzpunkte für seine Forschung sammeln. Diese wird er nun auf seine Arbeit in Brasilien übertragen und seine Forschung auf dem Gebiet der Programmanalyse sowie -manipulation fortsetzen.

Auf seine Zeit am Heinz Nixdorf Institut blickt er mit Freude zurück. Besonders beeindruckt haben ihn hier die große interkulturelle Vielfalt sowie die dynamische und motivierende Arbeitsatmosphäre, die Forschende stets zur Zusammenarbeit einlädt.

Auch wir bedanken uns bei Herrn Bonifácio de Almeida und wünschen ihm für seine Zukunft alles Gute.

**Prof. Dr. Eric Bodden**  
Softwaretechnik

## Fachgruppe „Advanced Systems Engineering“ auf der CIRP Design Konferenz 2019

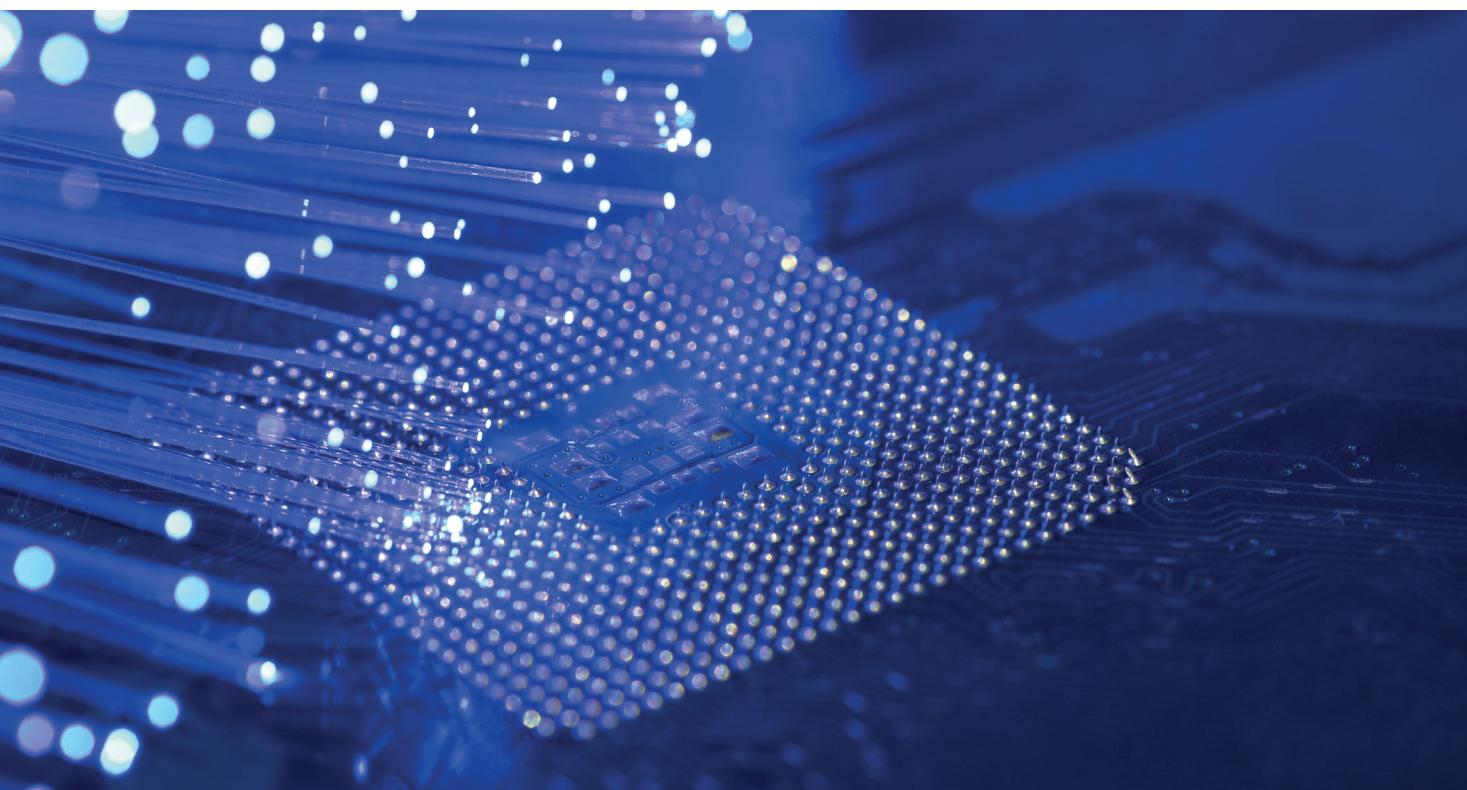
Vom 8. bis 10. Mai 2019 war die Fachgruppe „Advanced Systems Engineering“ durch Melina Massmann auf der 29th CIRP DESIGN in Povoa de Varzim, Portugal, vertreten. Die Konferenz lief unter dem Motto **Open Design and Design as exponential technology** und diskutierte **Fortschritte und Forschungsergebnisse im Bereich Design und Engineering für die Produktentwicklung**.

Im eingereichten Papier „Significance and Challenges of Data-driven Product Generation and Retrofit Planning“ werden das interdisziplinäre Forschungsfeld und dessen Schlüsselkonzepte vorgestellt. Auf Basis von abgeleiteten Anforderungen wird eine Roadmap für zukünftige Forschungsaufgaben vorgeschlagen. Das Papier ist zum Start des Forschungsprojekts DizRuPt erarbeitet worden und sorgte im Anschluss an den Vortrag für anregende inhaltliche Diskussionen. In dem Projekt beschäftigt sich das Konsortium mit dem Thema der datengestützten Generations- und Retrofit-Planung. DizRuPt wird unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu in Kooperation mit der TU Berlin, der FH Südwestfalen und Partnern aus der Industrie bearbeitet. Ziel ist ein Instrumentarium, das es Unternehmen ermöglicht, die Nutzungsdaten ihrer Produkte in der strategischen Produktplanung systematisch zu verwerten. Das Projekt läuft noch bis Januar 2022 und wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert.

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

GEFÖRDERT VOM





## **Neue DFG-Forschungsgruppe „Metrologie für die THz-Kommunikation (METERACOM)“**

**Die Nutzer von mobilen Endgeräten wünschen sich immer schnellere Datenübertragung. Um mehr als 100 Gigabit pro Sekunde drahtlos zu übertragen, werden neue Konzepte benötigt. Diesem Thema widmet sich die DFG-Forschungsgruppe METERACOM.**

Im Zentrum der Forschungsgruppe „Metrology for THz Communications“ (METERACOM) steht die Kommunikationstechnik für den weitgehend noch unberührten Terahertz-Frequenzbereich (0,3 THz bis >1 THz). In diesem Frequenzbereich könnten in Zukunft mehr als 100 Gbit pro Sekunde übertragen werden. Das ist in etwa das Zehn- bis Hundertfache dessen, was zurzeit Funksysteme wie WLAN und 5G leisten. Derartig hohe Funkfrequenzen und Datenraten stellen gegenwärtig noch kaum lösbare Herausforderungen an die Kommunikationstechnik. Eine besondere Herausforderung betrifft dabei die Möglichkeit, präzise Messungen im Frequenzbereich oberhalb von 300 GHz bei gleichzeitig sehr hohen Bandbreiten durchführen zu können. Messhardware und metrologisch abgesicherte Messmethoden stehen hierfür noch nicht zur Verfügung und müssen erst noch erforscht und entwickelt werden.

METERACOM wird von der TU Braunschweig koordiniert. In den insgesamt zehn Teilprojekten der neuen DFG-Forschungsgruppe werden alle Aspekte der THz-Messtechnik, ausgehend von der Rückführbarkeit von Messungen auf Vergleichsnormale, den spezifischen Messverfahren zur Charakterisierung der Komponenten der Kommunikationssysteme und des Übertragungskanals sowie der für den späteren Betrieb der THz-Kommunikationssysteme benötigten Messungen, erforscht.

Als wichtige und anerkannte Partner im Bereich Metrologie konnten die nationalen Metrologie-Institute der Bundesrepublik Deutschlands und Großbritanniens, die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig und das National Physics

Laboratory (NPL) in Teddington, UK, gewonnen werden. Weitere Partner sind die Fachgruppe „Schaltungstechnik“ des Heinz Nixdorf Instituts unter der Leitung von Prof. Scheytt sowie Forscher der Phillips-Universität Marburg, der Universitäten Stuttgart und Kiel und der TU Ilmenau.

Die Fachgruppe „Schaltungstechnik“ befasst sich in METERACOM mit der rauscharmen Frequenzsynthese und der breitbandigen Analog-Digital-Wandlung bei mehr als 100 Gigahertz mittels elektronisch-photonischer Schaltungen und Sizlumphotonik-Chips. Hierfür dient ein neuartiger in der Fachgruppe entwickelter elektrooptischer Frequenzsynthesizer als Grundlage, der mithilfe von modengekoppelten Lasern und PLL-Techniken (PLL = Phase-locked Loop) extrem rauscharme hochfrequente Signale erzeugen kann. Diese Technik wurde bisher für Frequenzen bis 10 GHz erfolgreich demonstriert und soll auf mehrere 100 GHz hochskaliert werden. Weitere Arbeiten betreffen die elektronisch-photonische Analog-Digital-Wandlung bei sehr hohen Bandbreiten.

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) unterstützt diese Forschung mit insgesamt 2,6 Millionen Euro für zunächst drei Jahre. Bei erfolgreicher Evaluierung wird METERACOM für weitere drei Jahre gefördert.

**Prof. Dr.-Ing. Christoph Scheytt  
Schaltungstechnik**



UNIVERSITÄT ZU LÜBECK

Technische Universität Braunschweig



UNIVERSITÄT STUTTGART

PTB





# On-The-Fly Computing geht in die dritte Phase

Das PoC-Core-Entwickler-Team des SFB 901 wurde für seine besonderen Leistungen vom Sprecher des SFB, Prof. Dr. Friedhelm Meyer auf der Heide (2.v.r.), im Rahmen des Kickoff-Workshops zur dritten Phase ausgezeichnet.

**Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) fördert den Sonderforschungsbereich (SFB) 901 „On-The-Fly Computing“ in der dritten Forschungsphase mit rund 10,5 Millionen Euro. Die dritte Projektphase des SFB startete am 1. Juli 2019 und ist auf vier Jahre angesetzt.**

Sofort abrufbare IT-Dienstleistungen, maßgeschneidert für individuelle Nutzer- und/oder Unternehmensanforderungen – das ist die Vision des SFB „On-The-Fly Computing“, in dessen Rahmen Informatiker und Wirtschaftswissenschaftler der Universität Paderborn zusammenarbeiten. Die Wissenschaftler entwickeln gemeinsam Techniken und Verfahren zur automatischen Konfiguration und Ausführung von individualisierten IT-Diensten. Insgesamt 20 Lehrstühle aus dem Institut für Informatik und dem Heinz Nixdorf Institut sowie der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften der Universität Paderborn sind an dem Projekt beteiligt.

„Unsere Vision ist ein Paradigmenwechsel bei der Erstellung und Ausführung von zukünftigen IT-Dienstleistungen. Die Zielsetzung des SFB offenbart sich dabei bereits in der Paderborner Wortschöpfung des „On-The-Fly Computing“: Der Terminus ‚On-The-Fly Computing‘ verweist auf unser Anliegen, die Grundlagen dafür zu entwickeln, dass zukünftig ad hoc auf spezielle Bedürfnisse der Nutzer reagiert werden kann und entsprechende maßgeschneiderte Dienstleistungen angeboten werden können. Dabei soll eine spezifizierte Anfrage des Nutzers aufgegriffen und analysiert, die benötigten Komponenten in einem weltweiten Markt gesucht, evaluiert, konfiguriert und auf dazu passender Rechnerumgebung ausgeführt werden, und dies alles mit einem Minimum an menschlicher Interaktion“, erklärt Prof. Dr. Meyer auf der Heide, Vorstandsmitglied des Heinz Nixdorf Instituts sowie Sprecher des Sonderforschungsbereichs. Statt einem Programm „von der Stande“ soll dem Nutzer ein individueller Dienst angeboten werden.

Mit ihrer Arbeit in den vergangenen Jahren konnten die Paderborner Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bereits nach-

weisen, dass die Idee des On-The-Fly Computing durchführbar ist. Diverse Publikationen zu speziellen Einzelfragestellungen und prototypische Entwicklungen von Tools und Demonstratoren zum On-The-Fly Computing überzeugten die DFG-Gutachter vom erarbeiteten Stand des Sonderforschungsbereichs. Dabei beeindruckte die Gutachter insbesondere auch der für die Anwendungsdomäne des „Automatischen Maschinellen Lernens“ entwickelte „Proof-of-Concept“ (kurz: PoC).

Prof. Dr. Friedhelm Meyer auf der Heide: „Mit der Verlängerung der Förderung durch die DFG können wir die nächsten Schritte zur Realisierung unserer Vision gehen. Eine zentrale Aufgabe wird dabei die Untersuchung eines geeigneten Automatisierungsgrads des On-The-Fly Computing sowie eines angemessenen Tradeoffs zwischen der Allgemeinheit der erfassten Anwendungsdomänen und der Qualität der konfigurierten IT-Dienstleistungen sein. Zudem wollen wir die Verfestigung des On-The-Fly Computing Paradigmas über den SFB hinaus dadurch erreichen, dass wir durch gezielte Veranstaltungen mit Industriepartnern sowie mittels Transfer- und ähnlichen Kooperationsprojekten die im SFB gewonnene Expertise weitergeben“.

„Wir freuen uns sehr, dass die Forschungsstärke der Universität durch ein weiteres international sichtbares Großprojekt unterstrichen wird“, so Uni-Präsidentin Prof. Dr. Birgitt Riegraf. Die Orientierung hin zu interdisziplinären neuen Schwerpunkten, wie hier die vorbildhafte Kooperation zwischen Informatik und Wirtschaftswissenschaften, bringe die Universität weiter voran. Zudem leiste das Projekt wertvolle Grundlagenforschung für andere anwendungsorientierte Großprojekte, wie z. B. dem Software Innovation Campus Paderborn und dem Spartencluster it's OWL, und wirke so auch in die gesamte Region.“

**Dr. rer. nat. Ulf-Peter Schroeder  
Geschäftsführer des Sonderforschungsbereichs 901**



#### Fachgruppe „Kontextuelle Informatik“ schließt Arbeit an MokoDESK erfolgreich ab

Mit ihrer Beteiligung an dem Projekt „Mobile virtuelle Lernräume zur individuellen Unterstützung von jungen Menschen mit schweren Erkrankungen“ (kurz: MoviLe) hat die Fachgruppe „Kontextuelle Informatik“ einen wichtigen Beitrag zur Chancengleichheit geleistet. Durch den Einsatz innovativer Medien sollen Nachteile, entstanden durch das Versäumen von regulären Unterrichtsstunden, reduziert und ausgeglichen werden. Als Plattform dafür dient der mobile kooperative Schreibtisch (MokoDESK). Er soll jungen Menschen ermöglichen, bei Krankheit und langen Krankenhausaufenthalten nicht den Anschluss zu verlieren und eine schulische oder berufliche Ausbildung weiterzuführen.

Der Unterrichtsausfall wird durch die Funktionen des MokoDESK abgefangen. Bei dem Programm handelt es sich um einen vollständig ausgestatteten virtuellen Lernraum, der online-gestützte Lern- und Arbeitsformen ermöglicht. Eine Besonderheit ist der individuelle Betreuungsprozess. Es können sowohl Einzelakteure als auch Gruppen unterstützt und gefördert werden. Dafür gibt es einen Ort des Austauschs. Die Software fördert ihre Nutzer darin, Kompetenzen zu erwerben, die sonst im Unterricht vermittelt werden, und schafft dafür die Atmosphäre eines digitalen Klassenraums, der den Schulalltag abbildet. Durch die Plattform erfolgt eine Dokumentation der Lernfortschritte.

Die Fachgruppe „Kontextuelle Informatik“, koordiniert durch Dr. Harald Selke, entwickelte die Software MokoDESK in Zusammenarbeit mit coactum GmbH aus Paderborn und hat sie während der dreijährigen Projektlaufzeit bereits um einige Funktionen erweitert. Ziel war es, den MokoDESK flexibel und praxisnah zu gestalten, sodass bestmöglich auf die Bedürfnisse der erkrankten Kinder eingegangen werden kann. Die erste Version des MokoDESK ist mit dem E-Learning Award 2014 in der Kategorie „Learning Communities“ ausgezeichnet.

