



# Fraunhofer

IEM

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ENTWURFSTECHNIK MECHATRONIK IEM





**FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR  
ENTWURFSTECHNIK MECHATRONIK IEM**

**JAHRESBERICHT  
2016**



# VORWORT DES DIREKTORIUMS

2011 sind wir mit dem Ziel gestartet, das erste Fraunhofer-Institut in Ostwestfalen-Lippe zu werden. Sechs spannende und erfolgreiche Jahre später haben wir als neu gegründetes Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM dieses Ziel erreicht. Aus diesem Grund ist der erste Jahresbericht für uns ein besonders wichtiger Meilenstein. Er steht nicht nur für das vergangene Jahr 2016, sondern insgesamt für die hinter uns liegenden Gründungs- und Wachstumsjahre. Vieles hat sich seit 2011 rasend schnell entwickelt. Waren wir zu Beginn noch sechs Mitarbeiter, werden wir in Kürze den 100. Mitarbeitenden fest anstellen. Entsprechend ist unser Gesamthaushalt in den letzten Jahren gewachsen – allein in 2016 ist dieser von 5,8 Mio. € auf 7,9 Mio. € angestiegen.



Es sind aber nicht Zahlen, sondern einzelne Highlights, die uns in Erinnerung bleiben. Der Gewinn des Spitzenclusters 2012, der die Kooperationskultur zwischen Wirtschaft und Wissenschaft entscheidend intensiviert, zählt sicherlich dazu. Auch der Besuch des damaligen Bundespräsidenten Joachim Gauck im letzten Jahr ist für eine solch junge Forschungseinrichtung eine besondere Ehre gewesen, an die wir noch lange denken werden.

In den vergangenen Jahren hat sich aber auch die Forschung weiterentwickelt. Unsere mechatronischen Systeme zeichnen sich immer mehr durch digitale und vernetzte Lösungen aus; die hierzu notwendige Entwurfstechnik begeistert uns weiterhin und stellt spannende Forschungsfragen an unsere drei

Forschungsbereiche Regelungstechnik, Produktentstehung und Softwaretechnik. Mit der Berufung von Eric Bodden an die Universität Paderborn und seine Aufnahme ins Direktorium haben wir zudem einen ausgewiesenen IT-Sicherheitsexperten gewonnen. Sein Gewinn des Deutschen IT-Sicherheitspreises im letzten Jahr ist ein weiteres besonderes Highlight.

Wir haben daher allen Grund, stolz auf das Erreichte und unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zu sein. Unser Dank gilt den Partnern und Förderern aus Wirtschaft, Politik und Wissenschaft für ihre Unterstützung.

Wir wünschen Ihnen viel Freude beim Lesen unseres ersten Jahresberichts und freuen uns auf die weitere Zusammenarbeit.

Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler  
Institutsleiter  
Direktor Regelungstechnik

Prof. Dr. Eric Bodden  
Direktor Softwaretechnik

Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu  
Direktor Produktentstehung



## DAS FRAUNHOFER IEM IM PROFIL

- 8 Wir sind Fraunhofer! Unsere Erfolgsgeschichte
- 10 Organisation und unsere Grundsätze des Handelns
- 12 Das Fraunhofer IEM in Zahlen | Kuratorium
- 14 Labore und Prüfeinrichtungen



## FORSCHUNGSBEREICH REGELUNGSTECHNIK

- 30 Übersicht über den Forschungsbereich
- 32 Projekte und Gruppen



## UNSER NETZWERK

- 16 Die Fraunhofer-Gesellschaft | Internationale Kooperationen
- 18 Innovationsregion Ostwestfalen-Lippe
- 20 Leitprojekt Digital in NRW | Technologie-Netzwerk it's OWL
- 22 Unternehmensnetzwerke | Stimmen unserer Partner



## FORSCHUNGSBEREICH PRODUKTENTSTEHUNG

- 36 Übersicht über den Forschungsbereich
- 38 Projekte und Gruppen
- 45 KOMMIT e.V.