„Eine Besonderheit des Projektes war der länderübergreifende, praxisnahe Austausch, der verschiedenste Perspektiven vereint“, erklärt Dr. Harald Selke. Die Bezirksregierung Detmold, der Landesschulrat für Oberösterreich, das Bildungsnetz Förderung: Individuell e.V., die Pädagogische Hochschule der Diözese Linz sowie Schulen in Bethel und Linz waren beteiligt. Das Projekt wurde im Rahmen des Programms Erasmus+ von der Europäischen Union gefördert. Insgesamt standen knapp 100.000 Euro an Sachmitteln zur Verfügung. Unter Leitung der Stiftung Bethel der v. Bodelschwingschen Stiftungen arbeitete das Projektteam in den letzten drei Jahren daran, den MokoDESK auf die Zielgruppe zuzuschneiden. Die Heilstädtenschule Linz, die Dothanschule Bielefeld-Bethel, LARS Lernen auf Reisen Schule und die JuLe Internetschule nutzen das Programm bereits.

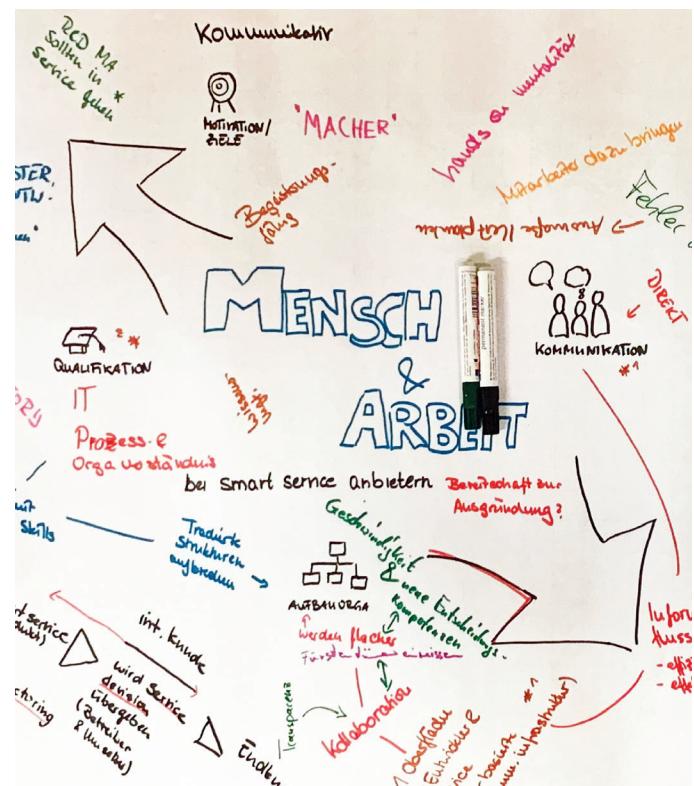
In Zukunft wird der MokoDESK von der coactum GmbH übernommen, da diese über die nötigen Kenntnisse und Ressourcen verfügt, um die Software dauerhaft zu managen und fortlaufend zu verbessern. Die Zuständigen stehen auch weiterhin in engem Austausch mit Lehrkräften und Nutzern des MokoDESK. Unter den Projektpartnern ist bereits ein neues Projekt geplant, das sich in einem ähnlichen Kontext bewegt.

Weitere Informationen unter <https://www.movile.info/>

**Dr. rer. nat. Harald Selke  
Kontextuelle Informatik**



Julian Hentze, Xiaojun Yang und Alexander Pöhler vertraten die Fachgruppe „Produktentstehung“ auf der 29. CIRP Design



Erkenntnisse des World Café

## Produktentstehung auf der 29. CIRP Design-Konferenz in Portugal

Gleich mit drei Beiträgen war die Fachgruppe „Produktentstehung“ von Frau Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler vom 8. bis zum 10. Mai 2019 auf der International CIRP Design in Póvoa de Varzim, unmittelbar nördlich von Porto, vertreten.

Die Konferenz der „International Academy for Production Engineering“ (CIRP) fand bereits zum 29. Mal statt. Sie zählt zu den bedeutendsten Konferenzen für die wissenschaftliche Gemeinschaft der Produktentwickler. In malerischer Umgebung direkt am Atlantik wurden weit über 300 Veröffentlichungen vor mehr als 500 Teilnehmer/innen/n präsentiert.

Xiaojun Yang präsentierte Ergebnisse aus dem Forschungskolleg „Leicht, Effizient, Mobil“. Sie konnte die Kostenbewertung von modularen Leichtbauprodukten in Bezug auf das Produktleben verbessern. Alexander Pöhler und Julian Hentze veröffentlichten ihre Arbeiten aus den Forschungsbereichen der Schnittstelle zwischen Produktentwicklung und Produktion. Dabei zeigten die Ergebnisse von Alexander Pöhler, wie Cyber-physische Produktionssysteme (CPPS) mit Fokus auf den Werker entwickelt werden können. Julian Hentze präsentierte Ergebnisse, welche den Wandel und die Veränderungen durch den Einfluss globaler, selbstorganisierender Produktionssysteme im entwicklungsmethodischen Vorgehen berücksichtigen.

**Julian Hentze, M.Sc.  
Produktentstehung**

## Open Space-Workshop im Projekt IMPRESS – Die Transformation zum Smart-Service-Anbieter gestalten

Am 3. Juni 2019 fand im Verbundforschungsprojekt IMPRESS – Instrumentarium zur musterbasierten Planung von hybriden Wertschöpfungssystemen zur Erbringung von Smart Services ein Open Space-Workshop des Konsortiums statt.

Ziel des Workshops war die Identifikation von Auswirkungen der Transformation zum Smart-Service-Anbieter auf die Organisation und die Arbeit produzierender Unternehmen. Hierzu wurden vier Stationen eingerichtet, die jeweils parallel im Konsortium diskutiert wurden. An der ersten Station wurden die Organisationseinheiten produzierender Unternehmen hinsichtlich ihrer Relevanz für Smart Services priorisiert. Die zweite Station umfasste die Ableitung von Analysefragen für die Auswirkungen. An der dritten Station wurde ein Tiefeninterview zu den benötigten Kompetenzen durchgeführt. Die vierte Station umfasste ein World Café zum Thema Arbeitsgestaltung (s. Bild). Abschließend wurden Implikationen für die Smart-Service-Strategie produzierender Unternehmen abgeleitet.

Im Projekt IMPRESS untersucht die Fachgruppe „Advanced Systems Engineering“ mit Partnern aus Industrie und Wissenschaft, wie sich Unternehmen vom reinen Produkthersteller zum Smart-Service-Anbieter wandeln können. Das Projekt startete am 18. Januar 2019 und hat eine Laufzeit 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.

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



Die Fachgruppe „Produktentstehung“ fördert die europäische Kooperation im Rahmen der USN Staff Week in Kongsberg.

### Produktentstehung im internationalen Austausch auf der „USN Staff Week“ in Kongsberg

Die Fachgruppe „Produktentstehung“ nahm zur Förderung der europäischen Kooperation in Forschung und Lehre an der USN Staff Week in Kongsberg teil und initiierte internationale Forschungsvorhaben sowie einen Studierendenaustausch.

Auf Einladung unserer Partner aus dem norwegischen Kongsberg nahmen Christian Oleff und Julian Hentze von der Fachgruppe „Produktentstehung“ an der ersten „Staff Week“ der University of South-Eastern Norway (USN) vom 3. bis 6. Juni in Kongsberg teil. Ziel war es, internationale Partnerschaften zu stärken und neue Kontakte für gemeinsame Forschungs- und Lehrvorhaben zu knüpfen. Dafür wurden mit über 60 internationalen Vertretern auf der Staff Week in Vorträgen und Workshops gemeinsame Interessen und vorteilhafte Kooperationen für die Zukunft ausgelotet. Außerdem wurden Lehrkonzepte vorgestellt, wie beispielsweise der Industriemaster Systems Engineering. In diesem Studiengang sammeln die Studierenden umfassende Industrierfahrung und können zugleich durch eine flexible Studienordnung einen Master-Abschluss erlangen.

Für die Fachgruppe „Produktentstehung“ lag der Fokus besonders auf Systems Engineering und Systems-Engineering-Education-Aktivitäten. Neben der Initiierung gemeinsamer europäischer Forschungsvorhaben im Kontext von Systems Engineering wurde auf der Staff Week auch der studentische Austausch zwischen den beiden Universitäten vorangetrieben. Schon bald sollen norwegische Studenten der Fachrichtung Systems Engineering ein Auslandssemester an der Universität Paderborn absolvieren können und so den interkulturellen Austausch fördern.  
Infos: <https://www.usn.no/staff-week/>

**Christian Oleff, M.Sc.**  
**Produktentstehung**



Dr.-Ing. Jens Pottebaum stellt das Projekt ANYWHERE vor.

### ANYWHERE auf der EENA-Konferenz in Dubrovnik

Über 900 Teilnehmer aus mehr als 60 Ländern – das Projekt ANYWHERE wurde Anfang April in großem Rahmen auf der Konferenz der European Emergency Number Association (EENA) in Dubrovnik vorgestellt.

EENA verbindet Organisationen, die in Europa über die Notrufnummer 112 erreichbar sind. Sie vertritt die Interessen von Leitstellen in Städten, Kreisen und Regionen in der Gestaltung von rechtlichen Rahmenbedingungen und Richtlinien. Auch der Informationsaustausch zu Assistenzsystemen, dem Einsatz von Flugrobotern oder die Einbindung von Social Media wird unterstützt. „Mit unserem ANYWHERE-Projekt bieten wir all diesen Akteuren ganz neue Möglichkeiten bei der Vorbereitung und Reaktion auf Extremwetterereignisse. An sieben Standorten läuft das System bereits seit Oktober 2018 im Pilotbetrieb, weitere sollen folgen“, lud Dr.-Ing. Jens Pottebaum die Teilnehmenden aus europäischen Katastrophenschutz- und Feuerwehr-Organisationen ein, die ANYWHERE-Plattform am eigenen Standort zu nutzen. Mit Beteiligten aus der Industrie diskutierte er Anwendungen in Intelligenzen Technischen Systemen für den Selbstschutz von Unternehmen und Personen. Die Plattform wird z.B. auch von Logistikunternehmen zur Optimierung der Routenplanung eingesetzt.

**Dr.-Ing. Jens Pottebaum**  
**Produktentstehung**



Feldtest zur Evaluierung von Drahtlos-Kommunikation im landwirtschaftlichen Umfeld.

### Modellierung von Drahtlos-Kommunikation im landwirtschaftlichen Umfeld

**Die zukünftige Entwicklung im Bereich intelligenter Transportsysteme erfordert nicht nur eine effiziente Car2X-Kommunikation zwischen motorisierten Straßenverkehrsteilnehmer/innen/n. Auch landwirtschaftliche Fahrzeuge wie Traktoren und Erntemaschinen können von den Möglichkeiten drahtloser Kommunikation, die kooperative Fahrmanöver ermöglicht, profitieren. Für die Entwicklung dieser ist eine realistische Modellierung der Kommunikation in Simulatoren unerlässlich.**

Im Automotive-Bereich hat sich Funkkommunikation in den letzten Jahren von einem rein akademisch-theoretischen Ansatz über erste Prototypen und Feldversuche zu modernen Industriestandards entwickelt. Diese Kommunikation zwischen Teilnehmer/innen/n im Straßenverkehr erlaubt es, vielfältige Anwendungsszenarien abzubilden, die Sicherheit und Effizienz erhöhen. Neu ist die Abbildung der gewonnenen Erkenntnisse auf den landwirtschaftlichen Bereich, um hier von den vielfältigen Möglichkeiten des funkbasierten Informationsaustausches zwischen landwirtschaftlich genutzten Fahrzeugen zu profitieren. Da sich jedoch die Szenarien und Anforderungen in dieser Anwendungsdomäne in großen Bereichen vom herkömmlichen Straßenverkehr unterscheiden, ist es notwendig, Studien zur Qualität der Funkkommunikation im landwirtschaftlichen Bereich durchzuführen. In ersten Vorarbeiten konnte schon 2018 im Rahmen eines Feldversuchs gezeigt werden, dass IEEE 802.11p ein geeignetes Protokoll zur Datenübertragung darstellt und sich hinsichtlich der erreichbaren Kommunikationsdistanz und der zu erwartenden Datenübertragungsrate sehr gut eignet. In einem nächsten Schritt ist es nun wünschenswert, tiefer gehende Leistungsbewertungen der Funkkommunikation zwischen mehreren Erntefahrzeugen im Feld durchzuführen. Dafür ist eine geeignete Modellierung der Funkcharakteristik und der Mobilität der Fahrzeuge unerlässlich, um verwertbare Ergebnisse zu erzielen.

In Kooperation mit Claas E-Systems im Bereich landwirtschaftlicher Fahrzeuge erforscht die Fachgruppe „Verteilte Eingebettete Systeme“ (CCS-Labs) die Charakteristiken von Drahtlos-Kommunikation im landwirtschaftlichen Umfeld und erweitert den am Lehrstuhl entwickelten Vehicular-Networking-Simulator Veins um Algorithmen zur realistischen Modellierung von Agrarflächen.

Im Detail stehen dabei Getreidefelder im Fokus der Arbeiten, welche in der Realität, je nach Wachstumsstadium des Getreides, verschiedene Wachstumshöhen aufweisen und infolge dessen Drahtlos-Signale entsprechend abschwächen und damit Drahtlos-Kommunikation erschweren.

Ziel der Arbeiten am Lehrstuhl an diesem Projekt ist es, ein geeignetes Framework zur Verfügung zu stellen, um diese Getreidefelder in der Simulation darzustellen und die Funkcharakteristiken entsprechend zu modellieren. Darauf aufbauend können verschiedene Anwendungen im Bereich des kooperativen Fahrens entwickelt und unter realistischen Funkkanalbedingungen erprobt werden.

Eine vielversprechende Anwendung stellt dabei Platooning dar, welche es Fahrzeugen erlaubt, mit sehr geringem Abstand kollisionsfrei hintereinander zu fahren. Im landwirtschaftlichen Bereich angewandt, können dabei mehrere Traktoren anstatt hintereinander auch nebeneinander fahren, um so eine größere Fläche gezielter zu bewirtschaften und den Ernteprozess intelligent zu steuern.

**Dominik S. Buse, M.Sc.  
Dr. rer. nat. Florian Klingler  
Verteilte eingebettete Systeme**

### ► Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil

Die Fachgruppe „Informatik und Gesellschaft“ unter Leitung von Reinhard Keil wird Vollmitglied im Heinz Nixdorf Institut.

1992

### Kooperatives Lernen

Es wird eine durchgängig vernetzte „Digitale Infrastruktur für computerunterstütztes kooperatives Lernen“ (DISCO) aufgebaut.

1995

### eLearning mit dem WWW

Europaweit wird erstmalig eine Präsenzlehrveranstaltung durchgängig und nachhaltig mit Hilfe des World Wide Web abgehalten und evaluiert.

1994

### Virtuelle Wissensräume

Start des vom Deutschen Forschungsnetz geförderten Projekts „Strukturieren von Informationen im Team (sTeam)“.

2000

### Lernwelten der Zukunft

Prof. Reinhard Keil präsentiert die 200 qm große Sonderausstellung auf der Messe CeBIT HOME.



1998

### Computerworld Honors Collection

Prof. Reinhard Keil wird für das Projekt „Lernstatt Paderborn/StarOffice 4 Kids“ in San Francisco in die Computerworld Honors Collection aufgenommen.



2002

### Notebook University

Prof. Reinhard Keil koordiniert das vom BMBF geförderte Projekt „Uni-Mobilis“.



### eLearning

Das BMBF willigt 1,5 Mio. Euro für das Projekt „eLearning-Dienste für die Wissenschaft, Locomotion“.

2005

### Lernstatt Paderborn

Ziel ist die Konzeption und Umsetzung einer durchgängigen und nachhaltigen IT-Infrastruktur für alle Schulen der Stadt Paderborn.



## „Kontextuelle Informatik“ – Eine Fachgruppe verlässt das Heinz Nixdorf Institut

Als vor über 30 Jahren die Planungen für das Heinz Nixdorf Institut begannen, war klar, dass es unter den sieben Stiftungsprofessuren auch ein Fachgebiet Informatik und Gesellschaft geben sollte. Bis heute ist unstrittig, dass Studierende, speziell der Ingenieurwissenschaften, allgemeine Ethikgrundlagen und Kenntnisse bezüglich der Wirkungen und Auswirkung ihrer Produkte haben sollten.

Die Frage aber, welche Art von Forschungsmethodik und Forschungsgegenstand ein solches Fachgebiet der Informatik aufweisen sollte, ist bis heute weitgehend offen. Die Heterogenität gesellschaftlicher Problemstellungen und die damit verbundenen unterschiedlichen Kompetenzanforderungen über verschiedene Disziplinen hinweg erschweren die Ausprägung eines kohärenten Selbstverständnisses.

Als im Jahr 1992 diese Stelle besetzt wurde, stand die Begründung eines geeigneten Forschungsansatzes auf der Tagesordnung. Statt die nahezu unübersehbaren und vielfältigen Auswirkungen der Informatik auf die Gesellschaft in den Blick zu nehmen, wurde die Forschungsperspektive auf das Konzept der Wechselwirkungen zwischen Informatiksystemen und ihrem Entwicklungs- und Einsatzumfeld fokussiert. Warum sind Wechselwirkungen so entscheidend? Für viele Ingenieurdisziplinen verkörpert Technologie die Materialkunde, d.h. die naturwissenschaftlichen Merkmale und Eigenschaften, die für die Konstruktion von technischen Geräten und Systemen von Bedeutung sind. Das Verhalten des Materials ist dabei unabhängig von den Erwartungen und Annahmen sowohl der Nutzer wie auch der Entwickler.

Das ist in der Informatik anders. Ihr „Material“, aus dem die Systeme konstruiert werden, ist Text. Symbolische Beschreibungen dienen einerseits zur Kommunikation zwischen Anwendern und

Entwicklern sowie zur Modellierung des Problembereichs, andererseits aber auch zur Formulierung von Maschinen-Operationen, deren formale Ausführung der Steuerung komplexer Prozesse in Technik, Wirtschaft und Verwaltung dient. Im Rahmen der Modellierung werden diesem Material vielfältige Annahmen eingeprägt, die sich auf menschliches Verhalten beziehen und zwar in weitaus größerem Maß, als dies in anderen Ingenieurbereichen der Fall ist. Das Verhalten eines Informatiksystems ist in diesen Fällen nicht mehr unabhängig vom Verhalten von Menschen und dieses ändert sich mit dem Einsatz der Software, den damit einhergehenden Lernprozessen sowie anderen Veränderungen im Einsatzumfeld. In der Folge ist das Modell dann nicht mehr adäquat und muss angepasst werden – neue Versionen entstehen. Diese Wechselwirkungen gilt es frühzeitig zu erkennen und zu verstehen, um sie bei der Entwicklung einer Version so weit wie möglich berücksichtigen zu können.

Ein entscheidender Unterschied zum Begriff der Auswirkung liegt darin, dass Wechselwirkungen rückbezüglich sind, sie also einen Einfluss auf die Informatik-Systeme haben und daher bei deren Gestaltung angemessen erfasst werden müssen. So wurde ein Fachgebiet innerhalb der Informatik begründet, das diejenigen Wirkungen in den Fokus nimmt, die sich mit Mitteln der Informatik beeinflussen lassen. Folglich ging es in der Forschung vorrangig um die Frage, wie Fehlannahmen bei der Modellierung und Entwicklung von Systemen im Rahmen einer hypothesengeleiteten Technikgestaltung von vornherein vermieden werden können bzw. Entwicklungsprozesse derart offen gestaltet werden können, dass Fehler als Erkenntnismittel dienen und so in einen kontinuierlichen Weiterentwicklungsprozess – beispielsweise durch evolutionäre Systemgestaltung – einfließen können. Mit der Änderung der Denomination in „Kontextuelle Informatik“ sollte bezüglich der Forschungsaktivitäten die damit verbundene Konzentration auf Wechselwirkungen im Kontext von Herstellung und Nutzung verdeutlicht werden.

### Kompetenzorientierte Lehre

Am Heinz Nixdorf Institut wird das Projekt „Durchlässigkeit in der Aus- und Weiterbildung in der Chemischen Industrie“ (DAWINCI) koordiniert.



### Multimediale Unterstützung der Forschung

108.000 Euro werden für das Projekt „Unified Collaboration – Arbeiten mit virtuellen Wissensräumen“ bewilligt.

### Gründung e-lab

Das e-lab wird gegründet.



### Musik – Editionen – Medien

Etablierung des Zentrums „Musik – Editionen – Medien“ an der Universität Paderborn

2014

### MoviLe

Abschluss des Erasmus+ Projekts zur individuellen Unterstützung von jungen Menschen mit schweren Erkrankungen

2019

### E-Learning Plattform koALA

Start des Regelbetriebs der „koaktiven Lern- und Arbeitsumgebung“ (koALA) an der Universität Paderborn.



### Regionale Bildungspartnerschaft

Im Rahmen des Projektes „Bildung im Dialog“ (bid-owl) wird eine regionale Bildungspartnerschaft beschlossen.



### eLearning Award

Auszeichnung in der Kategorie „Learning Communities“ auf der Bildungsmesse didacta für den Moko-Desk



Um die entsprechenden Wechselwirkungen ins Blickfeld nehmen zu können, wählten wir als Themenfeld die Unterstützung von Wissensarbeit durch Computer, denn sie manifestiert sich besonders prägnant beim Gebrauch (Software-Ergonomie), dem Lernen (E-Learning), dem kooperativen Arbeiten (CSCW) oder auch heute in den digitalen Geisteswissenschaften (E-Humanities). In all diesen Prozessen, wo es um die Modellierung der Unterstützung geistiger Tätigkeiten des Menschen geht und nicht um die Modellierung der kognitiven Prozesse selbst, braucht es konzeptuelle und methodische Grundlagen, um Gestaltungshypothesen herleiten und überprüfen zu können.

Dafür ist ein zweistufiger Ansatz erforderlich. Zum einen gilt es, technische Potenziale auf der Basis einer kontrastiven Begegnungsbildung zu identifizieren. Kontrastiv bedeutet dabei, nicht Mensch und Maschine zu vergleichen, als wären sie zu einander funktional äquivalente symbolverarbeitende Systeme, sondern die Unterschiede der Prozesse zu betrachten, die sie jeweils zu dem machen, was sie sind (Evolution vs. Konstruktion). Das Ziel ist es, Schwächen des Menschen zu ersetzen und seine Stärken zu unterstützen. Zum anderen muss eine solche Sicht mit Fragen der Praktikabilität im Nutzungskontext verknüpft werden, denn Potenziale, die nicht situationsgerecht gestaltet oder in der Nutzung nicht verstanden werden, können keinen Mehrwert entfalten. Hier stehen Aspekte wie Alltagstauglichkeit, Nachhaltigkeit, durchgängige Verfügbarkeit und Erweiterbar- bzw. Modifizierbarkeit im Vordergrund. Ethisch entscheidend war für uns dabei immer, die Anzahl der Wahlmöglichkeiten bezüglich der Nutzung zu erhöhen und die Umsetzung der jeweiligen technischen Lösungen zu verbessern.

Durch diese kontextuelle Sichtweise haben wir Lösungen konzipiert und umgesetzt, die sich vom „Mainstream“ deutlich unterscheiden: Statt in den 1990er Jahren auf interaktive Lerncomputer zu setzen, entwickelten wir lernförderliche Infrastrukturen; statt die Nutzung hochwertiger Lehrmaterialien auf CD zu

propagieren, setzen wir als Erste in Deutschland das WWW in Lehrveranstaltungen ein. Wir konstruierten real wie auch virtuell kooperationsunterstützende Lern- und Arbeitsräume sowie hybride Labore. Die dabei gewonnenen Erfahrungen vertieften wir – meist in interdisziplinärer Kooperation – im Kontext unterschiedlichster Anwendungsfelder, die von regionalen Bildungsnetzen und der betrieblichen Weiterbildung über historische Forschungen zum Weltkulturerbe bis hin zur Erstellung historisch-kritischer digitaler Musikeditionen reichen.

Trotz der vielen damit verbundenen Erfolge scheint sich das Fachgebiet zumindest in der Forschung überlebt zu haben. Zum einen werden viele Forschungsfragen jetzt im Kontext der jeweiligen Anwendungsszenarien wie z. B. „social media“ (Algorithm Watch, Sozioinformatik) betrachtet. Zum anderen wenden sich heute auch benachbarte Disziplinen, wie die Wirtschaftsinformatik, verstärkt empirischen Ansätzen für eine hypothesesgeleitete Technikgestaltung zu.

Unabhängig davon, wie diese Entwicklung weitergeht, haben wir im Rahmen unserer Aktivitäten im Heinz Nixdorf Institut vor allem auch mit den von uns explizit gesetzten Werten wie Alltagstauglichkeit und Nachhaltigkeit technische Infrastrukturen aufgebaut, die unseren Forschungszweck weit überdauert haben und noch heute in der Region (bid-owl), in der Stadt (Lernstatt Paderborn) oder bis vor Kurzem in der Universität (koALA) im Einsatz sind.

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

**Dr. rer. nat. Harald Selke**

**Kontextuelle Informatik**



Teilnehmer/innen des Abschlussmeilensteintreffens im Verbundprojekts INLUMIA

## Forschungsprojekt zur Leistungssteigerung von Unternehmen im Bereich Industrie 4.0 erfolgreich beendet

**Am 12. Juni 2019 fand im Heinz Nixdorf Institut das dritte und letzte Meilensteintreffen des Projekts INLUMIA – Instrumentarium zur Leistungssteigerung von Unternehmen durch Industrie 4.0 statt. Der Abschlussmeilenstein verschaffte Konsortium, Lenkungskreis und Projektträger einen umfassenden Überblick über die erzielten Projektergebnisse. Der Fokus lag auf dem Thema „Umsetzung“.**

Übergeordnetes Ziel des Verbundprojekts war die nachhaltige vorteilhafte Positionierung von Unternehmen des Maschinenbaus und verwandter Branchen im globalen Wettbewerb durch Industrie 4.0 (I4.0). Hierzu wurde ein Instrumentarium zur Leistungssteigerung von Unternehmen durch I4.0 erarbeitet. Es umfasst Verfahren zur Ermittlung der eigenen Leistungsfähigkeit im Bereich I4.0 und liefert ein Vorgehen, das Unternehmen erlaubt, ihre I4.0-Zielposition zu finden. Über 80 bereitgestellte Umsetzungsmuster ermöglichen es anschließend, die ermittelte Zielposition schnell und wirtschaftlich zu erreichen. Ferner wurden zukünftig relevante Kompetenzen ermittelt. Die Anwendung des Instrumentariums befähigt die Unternehmen, die für sie relevanten Möglichkeiten von I4.0 zu erkennen und mitarbeiterorientiert auszuschöpfen. In sechs Pilotprojekten mit Industriepartnern (u.a. Miele, CP Contech Electronic, Krause-Biagosch, Westaflex) wurde das Instrumentarium angewandt und validiert. Hierdurch wurde die Wettbewerbsposition der Pilotanwender nachhaltig gestärkt. Der Transfer der Ergebnisse erfolgte bereits während der Projektlaufzeit durch die Anwendung von Teilen des Instrumentariums bei assoziierten KMU, über Veranstaltungen und Publikationen, mithilfe eines jährlich stattfindenden Begleitkreises aus Industrievertretern sowie durch die Bereitstellung der Projektergebnisse unter [www.inlumia.de](http://www.inlumia.de). So konnte eine Vielzahl weiterer Unternehmen an den Projektergebnissen partizipieren.

## Über das Projekt INLUMIA

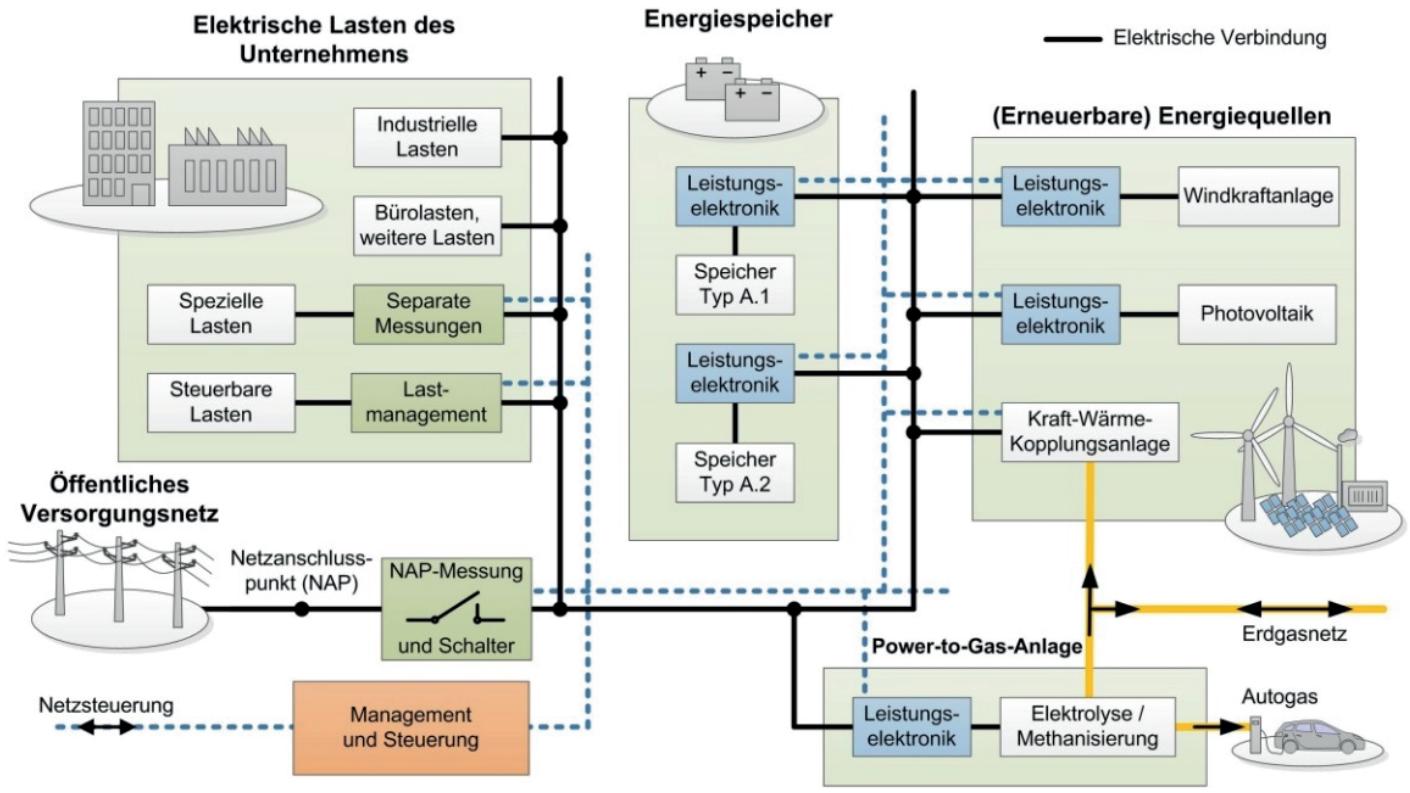
Industrie 4.0 eröffnet für die Unternehmen in Deutschland vielfältige Möglichkeiten zur Leistungssteigerung. Dabei lassen sich ganz unterschiedliche Ausbaustufen erkennen, die sich aber nicht auf jedes Unternehmen eins zu eins übertragen lassen. Jedes Unternehmen ist anders, jedes Unternehmen tickt anders: Im Projekt INLUMIA wurde untersucht, in welchen Bereichen Unternehmen in Bezug auf Industrie 4.0 schon gut aufgestellt sind, wo sich andere Unternehmen befinden und in welchen Bereichen für Unternehmen noch Entwicklungsmöglichkeiten bestehen. Gemeinsam wurden passende zukunftsorientierte Lösungen für die Unternehmen entwickelt. Dabei wurden nicht nur die technologische Sichtweise, sondern auch die Dimensionen Business und Mensch berücksichtigt. Auf die direkten Bedürfnisse abgestimmt, entstanden unternehmensindividuelle Industrie 4.0-Fahrpläne, die aus einzelnen Umsetzungsmustern bestehen. Diese umfassen sowohl technische Aspekte (z.B. Datennutzung in der Produktion) als auch die Bereiche Business (z.B. Smart Services) und Mensch (z.B. Mitarbeiterqualifikation).

Das Verbundprojekt aus 11 Partnern wurde aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung NRW (EFRE.NRW) mit einem Fördervolumen von rund 2,5 Millionen Euro unterstützt. Betreut wurde das Projekt mit einer Laufzeit von drei Jahren durch die LeitmarktAgentur.NRW.

Nähere Informationen finden Sie unter: [www.inlumia.de](http://www.inlumia.de).