## **JAHRES- RÜCKBLICK 2016**

- 24** Bundespräsident Joachim Gauck in OWL
- 26** Veranstaltungshighlights 2016

# **INHALT**



## **FORSCHUNGSBEREICH SOFTWARETECHNIK**

- 46** Übersicht über den Forschungsbereich
- 48** Security by Design
- 50** Projekte und Gruppen
- 52** Auszeichnungen, Ernennungen und Preise | Promotionen
- 54** Ihr Weg zu uns | Impressum

# WIR SIND FRAUNHOFER! UNSERE ERFOLGSGESCHICHTE

## PROLOG 2007-2010

### KONZEPTPAPIER:

#### »WARUM EIN FRAUNHOFER-INSTITUT IN OSTWESTFALEN-LIPPE?«

Basis der Pläne für eine Fraunhofer-Projektgruppe ist ein im Herbst 2007 erstelltes Konzeptpapier über Bedarfe und Nutzen eines Fraunhofer-Instituts in der Maschinenbauregion Ostwestfalen-Lippe (OWL). Das Konzeptpapier wird von OWL Maschinenbau und einem Industriearbeitskreis von 17 namenhaften Unternehmen aus OWL mit ihrem Sprecher Dr. Eduard Sailer, Geschäftsführer Miele & Cie. KG erarbeitet.



### START DER VERHANDLUNGEN FÜR DIE PROJEKTGRUPPE

Bereits 2008 finden erste Gespräche zwischen regionalen Wirtschaftsvertretern, dem Präsidium der Uni Paderborn, der Fraunhofer-Gesellschaft und dem Ministerium für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie des Landes NRW statt.



### GRUNDLAGEN: SFB 614 UND DAS PROJEKT ENTIME

Am Heinz Nixdorf Institut entsteht eine fachgebietsübergreifende Entwurfstechnik, deren Methoden in der späteren Fraunhofer-Projektgruppe weiterentwickelt werden. Der Sonderforschungsbereich (SFB) 614 (Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus, 2002-2013) und das Projekt ENTIME (Entwurfstechnik Intelligente Mechatronik, 2009-2013) sind richtungsweisend.

Sonderforschungsbereich 614  
Selbstoptimierende Systeme  
des Maschinenbaus



### AUFTAKT DER PROJEKTGRUPPE

Am 21. April 2010 feiert die Fraunhofer-Projektgruppe für Entwurfstechnik Mechatronik ihre Auftaktveranstaltung. Aufgrund des Regierungswechsels im Mai 2010 verzögert sich der offizielle Start; die neue NRW-Wissenschaftsministerin Svenja Schulze führt die Pläne jedoch nahtlos fort.



### SPATENSTICH ZUKUNFTSMEILE 1

Am 7. Juli 2010 erfolgt der Spatenstich für die Zukunftsmeile 1 in direkter Nachbarschaft zum Heinz Nixdorf Institut. Prof. Nikolaus Risch (Präsident der Universität Paderborn) und Dr. Michael Stückradt (Staatssekretär im NRW-Wissenschaftsministerium) freuen sich mit OWL auf das Technologiezentrum, das die Universität Paderborn, Stadt und Kreis Paderborn sowie das Land NRW finanzieren.



## GRÜNDUNGSPHASE 2011

### START DER PROJEKTGRUPPE

Zum 1. März 2011 nimmt die Fraunhofer-Projektgruppe für Entwurfstechnik Mechatronik zusammen mit dem Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT in Aachen als Mutterinstitut offiziell ihre Arbeit auf. Mit Prof. Ansgar Trächtler als Leiter sowie Prof. Jürgen Gausemeier und Prof. Wilhelm Schäfer als Führungstrio starten zunächst sechs Wissenschaftler im W-Gebäude am Campus der Universität Paderborn.