**Christoph Pierenkemper, M.Sc.  
Advanced Systems Engineering**

**Inlumia**  
INDUSTRIE 4.0



### Reinforcement Learning in Micro- und Smartgrids: Sichere Betriebsstrategien für komplexe Energiesysteme

Die Integration erneuerbarer und meist volatiler Energiequellen in unser derzeitiges Energieversorgungssystem, das von hierarchisch strukturierten Top-Down-Energienetzen geprägt ist, erfordert neue, flexible, sektorübergreifende und intelligente Strukturen. Eine wichtige Lösungskomponente bilden Micro- und Smartgrids (MSG), d.h. lokale Netze aus Energiequellen (z.B. Windkraft), -speichern (z.B. Batterie) und -verbrauchern verschiedener Sektoren (z.B. Elektrizität, Wärme und Mobilität). Innerhalb von z.B. Industrieunternehmen oder Wohnquartieren können MSGs durch eine lokale Integration regenerativer Energien die Energienetze entlasten und helfen, den Netzausbau zu reduzieren. Dieses Forschungsprojekt soll die Eignung von Reinforcement Learning Strategien zur Gewährleistung eines sicheren Betriebs solcher MSGs untersuchen.

MSGs sind hochgradig heterogen, komplex und weisen signifikante stochastische Komponenten auf, sodass klassische Methoden der Regelungstechnik an ihre Grenzen kommen. Demgegenüber stellt das Reinforcement Learning (RL) ein datengetriebenes Betriebskonzept aus dem Bereich des maschinellen Lernens (ML) dar, welches bei ähnlich komplexen und stochastischen Problemen (z.B. Börsen-Trading) vielversprechende Erfolge feiern konnte. Die Erforschung MSG-spezifischer RL-Strategien ist dennoch eine Herausforderung, da die Sicherheit und Verfügbarkeit von Energienetzen höchsten Anforderungen genügen muss. Mangels beweisbarer Garantien ist der Einsatz adaptiver, datengetriebener Methoden und maschineller Lernverfahren, deren Verhalten grundsätzlich nicht vorhersehbar ist, in diesem Kontext sehr problematisch.

Dieses Projekt soll daher folgende Fragen beantworten: Sind RL-basierte Betriebsstrategien prinzipiell in der Lage, komplexe, heterogene und stochastische MSGs unter höchsten Sicherheits-

und Verfügbarkeitsanforderungen zu steuern? Welche MSG-spezifischen methodischen Erweiterungen sind hierzu für das Reinforcement Learning zu entwickeln?

Dazu wird zunächst eine skalierbare Modellumgebung zur Abbildung unterschiedlichster MSG-Topologien geschaffen, die z.B. die Simulation eines verteilten gesteuerten Betriebs (Multi-Agenten-System, MAS) von MSGs erlaubt. Ein solcher MAS-Ansatz ist tendenziell robuster als eine zentrale Steuerung und senkt das Risiko eines Totalausfalls, allerdings steigt durch die Vielzahl von Entscheidern die Systemkomplexität und erhöht so die Gefahr von Fehlentscheidungen.

Neben der zentralen Herausforderung, RL-Methoden allgemein und speziell für MAS so zu erweitern, dass die gelernten Modelle gewissen Randbedingungen genügen und vorgegebene Garantien erfüllen, ist die Untersuchung mehrkriterieller Optimierungsprobleme ein weiteres Ziel, um z.B. die Minimierung von Betriebs- und Investitionskosten oder die Maximierung regenerativ bereitgestellter Energie als zusätzliche Bedingungen betrachten zu können. Für die rechenintensiven Untersuchungen wird auf die Infrastruktur des PC<sup>2</sup> zurückgegriffen.

Das Projekt adressiert ein innovatives und interdisziplinäres Forschungsthema mit Potenzial für ähnlich gelagerte sicherheitskritische Aufgaben wie z.B. die Steuerung industrieller Produktionsanlagen, die Koordination verteilter Energienetze in Fahrzeugen, Flugzeugen und Schiffen sowie die Regelung komplexer mechatronischer Systeme. Das Projekt wurde mit dem Forschungspreis 2019 der Universität Paderborn ausgezeichnet.

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

**Dr.-Ing. Oliver Wallscheid**  
Leistungselektronik und Elektrische Antriebstechnik (LEA)

# Aktuelles aus dem Fraunhofer IEM



Für die Zukunft aufgestellt: Am 8. Juli 2019 stellte das Fraunhofer IEM seine Strategie externen Gutachtern vor (v. l. n. r.): Markus Fleuter (GEA), Prof. Johannes Blömer (Uni Paderborn), Prof. Roman Dumitrescu (IEM/HNI), Prof. Eric Bodden (IEM/HNI), Dr. Raoul Klingner (Fraunhofer), Dr. Thomas Göres (CLAAS), Dr. Eduard Sailer (IEM-Kuratoriumsvorsitz), Prof. Joseph Oehmen (DTU), Prof. Volker Gruhn (Uni Duisburg-Essen, adesso), Dr. Hendrik Gorzawski (Fraunhofer), Prof. Ansgar Trächtler (IEM/HNI), Michael Matthesius (Weidmüller).

## Profilschärfung: Fraunhofer IEM stellt sich für die Zukunft auf

In 2018 und 2019 widmete sich das Fraunhofer IEM einem umfangreichen Strategieprozess, den es mit Experten aus Wirtschaft und Wissenschaft diskutierte.

Das Fraunhofer IEM startete 2011 als Projektgruppe und hat sich zu einem erfolgreichen Institut entwickelt. Stetiges Wachstum und eine immer größere Themenvielfalt bergen aber auch Herausforderungen. Ziel des Strategieprozesses war es, bisherige Themen zu strukturieren und zu bewerten und die richtigen Weichen für die Zukunft zu stellen. Am 8. Juli 2019 stellte das IEM seine Strategie externen Gutachtern aus Wirtschaft und Wissenschaft vor und erhielt dafür sehr positive Bewertungen: Das Fraunhofer IEM hat sich hervorragend entwickelt und blickt reflektiert und mit wachem Auge in die Zukunft.

## Experte für die Entwicklung Intelligenter Technischer Systeme

Mit Orientierung am Markt, Neugier und Innovationsgeist treibt das Fraunhofer IEM eine große Bandbreite an Forschungs- und Zukunftsthemen voran. Übergeordnete Motivation der Wissenschaftler/innen ist dabei das ganzheitliche interdisziplinäre Engineering für Intelligente Technische Systeme. So arbeiten alle Forschungsbereiche gemeinsam an Methoden und Technologien, um Unternehmen bei der Entwicklung innovativer Produkte und Dienstleistungen zu unterstützen. Die Expertise für interdisziplinäre Entwicklung fußt auf sechs Kernkompetenzen, nach denen sich auch das Geschäft ausrichtet.

### Kernkompetenzen für das interdisziplinäre Engineering:

- Intelligente Technische Systeme
- Digitale Transformation
- Systems Engineering
- Virtualisierung und Modellbildung
- IT-Security
- Software Engineering

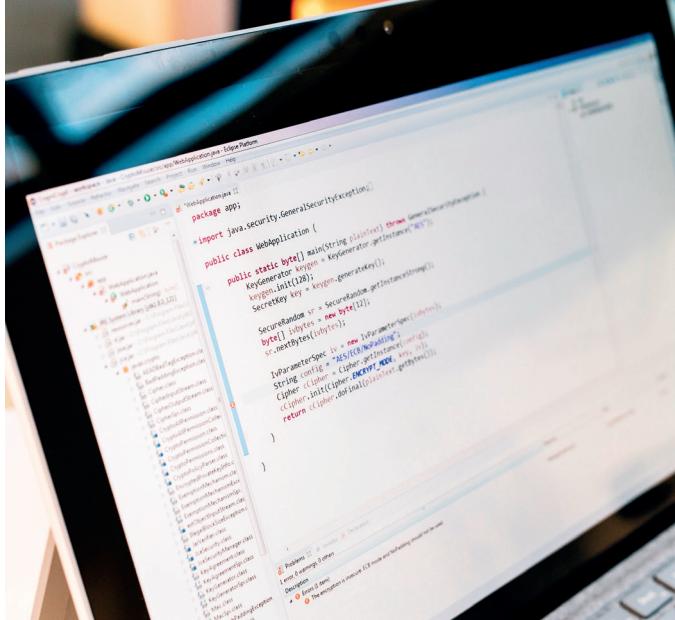
## Partner am Wissenschaftsstandort Paderborn

Die wissenschaftliche Wiege des Fraunhofer IEM liegt im Heinz Nixdorf Institut der Universität Paderborn. Auch in Zukunft wollen das IEM und das Heinz Nixdorf Institut durch eine vertrauensvolle fachliche Kooperation Synergien zwischen einem universitären und einem außeruniversitären Institut nutzen. Instrument dafür ist die Personalunion der drei IEM-Direktoren Prof. Ansgar Trächtler, Prof. Roman Dumitrescu und Prof. Eric Bodden, die gleichzeitig auch Lehrstuhlinhaber am HNI sind. Zusätzlich verstärken die Professoren Prof. Eyke Hüllermeier und Prof. Walter Sextro das IEM künftig als beratende Chief Scientists. In der künftigen Zukunftsmeile 2 kooperieren die Uni Paderborn, Weidmüller, it's OWL und das IEM nach dem Prinzip: Regionale Spitzenforschung für eine erfolgreiche regionale Wirtschaft.

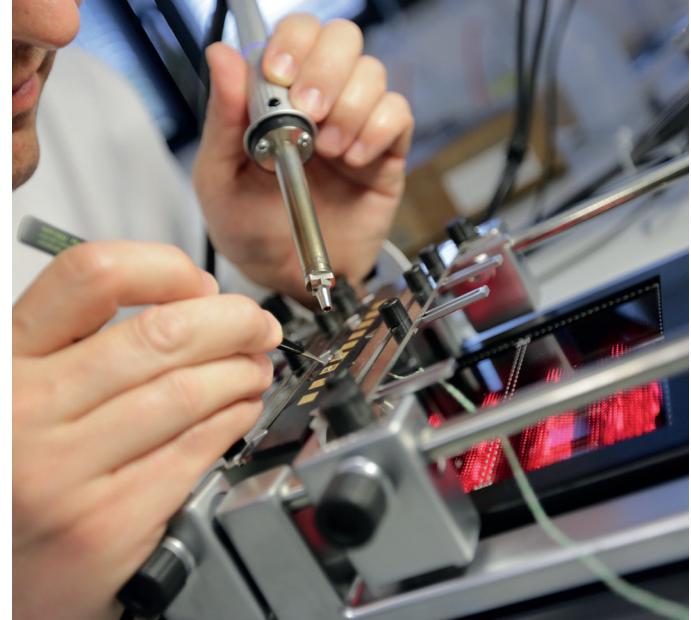
Aktuell investiert das IEM mit dem IdeenTriebwerk, dem Robotics Lab, dem Secure Engineering Lab und dem IoT-Experience Center stark in seine Infrastruktur. Mit strategischen Initiativen wie dem Digital Transformation Office oder einer Akademie für Weiterbildung und Wissenstransfer bündelt das Forschungsinstitut Aktivitäten künftig bereichsübergreifend. Besonders spannend: Ab 2022 ist ein neuer interdisziplinärer Studiengang „Intelligente Technische Systeme“ in Kooperation mit dem Heinz Nixdorf Institut geplant.

**Kirsten Harting, M.A.**

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit | Fraunhofer IEM



Schwachstellen in Programmcodes finden – das ist das Ziel des Tools CogniCrypt.



Die Herstellung von MID (wie hier am Fraunhofer IEM) ist ein komplexer Prozess. Die neue Richtlinie schafft Orientierung und Verbindlichkeit.

## Fraunhofer IEM und achelos erhöhen Qualität für sichere Softwareimplementierung

Im Januar 2019 hat Veracode den neuen State of Software Security Report veröffentlicht. Mehr als zwei Billionen Code-Zeilen wurden dafür über ein Jahr lang analysiert, die Ergebnisse sind alarmierend. Über 85% aller untersuchten Anwendungen haben mindestens eine Schwachstelle, viele treten bereits seit Jahren auf und betreffen häufig die Kryptografie. Hier setzt das Fraunhofer IEM mit CogniCrypt, einem Werkzeug zur statischen Code-Analyse, an. Das Tool informiert über die Qualität des Programmcodes und die genutzten Kryptobibliotheken.

In dem it's OWL-Transferprojekt haben das Fraunhofer IEM und achelos vier Monate gemeinsam an der Weiterentwicklung von CogniCrypt, einem Werkzeug zur statischen Code-Analyse, gearbeitet. Die Ergebnisse sind in Form eines Wissenstransfers und der Integration zusätzlicher Kryptobibliotheken in das Open-Source-Produkt eingeflossen.

Die Security-Expert/inn/en von achelos haben das Produkt in den Continuous-Integration-Prozess ihrer Softwareentwicklung integriert und das Werkzeug getestet. achelos konnte tiefes kryptografisches Wissen im Rahmen des Förderprojekts einbringen und so gemeinsam mit dem Fraunhofer IEM zur kontinuierlichen Weiterentwicklung des Produkts beitragen. CogniCrypt ist um neue Regeln erweitert worden, die Fehlimplementierungen anderer Bibliotheken (Bouncy Castle) erkennen und Sicherheitslücken frühzeitig vermeiden.

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

## Neue VDI/VDE-Richtlinie für die Herstellung räumlicher Schaltungsträger

Mechatronisch integrierte Baugruppen platzieren Elektronik heute direkt auf dem Bauteil und sparen Platz und Material. Eine neue VDI/VDE-Richtlinie bietet Unternehmen nun Orientierung für den komplexen Herstellungsprozess.

Mit der Technologie MID (Mechatronic Integrated Devices) können Entwickler/innen immer häufiger auf den Einsatz herkömmlicher Platinen verzichten. Dadurch haben sie eine hohe Gestaltungsfreiheit und profitieren von geringerem Materialbedarf und leichteren Systemen. Auch frühe Prototypen lassen sich vorab per 3D-Druck flexibel und in kleiner Stückzahl fertigen.

MID werden bisher in unterschiedlichen Verfahren hergestellt. Mehrere Techniken ermöglichen die Produktion, Strukturierung und Metallisierung von Kunststoffbauteilen und machen den Fertigungsprozess damit komplex und fehleranfällig. Die neue VDI/VDE-Richtlinie 3719 „Herstellung von mechatronisch integrierten Baugruppen“ stellt nun eine erprobte Vorgehensweise zur Produktion zur Verfügung.

### Praxiserprobte Empfehlungen

Sie ist das Ergebnis eines dreijährigen Projekts mit Experten aus Wissenschaft und Industrie. Damit gibt die Richtlinie praxiserprobte Empfehlungen sowohl für Anwender als auch für Hersteller von MID. Sie ermöglicht auch eine bessere Kommunikation, etwa zur Gestaltung und zum Leistungsumfang von Aufträgen.

Veröffentlicht wurde die VDI/VDE-Richtlinie 3719 im Mai 2019 vom Beuth Verlag. Sie ist unter <https://www.beuth.de/de/technische-regel-entwurf/vdi-vde-3719/292179594> verfügbar.

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



## Get to Know HNI

Teilnehmer des „Get to Know the RtM lab!“-Workshops bei der Demonstration des HIL-Prüfstands

Bereits zum vierten Mal in Folge lud das Heinz Nixdorf Institut zum Kennenlernen ein und bot Neuzugängen die Möglichkeit, Kontakte zu knüpfen sowie Einblicke in aktuelle Forschungsthemen zu gewinnen. Das Get to Know HNI fand am 11. Juli 2019 statt und überzeugte auch in diesem Jahr mit einem abwechslungsreichen und spannenden Programm.

Nach einer herzlichen Begrüßung durch den Vorstandsvorsitzenden Prof. Dr.-Ing. Ansgar Trächtler stellten sich die acht Fachgruppen den neuen Mitarbeiter/innen vor. Dabei präsentierte die Professoren aktuelle Projekte und erläuterten ihre Forschungsschwerpunkte. Erstmals dabei war die Fachgruppe „Advanced Systems Engineering“, die sich insbesondere mit der Produktentstehung intelligenter technischer Systeme beschäftigt und im Rahmen eines Projekts an einem digitalen Marktplatz für KI-Anwendungen arbeitet.

Am Nachmittag konnten die Teilnehmenden, je nach Interesse, zwischen zwei parallel stattfindenden Workshops wählen und sich mit den Mitarbeiter/inne/n der Fachgruppen zu verschiedenen Projektinhalten austauschen. Der so entstandene interdisziplinäre Austausch führte auch dieses Jahr wieder zu angeregten Diskussionen, die den Neuzugängen wertvolle Anregungen für ihre eigene Forschung boten. Im Rahmen des „Get to know the RtM lab!“-Workshops wurde den teilnehmenden Mitarbeiter/inne/n unter anderem ein Fahrsimulator mit Versuchsfahrzeug vorgestellt. Dieser nutzt ein aufwendiges Bewegungs- und Projektionssystem und vermittelt Insassen so ein realitätsnahe Fahrerlebnis. Aus diesem Grund eignet sich der Fahrsimulator neben der Validierung und Evaluierung neuer Motion-Cueing-Verfahren, die visuelle, akustische, haptische und den Gleichgewichtssinn betreffende Bewegungshinweise nutzen, auch zum Fahrertraining mit Fokus auf neuartigen Assistenzsystemen oder im Umgang mit komplexen und kritischen Verkehrssituationen. „Projekte zum Anfassen“ fanden die Teilnehmer/innen insbesondere beim „Adaptive-Wireless-Networking“-Workshop vor, bei dem sie mit einem Fahrrad einen Ausflug in die Virtual Reality machten und so einen

Einblick in den von der Fachgruppe entwickelten Verkehrs- und Kommunikationssimulator gewinnen konnten.

Im Anschluss an das Get to Know HNI trafen sich alle Professoren/innen, bestehende Mitarbeiter/innen und Neuzugänge zu einem Grillfest, bei dem sie die neuen Eindrücke und Erkenntnisse austauschen und beim gemütlichen Zusammensitzen den ereignisreichen Tag ausklingen lassen konnten.

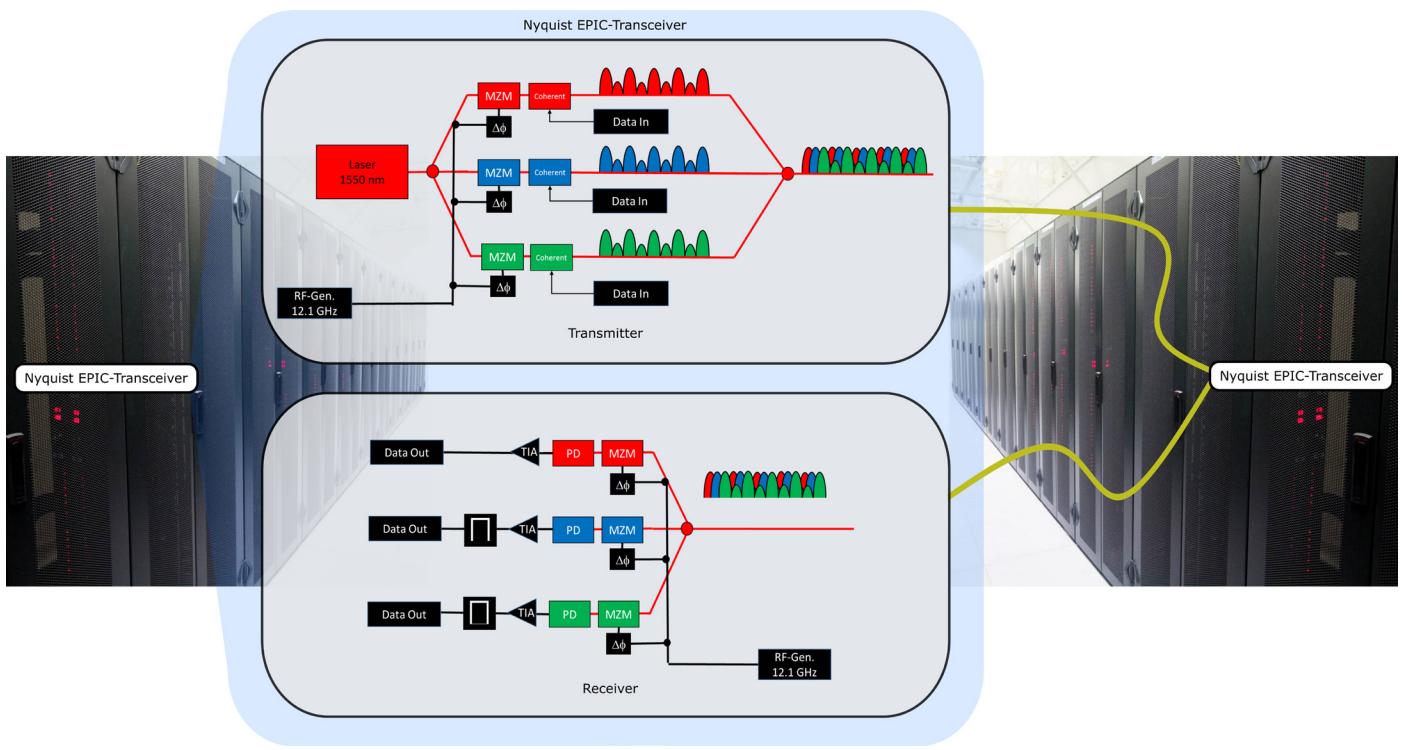


Ein realitätsnahe Fahrerlebnis bietet der Fahrsimulator.



Das abschließende Grillfest lud zu vertiefenden Gesprächen und einem leckeren Buffet ein.

**Carolin Werner, B.-Sc.  
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit**



Server-Kommunikation mittels Nyquist EPIC Transceiver

### NyPhE – Schnelle optische Datenübertragung innerhalb von Datencentern ermöglichen

Im Projekt NyPhE (Nyquist Silicon Photonics Engine) befasst sich die Fachgruppe „Schaltungstechnik“ mit der Entwicklung von Sender- und Empfängerschaltungen, die mittels sequenziell modulierter Nyquist-Pulse Datenraten von bis zu 400 Gbit/s ermöglichen.

Ziel des Projekts ist der Entwurf von kompakten und preiswerten high-speed Sender- und Empfängersystemen für Anwendungen in Datencentern. Anbieter von Cloud- und Streamingdiensten wie beispielsweise Google, Apple oder Amazon benötigen effiziente Server-Kommunikation mit hohen Datenraten. Durch die steigenden Nutzerzahlen steigen die zu verarbeitenden Datenmengen und die benötigten Datenraten ebenfalls.

Kompakte und effiziente Lösungen können nur mittels Siliziumphotonik-Technologie realisiert werden. Dabei werden optische und elektronische Komponenten zusammen in einem Silizium-Chip integriert. Allerdings limitiert die geringe Bandbreite elektro-optischer Modulatoren derzeit die Gesamtgeschwindigkeit von optischen Sendern und Empfängern in Silizium-Technologie. Das NyPhE-Projekt befasst sich mit der Entwicklung einer innovativen Sender- und Empfängerstruktur, die trotz geringer Bandbreiten der elektro-optischen Modulatoren hohe Datenraten ermöglicht.

In elektro-optischen Sendern werden elektronische Informationen durch Modulatoren auf optische Signale übertragen und diese anschließend versendet. Dabei bestimmt die Geschwindigkeit des Modulators maßgeblich die Datenrate des Gesamtsystems. Durch die Verwendung von optischen Nyquist-Pulsen können jedoch mehrere Modulatoren in verschiedenen Kanälen verwendet und somit kann die Gesamtgeschwindigkeit erhöht werden. Da sich aufeinanderfolgende Nyquist-Pulse untereinander nicht beeinflussen, können mehrere Pulse auf verschiedenen Kanälen sequentiell moduliert und anschließend ohne Informationsverlust

addiert werden. Dadurch wird die Gesamtbandbreite des Systems erhöht und die Datenrate um die Anzahl der Kanäle vervielfacht.

Empfängerseitig kann das Signal ebenfalls sequenziell auf mehreren Kanälen verarbeitet werden. Dazu wird das optische Signal aufgeteilt, mittels elektro-optischer Modulatoren und Photodioden in elektronische Signale umgewandelt, verstärkt und ausgegeben.

Das Projekt wird durch den im Juni 2019 eingestellten wissenschaftlichen Mitarbeiter Tobias Schwabe betreut und durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung finanziert. Partner des Projekts sind die Technische Universität Dresden, Sicoya GmbH, die Technische Universität Braunschweig und die Leoni AG.

**Tobias Schwabe, M.Sc.  
Schaltungstechnik**



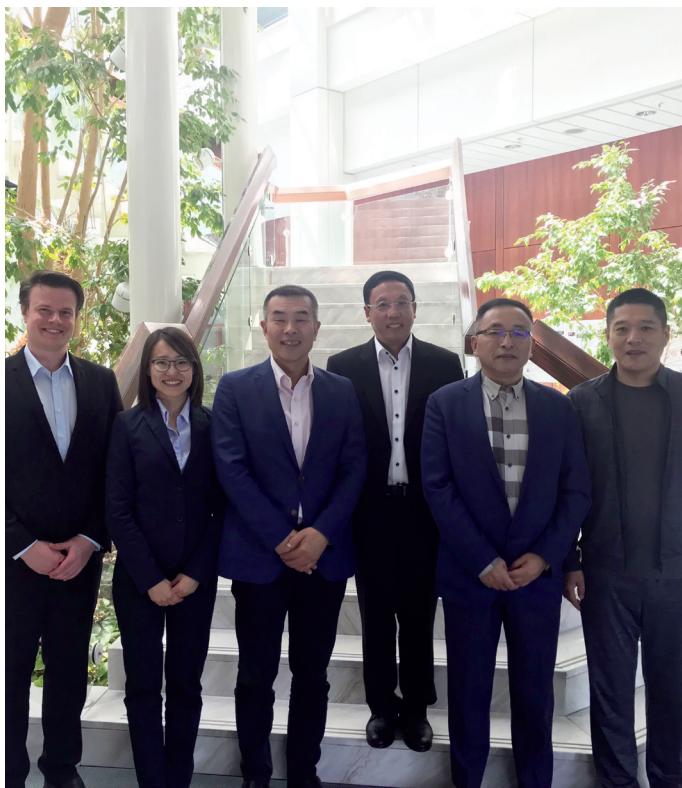
Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

**sicoya**

**TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN**

**LEONI**

 **Technische  
Universität  
Braunschweig**



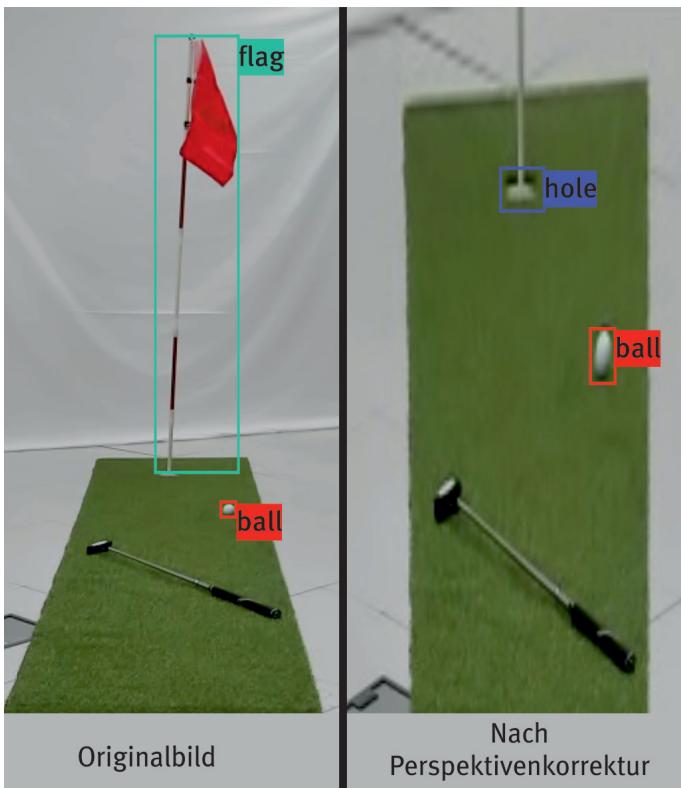
Alexander Pöhler und Xiaojun Yang mit den chinesischen Industriepartnern von FANUC, Schaeffler und HUIZHONG Automotive.

## Chinesische Industriedelegation besucht Smart Automation Labor

**Am 25. Mai besichtigte eine chinesische Industriedelegation mit Führungskräften der chinesischen Automobil- und Automatisierungsindustrie das Smart Automation Labor der Fachgruppe „Produktentstehung“.**

Xiaojun Yang, Ulrich Hüskens und Alexander Pöhler von der Fachgruppe „Produktentstehung“ präsentierten aktuelle Forschungsergebnisse der Fachgruppe im Kontext von „Industrie 4.0“. Einen Schwerpunkt bildete die automatisierte dezentrale Produktionsplanung und -steuerung, die im Labor implementiert und von den beteiligten Industrieunternehmen mit großem Interesse diskutiert wurde. Es wurden unterschiedliche Einsatzszenarien und Herangehensweisen an eine mögliche Implementierung besprochen. Darauf aufbauend wurde diskutiert, auf welchen Infrastrukturen bei einer industriellen Umsetzung der Forschungsergebnisse aufgesetzt werden kann. Hierbei wurde vor allem über eine mögliche Einbindung der Programme in FANUC-Systeme und Voraussetzungen für eine solche Umsetzung gesprochen. FANUC bietet mit dem FANUC-FIELD-System eine industrielle Plattform für das Internet of Things und Künstliche Intelligenz.

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



Objekterkennung und automatische Perspektivenkorrektur für den Anwendungsfall „Golf-Putting“

## Objekterkennung mittels Deep Learning für Robotik- und Industrie 4.0-Anwendungen

**Auf Basis aktueller Deep-Learning-Verfahren wurde eine kamera-basierte Objekterkennung entwickelt. Die erkannten Objekte werden über OPC-UA an unterschiedliche Roboter für Regelungs- sowie Pick- & Place-Anwendungen kommuniziert.**

Deep Learning ist ein Teilbereich des maschinellen Lernens, der sich besonders gut für die Bildverarbeitung eignet. Dabei wird ein neuronales Netz anhand von annotierten Bildern trainiert, um aussagekräftige Eigenschaften der Objekte zu erlernen. Im Rahmen der Masterarbeit von Jannes Just wurden verschiedene Architekturen implementiert und anhand von drei unterschiedlichen Anwendungsszenarien evaluiert. Durch die implementierte Benutzeroberfläche ist es außerdem leicht möglich, neue Anwendungsfälle hinzuzufügen.

Der Anwendungsfall „Drehsteller“ detektiert Produkte unterschiedlicher Farben und gibt deren Positionen in den ortsfesten Drehsteller-Polar-Koordinaten an einen Delta-Roboter weiter, der diese dann aufnimmt. Der Anwendungsfall „Doppelpendel“ erkennt die Schlitten- und Pendelpositionen. Der Anwendungsfall „Golf-Putting“ erkennt das Loch, das Fähnchen sowie den Ball, um die Ballposition relativ zum Loch an einen Golf-Roboter zu kommunizieren (s. Bild). Die Positionen und Produkteigenschaften der erkannten Objekte werden mittels OPC UA an die betreffenden Robotersteuerungen übermittelt.

Eine besondere Eigenschaft der implementierten Objekterkennung ist, dass die Kamera sich anhand von erkannten Szenemarkern automatisch referenziert, eine entsprechende Perspektivenkorrektur (s. Bild) vornimmt und so die Objektpositionen in maßstäblichen Absolut-Koordinaten bereitstellt.