### ERSTMALIG AUF DER HANNOVER MESSE

Schon vor Gewinn des Spitzenclusters vertritt die Region OWL selbstbewusst die Marke it's OWL. In diesem Zuge stellt das junge Fraunhofer-Team 2011 seine Arbeit auf dem it's OWL-Stand auf der Hannover Messe vor, wie hier dem Paderborner CDU-Abgeordneten Carsten Linnemann (rechts im Bild).



### LEITPROJEKT TRAFFIS

Im Projekt TRAFFIS (Test- und Trainingsumgebung für fortgeschrittene Fahrerassistenzsysteme, 2011-2013) baut die Fraunhofer-Projektgruppe Kompetenzen im Bereich der Simulation von Fahrerassistenzsystemen auf der Basis einer rekonfigurierbaren Fahrsimulatorplattform aus.

### UMZUG IN DIE ZUKUNFTSMEILE 1

Nach der feierlichen Eröffnung im November 2011 mit NRW-Wissenschaftsministerin Svenja Schulze und Prof. Dr. Fritz Klocke (Leiter des Fraunhofer IPT) bezieht die Fraunhofer-Projektgruppe mit einer Reihe anderer Mieter die Zukunftsmeile 1, welche das Fraunhofer IEM im Jahr 2017 auch als Institutsgebäude erwerben wird.





## ERSTE ERFOLGE 2012-2013

### STRATEGISCHE KOOPERATION MIT MIELE

Seit Beginn arbeitet die Projektgruppe zusammen mit der Miele & Cie. KG an der Entwicklung innovativer Technologien. Zum Einsatz kommen modellbasierte Herangehensweisen und Methoden, um Steuergeräte zu entwickeln. Ein Highlight ist ein Systems Engineering-Demonstrator, der gemeinsam mit Dassault Systèmes für die Hannover Messe 2015 entwickelt wird. Seit 2016 arbeiten Miele und Fraunhofer an sicheren Vernetzungstechnologien und der strategischen Weiterentwicklung interner Engineering-Prozesse.



### GEWINN DES SPITZENCLUSTER-WETTBEWERBS

Am 19. Januar 2012 gewinnt die Region OWL den Spitzencluster-Wettbewerb des BMBF. Ein Erfolg auch für die Projektgruppe – Dr. Roman Dumitrescu (Abteilungsleiter Produktentstehung) wird it's OWL-Geschäftsführer. Für die Entwicklung des Fraunhofer IEM ist it's OWL ein wichtiger Katalysator. Besonders das Themenfeld Systems Engineering und der Technologietransfer in den Mittelstand werden hier inhaltlich verantwortet.



### SVENJA SCHULZE ÜBERBRINGT FINANZIERUNGSZUSAGE FÜR IT'S OWL

Am 8. Mai 2012 besucht NRW-Wissenschaftsministerin Svenja Schulze die Zukunftsmeile 1 und überbringt die Finanzierungszusage für das Management des Spitzenclusters it's OWL. Die Fraunhofer-Projektgruppe übernimmt Schlüsselpositionen im Management von it's OWL.



### WISSENSCHAFTSFORUM INTELLIGENTE TECHNISCHE SYSTEME

Die Fraunhofer-Projektgruppe ist am 18./19. April 2013 erstmalig Mitveranstalter des hochkarätigen Wissenschaftsforums und entwickelt diese Veranstaltung gemeinsam mit dem Heinz Nixdorf Institut und it's OWL stetig zu einem Aushängeschild der Forschung in OWL weiter.



### TDSE 2012 – TAG DES SYSTEMS ENGINEERING IN PADERBORN

In 2012 findet der Tag des Systems Engineering (TdSE) erstmalig in Paderborn im Heinz Nixdorf MuseumsForum statt. Bei der größten deutschsprachigen Konferenz zum Thema Systems Engineering im deutschsprachigen Raum bringen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Fraunhofer-Projektgruppe insbesondere ihre Kenntnisse im Bereich Model-Based Systems Engineering (MBSE) sowie im Bereich von Software-Tools ein.