**Dr.-Ing. Viktor Just  
Regelungstechnik und Mechatronik**



Studierende bei der Präsentation der Ergebnisse der Fallstudie „Mechatronische Hundeklappe“

**Nach erfolgreichem Start der akkreditierten Studiengänge und der neuen Lehrveranstaltungen konnten die Studierenden im Fach „Fallstudien WIng“ ihre Problemlösungskompetenz schärfen und Fallstudien aus der Praxis selbstständig bearbeiten.**

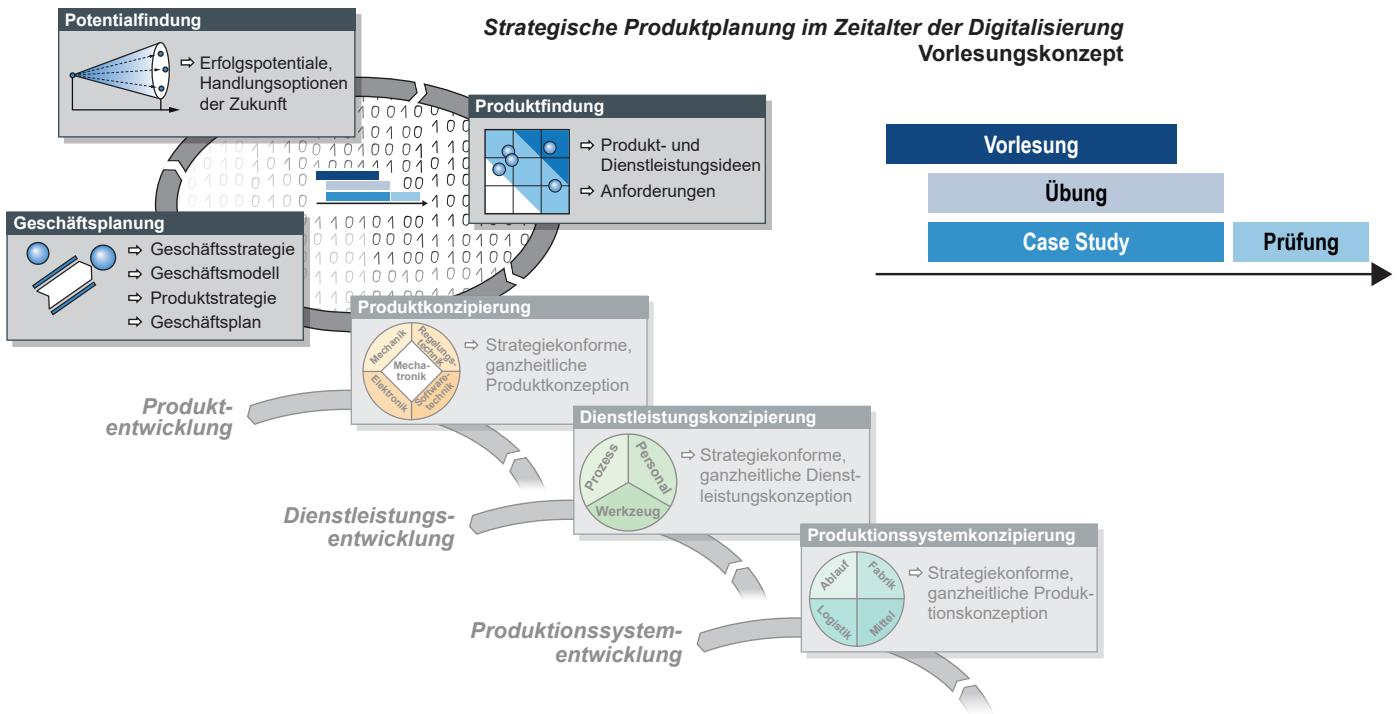
Bereits im Wintersemester 2018/2019 haben die neu gestalteten Veranstaltungen „Produktentstehung“, „Systems Engineering“ sowie „Digitale und virtuelle Produktentwicklung“ stattgefunden. Nun wurde auch die Lehrveranstaltung „Fallstudien WIng“ erstmals erfolgreich durchgeführt. „In diesem Fach bearbeiten Studierende im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen Fallstudien aus der Praxis zu allen Bereichen der Produktentstehung. In kleinen Teams bilden wir Absolventen mit hoher Problemlösekompetenz aus“, beschreibt Frau Prof. Gräßler das neue Konzept. Im Gegensatz zum bekannten Konzept aus einer die Vorlesung flankierenden Übung lag der Fokus der Lehrveranstaltung auf der Teamarbeit der Teilnehmenden: In zwölf Kleingruppen mit bis zu sieben Teilnehmenden mussten je zwei Fallstudien selbstständig bearbeitet werden.

Durch die kleinen Gruppen ergab sich für die Lehrenden ein intensiver, offener Austausch mit den Studierenden: Praxisbeispiele und spektakuläre Fälle in der Produktentstehung konnten so intensiv diskutiert und individuelle Nachfragen zu Methoden und deren Anwendung umfassender beantwortet werden. Neben dem Erarbeiten von Lösungen für konkrete praktische Aufgabenstellungen lag der Fokus auch auf der Projekt- und Arbeitsorganisation sowie der Arbeitsweise innerhalb der zufällig gebildeten Kleingruppen. Gräßler hierzu: „Die Fallstudien erfordern aufgrund ihres Umfangs eine arbeitsteilige Herangehensweise, gleichzeitig aber auch eine hohe Interaktion mit anderen Gruppenmitgliedern. Die Bearbeitungszeit war so definiert, dass ein effizientes Projektmanagement gleichsam Voraussetzung für die erfolgreiche Bearbeitung war.“

Die beiden Fallstudien beinhalteten die Entwicklung eines innovativen Geschäftsmodells sowie die Konzeption und Konstruktion eines mechatronischen Produktes. Zur Bearbeitung der Fallstudien stand den Studierenden ein Methodenkatalog mit verschiedenen Methoden der Produktentstehung zur Verfügung. „Den Studierenden wird hierbei, im Gegensatz zu einer konventionellen Vorlesung oder Übung, der Lösungsweg komplett offen gelassen“, so Philipp Scholle, der die Lehrveranstaltung mit konzipiert hat. „Die Studierenden müssen selbstständig Methoden und Werkzeuge auswählen, um das geforderte Ziel zu erreichen. Damit wird die Problemlösungskompetenz insbesondere im Hinblick auf zukünftige wissenschaftliche und industrielle Herausforderungen gestärkt. Gleichzeitig wird die Fähigkeit zur Einarbeitung in neue Sachverhalte, Methoden und Werkzeuge verbessert. Dies ermöglicht den Studierenden später eine größere Flexibilität, indem sie frühzeitig trainieren, sich schneller in neue Themen und Problematiken einzuarbeiten.“

Das innovative Geschäftsmodell sowie das Konzept des mechatronischen Produktes waren jedoch nicht nur zu entwickeln, sondern mussten den Lehrenden auch entsprechend präsentiert werden. „Wir haben den Fokus dabei neben den etablierten Methoden wie Präsentationen auch um Aspekte wie eine wissenschaftliche Posterpräsentation oder einen Pitch erweitert, wie sie beispielsweise auf wissenschaftlichen Konferenzen oder der Vorstellung von Start-Up-Ideen üblich sind“, so Gräßler. „Hiermit wollen wir die Studierenden auch auf eine mögliche Karriere in der Forschung oder als Unternehmensgründer vorbereiten.“

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



Die neue Vorlesung beleuchtet die strategische Produktplanung im Zeitalter der Digitalisierung

### **Neue Lehrveranstaltung der Fachgruppe „Advanced Systems Engineering“**

**„Strategische Produktplanung im Zeitalter der Digitalisierung“ – ab dem Wintersemester 2019/2020 wird diese Lehrveranstaltung von der Fachgruppe „Advanced Systems Engineering“ unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu angeboten.**

Ziel der Lehrveranstaltung ist ein umfassender Überblick über Methoden und Werkzeuge der strategischen Planung im Zeitalter der Digitalisierung und deren Anwendung. Inhaltliche Schwerpunkte bilden die Potenzialfindung, die Produktfindung und die Geschäftsplanung. Dabei stehen intelligente technische Systeme mit einem hohen Software-Anteil im Fokus, für die Erfolgspotenziale und Handlungsoptionen der Zukunft ebenso erarbeitet werden sollen wie konkrete Produkt- und Dienstleistungsideen sowie Anforderungen. Darauf aufbauend lassen sich sowohl Geschäfts- als auch Produktstrategien konkretisieren und mit Geschäftsmodellen verfeinern.

Die Lehrveranstaltung setzt sich aus einer Vorlesung, einer Übung und einer begleitenden Case Study zusammen. Im Rahmen der Case Study wird ein durchgängiges Fallbeispiel aus der Praxis behandelt. Dieses umfasst den vollständigen Prozess der strategischen Produktplanung: von der Potenzialfindung über die Produktfindung bis zur Geschäftsplanung. Für jeden dieser Bereiche lernen die Studierenden in der Vorlesung Werkzeuge und Methoden kennen, die sie in der parallel stattfindenden Übung das erste Mal anhand ausgewählter Praxisbeispiele anwenden können. Welche der kennengelernten Ansätze die Studierenden zur Lösung ihrer Case Study anwenden, bleibt ihnen selbst überlassen. Die Veranstaltung lebt von den Ideen und kreativen Lösungsansätzen der Studierenden.

xisnahes Anwendungsbeispiel, wie es auch als Projekt der Fachgruppe „Advanced Systems Engineering“ durchgeführt wird, und bearbeiten es selbstständig in Teams. An festgelegten Meilenstein-Terminen müssen die Studierenden die bis dahin von ihnen erarbeiteten Ergebnisse im Rahmen einer Präsentation vortragen. Durch das regelmäßige Feedback verbessern die Studierenden neben den fachlichen auch ihre sozialen Kompetenzen.

Die Zielgruppe der Veranstaltung sind vor allem Studierende im Master Informatik, Wirtschaftsinformatik sowie Computer Engineering. Darüber hinaus sind jedoch auch Studierende der Masterstudiengänge Wirtschaftsingenieurwesen, Maschinenbau und Elektrotechnik eingeladen, sich für die Vorlesung anzumelden. Die hohe Interdisziplinarität ermöglicht die Bearbeitung spannender Fragestellungen und eröffnet einen interessanten Austausch der Studierenden. Durch den Dialog mit Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen der Fachgruppe „Advanced Systems Engineering“ können die Studierenden darüber hinaus von praktischen Erfahrungen profitieren und erhalten einen ersten Eindruck von der wissenschaftlichen Arbeit im Kontext der strategischen Planung im Zeitalter der Digitalisierung. Damit leistet die Veranstaltung auch einen wichtigen Beitrag zur Symbiose unterschiedlicher wissenschaftlicher Disziplinen – und folgt damit einem Grundgedanken des Heinz Nixdorf Instituts.

**Marvin Drewel, M.Sc.  
Advanced Systems Engineering**



Prof. Dr. Fahr stellt den Teilnehmenden seine Pilotstudie zur Rolle des Feedbacks bei der Mensch-Maschine-Interaktion vor.

## HNI-Forum zum Thema „Die Rolle von Feedback in der Mensch-Maschine-Interaktion“

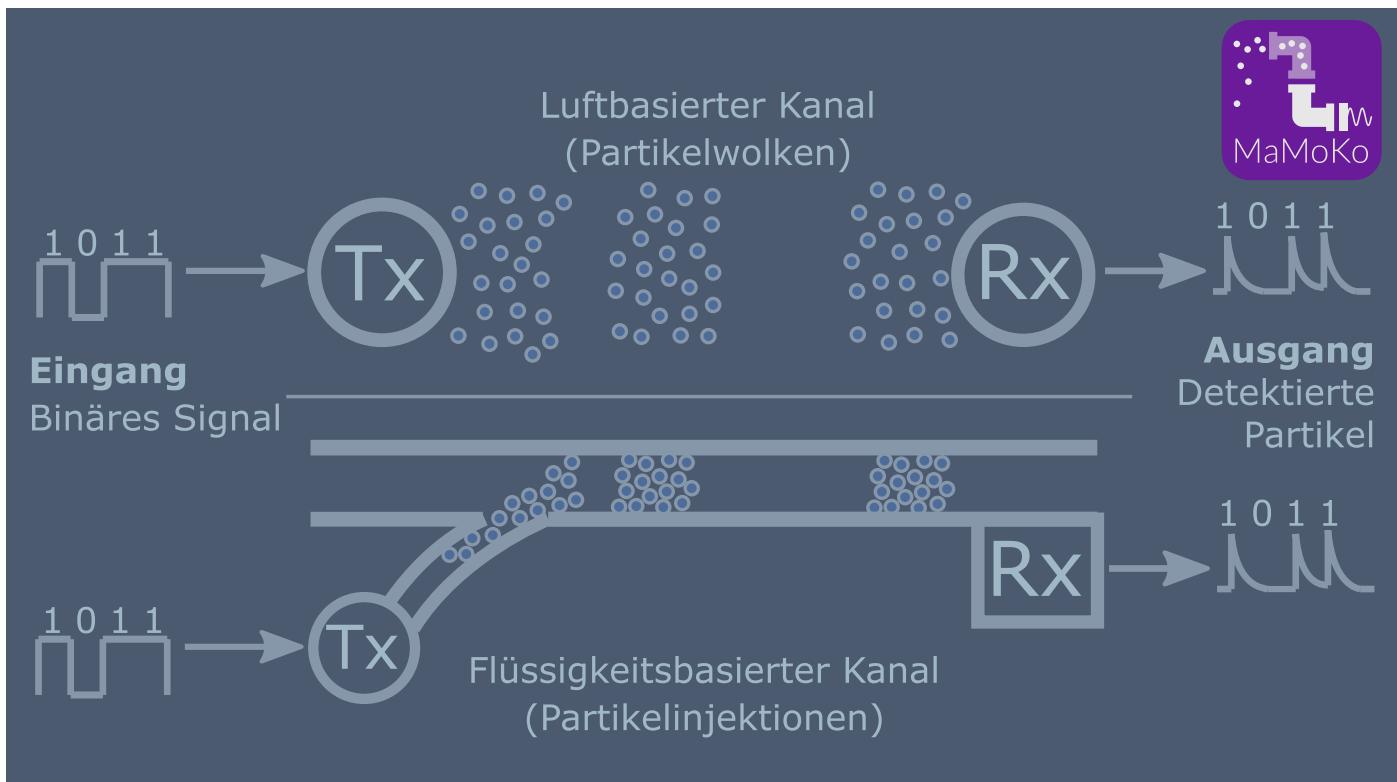
**Im Rahmen des HNI-Forums am 4. Juli 2019 stellten die Referenten Prof. Dr. René Fahr sowie Prof. Dr. Kirsten Thommes Forschungsansätze zu Feedback und dessen Bedeutung für menschliche Entscheidungen vor. Zielsetzung war es, den Teilnehmern und Teilnehmerinnen aktuelle Projekte näherzubringen und mögliche Lösungsansätze zu diskutieren.**

Als Inhaber des Lehrstuhls für Corporate Governance an der Universität Paderborn und wissenschaftlicher Direktor des Experimental-labors der wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät beschäftigt sich René Fahr unter anderem mit Schwerpunkten wie Behavioral Ethics und experimentelle Wirtschaftsforschung. Im Zuge seines Vortrags setzte er sich insbesondere mit der Steuerung und dem Verständnis von menschlichen Entscheidungen im Umgang mit cyber-physischen Systemen auseinander und untersuchte in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Daniel Quevedo und dem Lehrstuhl Regelungs- und Automatisierungstechnik die Rolle des Feedbacks bei Entscheidungsprozessen solcher Mensch-Maschine-Interaktionen. In seinem Vortrag erläuterte Prof. Fahr das Experimentaldesign einer Pilotstudie. Bei dieser trafen die nach Leistung vergüteten Probanden und Probandinnen Entscheidungen über die Steuerung von Drohnen mit Kameras und berichteten über das Verkehrsaufkommen an verschiedenen Knotenpunkten. Die Wissenschaftler prüften in diesem Zusammenhang, ob es abhängig von den Feedback-Prozessen und dem Informationswert des Feedbacks zu verzerrten Entscheidungen durch Selbstüberschätzung kommen kann, und führten als Beispiel das Hot-Hand-Phänomen an. Dabei handelt es sich um die positive Erwartung gegenüber dem Auftreten eines Ereignisses, dem bereits eine Folge des gleichen Ereignisses vorangegangen ist, also eine Glückssträhne. Von einer Hot Hand wird unter anderem im Sport gesprochen, wenn ein Basketballspieler den Korb mit höherer Wahrscheinlichkeit trifft, weil er unmittelbar zuvor mehrere Körbe erzielt hat. Prof. Fahr zufolge tritt dieses Verhalten bei den Experimental-

teilnehmern häufiger auf, wenn die Probanden und Probandinnen vollständiges anstatt periodisches Feedback bekommen. Künftig sollen diese ersten Erkenntnisse im Zuge einer ausführlicheren Studie detaillierter weiterverfolgt werden.

Mit einem weiteren experimentalen verhaltensökonomischen Ansatz beschäftigte sich Kirsten Thommes, Professorin für Organizational Behavior an der Universität Paderborn, im Rahmen ihrer Untersuchungen zu den Möglichkeiten des ständigen Feedbacks über „Digitale Nudges“. Nudges, die synonym als „Anstupser“ verstanden werden können, stellen eine Methode dar, bei der versucht wird, das Verhalten von Menschen auf vorhersagbare Weise zu beeinflussen, jedoch gleichzeitig die Verhaltensspielräume zu erhalten. Fokus ihres Vortrags legte Prof. Thommes beim HNI-Forum auf die Vorstellung einer Reihe von Feldexperimenten, bei denen die Auswirkung von digitalem Feedback auf das Fahrerverhalten von Lkw-Fahrern untersucht wurde. Die Anstupser wurden den Probanden/-innen in Form einer App präsentiert, über die sie Kennzahlen zu ihrem Fahrverhalten einsehen konnten. In diesem Kontext stellte sie heraus, dass Nudges und Feedback in der unternehmerischen Praxis häufig ignoriert und von den Fahrern als schwer nachzuvollziehen eingeschätzt werden. Zudem konnte Prof. Thommes im Laufe der verschiedenen Experimente eine Polarisierung entlang des Kompetenzspektrums der Fahrer feststellen. So zeigten schlechtere und sehr gute Fahrer ein besseres Fahrerverhalten nach digitalen Anstupsern, während es sich als schwierig herausstellte mittelgute Fahrer zu erreichen. Hier sieht Prof. Thommes insbesondere Ansätze für weitere Studien. Als Lösungsansatz für das Problem der Informationsüberlastung, die häufig aus komplexem Feedback resultiert, schlägt sie die Nutzung von unscharfem Feedback, bei dem die Kennzahlen nicht unmittelbar präsent sind, sowie eine Kombination von Feedback mit monetären Anreizen als Gewinnoption vor.

**Carolin Werner, B.Sc.  
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit**



Ein binäres Signal kann über einen Sender (Tx) beispielsweise durch die Luft oder ein flüssigkeitsdurchströmtes Rohr zum Empfänger (Rx) übertragen werden.

#### Erforschung von Simulationswerkzeugen für molekulare Netzwerke

**Ende 2018 startet das MaMoKo-Projekt an fünf deutschen Hochschulen, bei dem industrielle Anwendungen von molekularer Kommunikation entwickelt werden. Das Ziel der Paderborner Forscher: Die Simulation verschiedenster molekularer Netzwerke.**

Ob im Mobilfunk, Radio und Fernsehen oder wachsenden Feldern, wie dem autonomen Fahren oder dem „Internet of Thinsgs“, drahtlose Kommunikation ist heute weit verbreitet. Informationen werden dabei durch elektromagnetische Wellen vom Sender an ein oder mehrere Empfänger verschickt. Für bestimmte Anwendungsfälle ist diese Art der drahtlosen Kommunikation jedoch ungeeignet. Beispielsweise im medizinischen Bereich, wenn innerhalb des menschlichen Körpers kommuniziert werden soll. Auch im industriellen Kontext kann die Strahlung der Sender zum Problem werden. Etwa dann, wenn ihr Einsatz im Zusammenhang mit entzündlichen Stoffen zu gefährlich ist. Eine Lösung für diese Situationen kann molekulare Kommunikation sein. Anstelle elektromagnetischer Wellen werden kleinste Partikel im Mikro- bis Nanobereich zur Übertragung von Informationen eingesetzt. So kann ein digitales Signal beispielsweise durch das Ausstoßen von Partikeln kodiert werden. Empfänger müssen diese detektieren und das Signal abhängig von der messbaren Konzentration der Partikel rekonstruieren.

Im MaMoKo-Projekt, das vom BMBF mit über 3 Millionen Euro gefördert wird, untersuchen fünf Hochschulen industrielle Anwendungen für diese Technologie. Eine Gruppe aus Kiel experimentiert mit luftbasierten Partikeln, die pulsartig in den Raum gesprührt werden. In Erlangen werden magnetische Partikel in einem mit einer Flüssigkeit durchströmtem Rohrsystem genutzt. Diese Anordnungen dienen der Untersuchung molekularer Kommunikation für den späteren Einsatz in chemischen Anlagen, Pipelines, Luftschächten oder Tunnelsystemen. Um die relativ aufwendigen und kostspieligen Experimente mit sinnvollen Parametern durch-

zuführen, erstellen alle Gruppen im Vorfeld Simulationen. Klassische Simulatoren, wie sie beispielsweise für Sensor- oder Fahrzeugnetzwerke eingesetzt werden, kommen für die Betrachtung molekularer Kommunikation nicht in Betracht. Denn das Verhalten elektromagnetischer Wellen unterscheidet sich erheblich von dem der Partikel. Daher wurden in den einzelnen Gruppen unterschiedliche Lösungsansätze verfolgt, von eigenen analytischen Modellen über die Verwendung von allgemeinen physikalischen bis hin zu speziellen Simulatoren für molekulare Anwendungen.

Die Aufgabe der Fachgruppe „Verteilte eingebettete Systeme“ am Heinz Nixdorf Institut ist nun die Bereitstellung eines Simulationswerkzeugs, das die Anforderungen aller Fachgruppen bündelt und die Betrachtung komplexer Netzwerke in vertretbarer Rechenzeit ermöglicht. In der ersten Projektphase wurden zu diesem Zweck bereits bestehende Simulatoren getestet. Dabei gibt es nur wenige, die aktiv entwickelt werden. Sie konzentrieren sich auf kleine Szenarien mit wenig Sendern und Empfängern und geringen Abständen zwischen diesen. Auch die existierenden Modelle eines molekularen Kanals, der die Veränderung des Signals zwischen Sender und Empfänger beschreibt, genügen nicht den Projektanforderungen. So müssen im MaMoKo-Projekt chemische und physikalische Effekte unter den Partikeln und ihre durch Strömung hervorgerufene Bewegung stärker berücksichtigt werden. In der aktuellen Projektphase werden Möglichkeiten untersucht, um ein realitätsnahe Verhalten der Partikel in beliebig geformten, durchströmten Umgebungen abbilden zu können. Zu diesem Zweck sollen Fluidsimulatoren zur Vorberechnung von Vektorfeldern genutzt werden. In einem Prototyp können die Partikel dann dem Vektorfeld folgen und so Informationen zwischen Sender und Empfänger übertragen. Im weiteren Projektverlauf werden dann weitere Kräfte untersucht, wie etwa Gravitation, Diffusion sowie chemische und physikalische Einflüsse mit einbezogen.

Fabian Bronner, B.Sc.

Lukas Stratmann, M.Sc.

Verteilte eingebettete Systeme



---

**Ausgezeichnet und prämiert**



Bei der Übergabe der Ehrennadel: Prof. Dr. Burkhard Monien (links) und Professor Dr. iur. Wolfgang Löwer, NRW-AWK-Präsident.

#### **Prof. Dr. Burkhard Monien erhält Ehrennadel der Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften und der Künste**

**Prof. Dr. Burkhard Monien, emeritierter Informatikprofessor und Leibniz-Preisträger der Universität Paderborn, wurde eine weitere große Ehre zuteil: Am 15. Mai wurde ihm die Ehrennadel der Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften und der Künste (NRW-AWK) verliehen.**

Diese Ehrennadel wurde erst kürzlich eingeführt und wird nur an ausgewählte Akademie-Mitglieder für ihr besonderes Engagement für die Akademie verliehen. „Es ist bereits eine große Ehre, Mitglied der Akademie zu sein, und nun ehrt mich diese Akademie noch mit ihrer Ehrennadel – das hat mich schon sehr beeindruckt!“, sagt Prof. Monien zu seiner Ehrung. Bereits seit 1996 und als erster Informatiker überhaupt gehört er der Gelehrtengesellschaft an, welche seit 1970 die führenden Forscherinnen und Forscher des Landes NRW vereinigt.

Die Akademie ist in drei wissenschaftliche Klassen für Geisteswissenschaften, für Naturwissenschaften und Medizin sowie für Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften und in eine Klasse der Künste gegliedert. Zuvor ist die Ehrennadel der NRW-AWK erst zweimal verliehen worden. In diesem Jahr folgten nun vier weitere Verleihungen – eine pro Klasse. „Damit habe ich als erster Wissenschaftler meiner Klasse, der Klasse für Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften, diese Auszeichnung erhalten. Angesichts der vielen hervorragenden Köpfe meiner Klasse empfinde ich dies als etwas sehr Besonderes“, berichtet der Emeritus stolz.

Prof. Monien ist seit 1977 Professor an der Universität Paderborn. Als erster ordentlicher Professor des Fachs Informatik legte Monien im damaligen Fachbereich Mathematik die Grundlagen für das heutige Profil der Universität Paderborn. Über mehr als 20 Jahre war sein Fachgebiet die Theorie der Parallelrechner und ihrer Anwendungen in praktischer und angewandter Informatik. In

dieser Zeit gründete er unter anderem das „Paderborn Center for Parallel Computing“ (PC2) und war maßgeblich an der Gründung des Heinz Nixdorf Instituts beteiligt. Später verlagerte er seinen Forschungs-Schwerpunkt auf ein neues Themenfeld in der theoretischen Informatik – der Algorithmischen Spieltheorie – wo er ebenfalls zu den führenden europäischen Forschern zählt.

Die NRW-AWK wurde als Nachfolgeeinrichtung der Arbeitsgemeinschaft für Forschung des Landes NRW gegründet, welche im Jahr 1950 von Ministerpräsident Karl Arnold ins Leben gerufen wurde, um die Landesregierung beim Wiederaufbau des Landes zu beraten. Die NRW-AWK hat auch heute noch eine beratende Funktion für die Landesregierung, vor allem im Bereich der Forschungsförderung. Zusammen mit den sieben weiteren regionalen Wissenschaftsakademien in Deutschland bildet sie die Union der deutschen Akademien der Wissenschaften.

Insgesamt zählt die NRW-AWK fünf Mitglieder von der Universität Paderborn. Mit Prof. Monien zusammen sind folgende Paderborner Professorinnen und Professoren in der NRW-AWK:

- Prof. Dr. Friedhelm Meyer auf der Heide (Informatik)
- Prof. Dr. Franz J. Rammig (Informatik)
- Prof. Dr. Hartmut Steinecke (Neuere deutsche Literaturwissenschaft)
- Prof. Dr. Caren Sureth-Sloane (Betriebswirtschaftslehre)

**Luca Maria Barbara Jurczyk, B.A.**

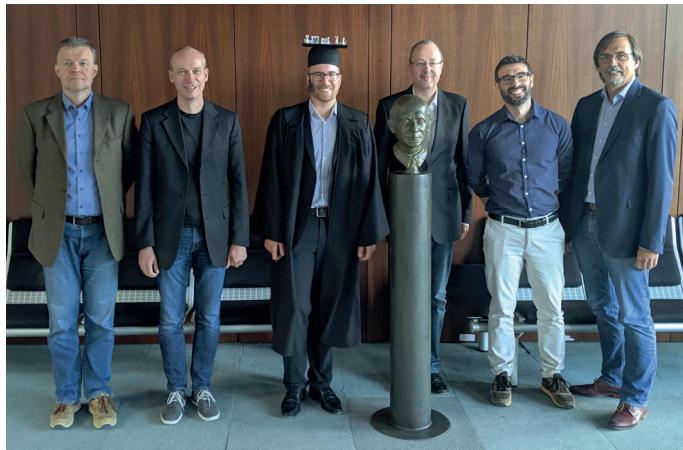
**Pressearbeit Fakultät Elektrotechnik, Informatik und Mathematik**

# Promotionen





Promotion Felix Erlacher (v.l.): Prof. Dr. Holger Karl, Prof. Dr.-Ing. Falko Dressler, Dr. Felix Erlacher, Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling, Prof. Dr. Eric Bodden, Jun.-Prof. Dr.-Ing. Christoph Sommer



Promotion Florian Hagenauer (v.l.): Dr. rer. nat. Matthias Fischer, Prof. Dr.-Ing. habil. Falko Dressler, Dr. Florian Hagenauer, Prof. Dr. Christian Scheideler, Marco Fiore PhD, Prof. Dr. Gregor Engels

## Felix Erlacher

### Efficient Intrusion Detection in High-Speed Networks

Um heutige Computer-Netzwerke in Betrieb zu halten, ist es unumgänglich, alle Angriffe und bösartigen Aktivitäten im Netzwerkverkehr zu entdecken. Diese Anforderung macht Angriffserkennung zu einem integralen Bestandteil jeder IT-Sicherheitsstrategie. In dieser PhD-Arbeit beschäftigen wir uns mit dem Problem der Angriffserkennung in Hochgeschwindigkeitsnetzwerken. Um eine zufriedenstellende Genauigkeit bei der Angriffserkennung zu erreichen, greifen moderne Angriffserkennungssysteme auf leistungsintensive Methoden wie Deep Packet Inspection (DPI) zurück und können deshalb nicht mehr mit dem Verkehrsaufkommen in Hochgeschwindigkeitsnetzen mithalten. Die Tatsache, dass Hochgeschwindigkeitsverbindungen heutzutage sogar in kleineren Firmen- und Campusnetzwerken weitverbreitet sind, unterstreicht die Wichtigkeit, welche die Entwicklung von effizienten Angriffserkennungssystemen hat. In dieser Arbeit schlagen wir neuartige Methoden für effiziente Angriffserkennung vor. Wir geben einen Überblick über die aktuelle Bedrohungslandschaft im Internet. Hierbei konzentrieren wir uns speziell auf Bedrohungen, welche mit der Einführung des sogenannten Web 2.0 entstanden. Wir untersuchen die aktuellen Gegenmaßnahmen und zeigen offene Problemstellungen auf. Dann zeigen wir, wie man die Effizienz von Anomalie-basierten Angriffserkennungssystemen erhöhen kann, indem wir mehrere Anomalieerkennungs-Algorithmen auf einer Maschine kombinieren. Durch die hohe Leistungsanforderung der kombinierten Algorithmen können zufällige Paketverluste auftreten, diese mildern wir durch eine neuartige Herangehensweise ab. Um den Datendurchsatz von Netzwerk-Monitoring-Vorrichtungen im Allgemeinen und Angriffserkennungssystemen im Speziellen zu erhöhen, schlagen wir zwei Methoden zur Vorverarbeitung von HTTP-Verkehr vor. Wir zeigen, dass beide Methoden die Menge der zu analysierenden Daten signifikant reduzieren und dabei die für die Angriffserkennung interessanten Daten erhalten.

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

## Florian Hagenauer

### An Architecture for Connected Cars Providing Virtual Infrastructure and Services

Seit mehreren Jahrzehnten gibt es die Idee von Smart Cities, die das Leben ihrer Bewohner auf verschiedene Weisen verbessern sollen. Diese Verbesserungen basieren auf Fortschritten in diversen Gebieten, u.a. bei Informations- und Kommunikationstechnologien sowie bei Mobilitäts-Konzepten. Diese beiden kombiniert ergeben vernetzte Autos. In dieser Dissertation wird das Potenzial von vernetzten Autos im Kontext von Smart Cities untersucht. Sie können zum einen genutzt werden, um Effizienz- und Infotainment-Services für Fahrer und Nicht-Fahrer anzubieten. Zum anderen können diese Fahrzeuge die Kommunikationsinfrastruktur ersetzen bzw. ergänzen, d.h. virtuelle Infrastruktur anbieten. Eine Grundidee hierbei ist es, vernetzte Autos zu gruppieren und dabei sogenannte Vehicular Clouds zu bilden. Dabei behandelt die Dissertation Forschungsfragen zu Cloud Access, Suche und Nutzung von Services sowie zur Verwendung von Ressourcen. Zuerst untersucht die Dissertation vernetzte Autos als Kernelement von Smart Cities. Die Ergebnisse zeigen, dass die vorgestellten Ansätze auch bei einer geringen Anzahl von vernetzten Autos gut funktionieren. Dieses Konzept wird auch adaptiert, um ländliche Gebiete und Autobahnen zu unterstützen. Des Weiteren wird untersucht, wie vernetzte Autos für eine virtuelle Netzwerkinfrastruktur genutzt werden können. Zuletzt untersuchte die Dissertation Clouds, welche mittels fahrenden Autos gebildet werden und wie diese ihre Daten organisieren. Zusammenfassend zeigen die entworfenen Architekturen, dass Ressourcen von vernetzten Autos gut geeignet sind, um Benutzer bei der Suche und Nutzung diverser Services zu unterstützen. Darüber hinaus sind besonders parkende Fahrzeuge durch die Nutzung ihrer Kommunikationsmöglichkeiten eine Alternative zum Aufbau neuer Infrastrukturen.

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



Promotion Meinolf Lukei (v.l.): Prof. Dr.-Ing. habil. A. Trächtler, Prof. Dr.-Ing. J. Gausemeier, Dr.-Ing. M. Lukei, Prof. Dr.-Ing. R. Dumitrescu, Prof. Dr.-Ing. D. Zimmer

## Meinolf Lukei

### Systematik zur integrativen Entwicklung von mechatronischen Produkten und deren Prüfmittel

Bei der Produktion mechatronischer Systeme, welche oftmals modular aufgebaut sind, stellen Prüfungen der Produktqualität einen wesentlichen Bestandteil dar. Die dafür genutzten Prüfmittel sind dabei in der Regel ebenfalls (modulare) mechatronische Systeme. Diese Prüfmittel werden häufig für diese Aufgabe mit großem Zeitaufwand konzipiert, entwickelt und produziert. Klassischerweise erfolgt die im Wesentlichen für (mechanische) Komponenten gedachte Prüfplanung sehr spät im Produktentstehungsprozess. Zur Prüfplanung ist die Prüfmittelauswahl oder, falls notwendig, die Prüfmittelentwicklung, zugehörig. Das Prüfmittel wird nicht als wesentlicher Teil des Produktionssystems integrativ zum Produkt entwickelt. Die vorgestellte Systematik zur integrativen Entwicklung von mechatronischen Produkten und deren Prüfmittel soll Fachleute bei der Planung und Durchführung der Entwicklung von mechatronischen Produkten, deren Produktionssystemen und insbesondere der damit verbundenen Prüfmittelentwicklung unterstützen. Die Prinziplösung mechatronischer Systeme, die oftmals auch im Sinne des Model Based Systems Engineering (MBSE) genutzt wird, bildet dafür die Basis. Die Systematik beinhaltet einen generischen integrativen Entwicklungsprozess, der durch ein Systemmodell und Hilfsmittel, wie z. B. den Morphologischen Kasten und die für diesen Zweck angepasste Methode CONSENS, unterstützt wird. Weiterhin ist erläutert, wie der generische Prozess situationsspezifisch an projekt- und unternehmensspezifische Randbedingungen angepasst werden kann. Die Systematik wird an einem Industriebispiel beschrieben; es handelt sich um ein innovatives modulares Wechselrichtersystem (ImWR), für das ein modulares und erweiterbares Prüfmittel konzipiert wird.

**Die Arbeit wird in Kürze in der Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts veröffentlicht.**



Promotion Manuel Malatyali (v.l.): Dr. rer. nat. Ulf-Peter Schroeder, Dr. Rainer Feldmann, Dr. rer. nat. Manuel Malatyali, Prof. Dr. Friedhelm Meyer auf der Heide, Prof. Dr. Christian Scheideler, Prof. Dr. Eckhard Steffen

## Manuel Malatyali

### Big Data: Sublinear Algorithms for Distributed Data Streams

Sensornetzwerke bestehen aus zahlreichen Knoten, die die Umgebung beobachten und in der Lage sind, diese Informationen an einen Server zu übermitteln. Der Server evaluiert eine Funktion (z. B. \ Maximum etc.) basierend auf den Informationen, die aktuell bei den Sensorknoten vorliegen. Zu diesem Zweck können die Sensorknoten und der Server Nachrichten schicken. Die Sensorknoten können an den Server, der Server wiederum Nachrichten direkt an einen Sensorknoten oder an alle Sensorknoten senden. Dabei haben alle oben genannten Nachrichten einheitliche Kosten. Das Ziel ist es, die gesamte Kommunikation zu minimieren, während der Server die gegebene Funktion berechnet. In diesem Setting werden zwei verschiedene Techniken angewendet: Zunächst wurden filterbasierte Protokolle betrachtet und mit einem optimalen Offline-Algorithmus verglichen, der die Eingabe im Voraus kennt und die Filter optimal bestimmt. Zweitens wurden Protokolle im Rahmen von dynamischen Algorithmen entworfen und analysiert. Das bedeutet, zwischen zwei Zeitpunkten, an denen eine Ausgabe berechnet wird, ändert sich nur für ein Bruchteil der Sensorknoten die beobachtete Information. Es wurden insbesondere Kommunikationsprotokolle entwickelt mit einem Kommunikationsaufwand, abhängig von der Anzahl der geänderten Sensoren.

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



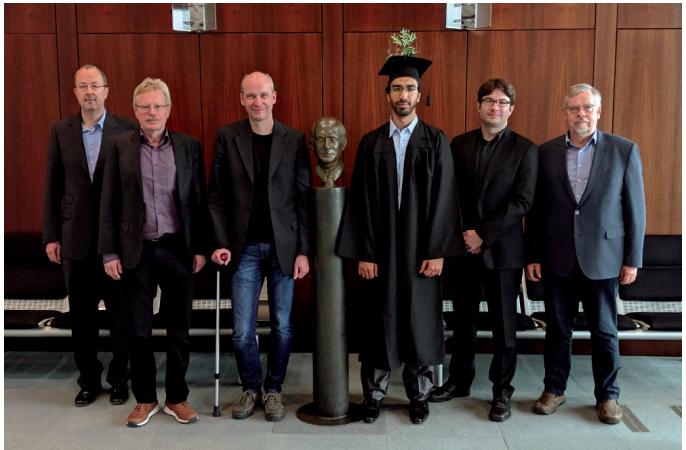
Promotion Tobias Mittag (v.l.): Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler, Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier, Dr.-Ing. Tobias Mittag, Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu, Prof. Dr. rer. nat. Thomas Tröster

### Tobias Mittag

#### **Systematik zur Gestaltung der Wertschöpfung für digitalisierte hybride Marktleistungen**

Mehr denn je kommt es darauf an, die technologischen Erfolgspotenziale der Digitalisierung in kurzer Zeit zu erschließen. Unternehmen forcieren hierbei vielfach einen Wandel vom Produzenten physischer Güter hin zu einem produzierenden Dienstleister. Die Erstellung digital veredelter Marktleistungen rückt in den Fokus. Neuartige Geschäftsmodelle müssen umgesetzt und leistungsfähige Unternehmensstrukturen geschaffen werden. Etablierten Unternehmen fällt es jedoch häufig schwer, die bewährte Geschäftslogik und die historisch gewachsenen Wertschöpfungssysteme neu zu gestalten. Ziel dieser Arbeit ist eine Systematik zur Gestaltung der Wertschöpfung für digitalisierte hybride Marktleistungen. Deren Basis bildet eine idealtypische Wertschöpfungsstruktur zur Analyse bestehender Strukturen sowie als Ausgangspunkt der Gestaltung. Grundlage dieser bilden Transformationstreiber. Sie beschreiben Grundbausteine von digitalisierten hybriden Marktleistungen, die in der zukünftigen Wertschöpfungsstruktur abgebildet werden müssen. Als Hilfsmittel zur Umsetzung werden Referenzlösungen bereitgestellt. Ein Vorgehensmodell und geeignete Werkzeuge unterstützen beim Einsatz der Systematik. Deren Anwendung erfolgt exemplarisch anhand eines Praxisbeispiels im Bereich der additiven Fertigung.

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



Promotion Muhammad Nabeel (v.l.): Prof. Dr. Christian Scheideler, Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. habil. Robert Weigel, Prof. Dr.-Ing. habil. Falko Dressler, Dr. Muhammad Nabeel, Jun.-Prof. Dr.-Ing. Christoph Sommer, Prof. Dr. Friedhelm Meyer auf der Heide

### Muhammad Nabeel

#### **Reliable Communication in Distributed Sensor Networks**

Sensornetzwerke haben in der Vergangenheit aufgrund ihres selbst organisierten Betriebs große Aufmerksamkeit erlangt. Diese Dissertation befasst sich deshalb mit heterogenen Sensornetzwerken, in denen Backbone- oder Boden-Knoten ein Kernnetzwerk bilden, über das Daten an eine Senke geliefert werden und mobile Knoten Lokalisierungs- und Nachbarschafts-Informationen zu diesem Backbone-Netzwerk senden. Im Fehlerfall gehen die übertragenen Informationen verloren und müssen daher erneut übertragen werden. In Anbetracht extrem energiebeschränkter Knoten sind solche Neuübertragungen äußerst teuer. Daher konzentrieren wir uns auf die Verbesserung der Energieeffizienz und der Zuverlässigkeit der Kommunikation in solchen Sensornetzwerken. Wir beginnen mit der Untersuchung einer quadratischen Sub-Carrier-Modulation zusammen mit Binary Phase Shift Keying (BPSK) zur gleichzeitigen Übertragung von Lokalisierungsinformationen und Daten auf einem einzelnen Träger. Um die Leistung sowohl in Simulationen als auch in praktischen Experimenten zu bewerten, entwickeln wir das gesamte System auf einer Software Defined Radio (SDR)-basierten Plattform. Unsere Ergebnisse zeigen, dass die Sub-Carrier-Modulation nur geringfügig schlechter abschneidet als BPSK. Wenn jedoch beide zusammen verwendet werden, wird Energie am mobilen Knoten eingespart. Anschließend richten wir unsere Aufmerksamkeit auf eine verbesserte Zuverlässigkeit der Kommunikation. Dafür nutzen wir die verteilte Struktur des Bodennetzes aus und verwenden es als verteiltes Antennenarray, um Diversity Combining anzuwenden. Um diese Technik effizient einzusetzen zu können, schlagen wir das Konzept der selektiven Sampleweiterleitung vor. Wir bauen auf unserer SDR-basierten Implementierung auf und zeigen experimentell, dass der vorgeschlagene Ansatz die Packet Delivery Rate (PDR) um mehr als 10% verbessert. Abschließend befassen wir uns mit den Kosten der Weiterleitung der empfangenen Informationen an eine zentrale Senke, bei der Diversity Combining angewendet wird. Wir untersuchen einen baumbasierten Algorithmus, der Diversity Combining zu einem früheren Zeitpunkt im Netzwerk an lokalen Bodenknoten realisiert. Unsere Ergebnisse zeigen, dass unser Algorithmus in Bezug auf Energieverbrauch, Kanalauslastung und erforderlicher Datenrate die naive, zentralisierte Lösung übertrifft.

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



Promotion Anja Schierbaum (v.l.) Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler, Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier, Dr.-Ing. Anja Schierbaum, Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu, Prof. Dr.-Ing. Detmar Zimmer

---

### Anja Schierbaum

---

#### **Systematik zur Ableitung bedarfsgerechter Systems Engineering Leitfäden im Maschinenbau**

Der technologische Wandel und insbesondere die Informations- und Kommunikationstechnologie verändern die Erzeugnisse im Maschinenbau und damit auch die Produktentstehung. Die Systeme sind interdisziplinär und können nicht mehr aus dem Blickwinkel einer einzelnen Fachdisziplin entwickelt werden. Etablierte primär fachdisziplinorientierte Entwicklungsmethodiken stoßen an ihre Grenzen. Systems Engineering (SE) unterstützt die erforderliche fachgebietsübergreifende Herangehensweise und kann als Lösungsansatz dienen. SE ist nicht neu, trotzdem konnten bisher nur wenige Unternehmen des Maschinenbaus eine solche Herangehensweise umsetzen. Daher bedarf es einer Systematik, die es den Unternehmen ermöglicht, einen ihrem Bedarf entsprechenden SE-Leitfaden abzuleiten. Dabei ist die Weiterentwicklung von SE zu berücksichtigen und Nutzenpotenziale sind aufzuzeigen. Ziel dieser Arbeit ist eine Systematik zur Ableitung bedarfsgerechter SE-Leitfäden. Sie umfasst vier Bestandteile: 1) eine Übersicht über Nutzenpotenziale des SE, 2) ein Vorgehensmodell zur Ableitung von SE-Leitfäden, 3) eine Bedarfsanalyse, die Unternehmen bei der Identifikation von Verbesserungspotenzialen hinsichtlich der interdisziplinären Produktentwicklung unterstützt, sowie 4) ein Werkzeugkoffer zur Auswahl geeigneter Lösungen. Dieser stellt Prozessschritte, Methoden und Rollen sowie ihre Zusammenhänge bereit. Die Systematik unterstützt die Unternehmen, die Nutzenpotenziale des SE für ihren Bedarf zu identifizieren und entsprechende Methoden schrittweise zu implementieren. Die Anwendung der Systematik wird anhand eines Anwendungsfalls aus der Praxis demonstriert.

**Die Arbeit wird in Kürze in der Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts veröffentlicht.**

# Personalien



---

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

---

**Neue Mitarbeiter**



**M.Sc. Philipp Hesse.**  
Maschinenbau  
seit: Mai 2019

---

**Softwaretechnik**  
Prof. Dr. Eric Bodden

---

**Neue Mitarbeiter**



**M.Sc. Marcus Nachtigall**  
Informatik  
seit: Juni 2019



**M.Sc. Michael Schlichtig**  
Informatik  
seit: September 2019

**Ausgeschiedene Mitarbeiter**

**M.Sc. Christopher Gerking**  
seit: Juli 2019

---

**Schaltungstechnik**  
Prof. Dr.-Ing. Christoph Scheytt

---

**Neue Mitarbeiter**



**M.Sc. Tobias Schwabe**  
Electrical engineering  
seit: Juni 2019



**M.Sc. Maxim Weizel**  
Elektrotechnik  
seit: Juni 2019

---

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

---

**Neue Mitarbeiter**



**M.Sc. Lukas Stratmann**  
Informatik  
seit: Juli 2019

---

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

---

**Ausgeschiedene Mitarbeiter**

**M.Sc. Julian Echterfeld**  
seit: Februar 2019

---

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

---

**Neue Mitarbeiter**



**M.Sc. Simon Pukrop**  
Informatik  
seit: August 2019

**Ausgeschiedene Mitarbeiter**

**Dr. rer. nat. Manuel Malatyali**  
seit: Juli 2019  
jetzt: 4Brands Reply, Gütersloh

---

**Wissenschaftstheorie und Philosophie der Technik**  
Prof. Dr. Volker Peckhaus

---

**Ausgeschiedene Mitarbeiter**

**PD Dr. Matthias Wille**  
seit: Februar 2019  
jetzt: Freistaat Thüringen

# Veranstaltungen



## Ein Forum für Strategen – Erfahrungsaustausch auf hohem Niveau

**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 acatech – 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 50 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)

# 15. SYMPOSIUM FÜR VORAUSSCHAU UND TECHNOLOGIEPLANUNG

**21. und 22. November 2019  
Berlin**

- » Methoden und Werkzeuge für zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung
- » Innovative Anwendungen und Erfahrungsberichte
- » Intensiver Dialog von Wissenschaft und Wirtschaft



**acatech**  
DEUTSCHE AKADEMIE DER  
TECHNIKWISSENSCHAFTEN

**Fraunhofer**  
INNOVATION

**HEINZ NIXDORF INSTITUT**  
UNIVERSITÄT PADERBORN

---

**Impressum**

---

**Herausgeber**

Heinz Nixdorf Institut  
Prof. Dr.-Ing. Ansgar Trächtler  
(Vorstandsvorsitzender)

**Redaktion, Koordination, Realisierung und**

Katharina Stemmer, M.A.

Carolin Werner, B.A.

Herstellung Tamara Abalhad, B.A.

E-Mail: redaktion@hni.upb.de

**Kontakt**

Kerstin Hille  
Heinz Nixdorf Institut  
Universität Paderborn  
Fürstenallee 11  
33102 Paderborn  
Telefon: +49 (0) 5251 | 60 62 11  
www.hni.uni-paderborn.de

**Bildnachweise**

Titel: © Adobe Stock/gen\_A  
Inhalt (Bild 1): © PHOMAX  
Inhalt (Bild 2): © Adobe Stock/Péter  
Mács  
Inhalt (Bild 3): © PHOMAX  
Seite 2: © Fotolia/Victoria  
Seite 4: © iStock/omda\_info  
Seite 6: © Unsplash/Christian Wiediger  
Seite 7: © it's OWL Clustermanagement  
GmbH  
Seite 8 (Messe): © Deutsche Messe AG/  
HM19\_H05\_13\_1560289  
Seite 8 (Gebäude): © L-Università ta' Malta  
Seite 10: © fotolia/RioPatuca Images  
Seite 12: © Adobe Stock/MuzzyCo  
Seite 20: © Fraunhofer IEM  
Seite 21 (CogniCrypt): © Fraunhofer IEM  
Seite 21 (Richtlinie): © Fraunhofer IEM  
Seite 29: © iStock/muchomor  
Seite 30: © AWK NRW/Andreas Erdmann  
Seite 31: © iStock/mustafahacalaki  
Seite 36: © fotolia/équipe  
Seite 38: © shutterstock/hvostik

**Druck**

Druckerei Lindhauer  
Zur Alten Kapelle 15  
33129 Delbrück

**Copyright**

Heinz Nixdorf Institut,  
Universität Paderborn  
Alle Rechte, insbesondere das Recht  
der Vervielfältigung und Verbreitung  
sowie der Übersetzung vorbehal-  
ten. Jede Verwertung ist ohne Zustim-  
mung des Herausgebers unzulässig.

**Auflage**

650



---

„Technologischer Wandel  
erfolgt nicht durch Revolution,  
sondern durch **Evolution**,  
durch unendlich viele kleine **Schritte**,  
die man stetig tun muss.“ Heinz Nixdorf, † 1986