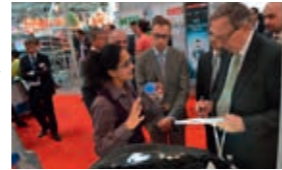
### STUDIE »SYSTEMS ENGINEERING IN DER INDUSTRIELLEN PRAXIS«

Gemeinsam mit dem Heinz Nixdorf Institut und der UNITY AG erarbeitet die Fraunhofer-Projektgruppe 2013 ein fundiertes Bild über das Leistungsvermögen von Systems Engineering (SE) und den derzeitigen Stand in Praxis sowie Aus- und Weiterbildung. Die Studie ist ein voller Erfolg in Industrie und Forschung.



### EVALUIERUNG DES SPITZENCLUSTERS IT'S OWL

Auf der Hannover Messe 2014 findet die Evaluierung des Spitzenclusters it's OWL statt. Auch die Fraunhofer-Projektgruppe stellt Vertretern des BMBF und des Projektträgers erfolgreiche it's OWL-Projekte vor. Die Gutachter sind mehr als überzeugt, die Evaluierung des Spitzenclusters verläuft erfolgreich.



### SYSTEMS ENGINEERING LIVE LAB

Im SE LIVE LAB erprobt und vergleicht die Fraunhofer-Projektgruppe seit 2015 neueste Methoden und Werkzeuge für die Entwicklung technischer Systeme. Das Kompetenzzentrum ermöglicht es Industrie und Forschung, in Schulungen und Pilotprojekten Systems Engineering und Model-Based Systems Engineering umzusetzen.



### IM GESPRÄCH MIT BUNDESKANZLERIN ANGELA MERKEL

Anlässlich der CeBIT 2015 ist Paderborner Expertise auch bei der Bundesregierung gefragt: Dr. Roman Dumitrescu führt ein Gespräch mit Bundeskanzlerin Angela Merkel zum Themenfeld »Industrie 4.0«, welches online bundesweit zu sehen ist.



Die Kanzlerin »direkt«

### EVALUIERUNG DER PROJEKTGRUPPE

Zur Entwicklung einer Fraunhofer-Projektgruppe gehört nach fünf Jahren Laufzeit eine Evaluierung. Am 10. März 2015 stellt sich die Projektgruppe einer Kommission aus Wirtschaft, Wissenschaft sowie der Fraunhofer-Zentrale. Es gibt grünes Licht: Mit einem einstimmigen und sehr positiven Votum spricht sich die Kommission für die Weiterführung der Projektgruppe, eine baldige Aufnahme in die Bund-Länder-Förderung und die Eigenständigkeit aus.



### EIGENSTÄNDIGKEIT DES FRAUNHOFER IEM

Am 13. November 2015 beschließt der Bund-Länder-Ausschuss der Fraunhofer-Gesellschaft die dauerhafte Einrichtung der Projektgruppe und die Aufnahme in die Bund-Länder-Finanzierung. Zum 1. Januar 2016 wird aus der Projektgruppe des Fraunhofer IPT in Aachen eine eigenständige Fraunhofer-Einrichtung. Damit ist das Fraunhofer IEM aber noch kein Institut: Innerhalb eines Jahres gilt es nun, sich zu bewähren und die Nachhaltigkeit der eigenen Arbeit zu beweisen.



### PROF. TRÄCHTLER WIRD MITGLIED BEI ACATECH

Prof. Ansgar Trächtler wird Ende 2015 neues Mitglied der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (acatech). Damit ist der Leiter des Fraunhofer IEM nach den Professoren Burkhard Monien, Franz Josef Rammig, Jürgen Gausemeier, Wilhelm Dangelmaier, Wilhelm Schäfer und Artur Zrenner der siebte Hochschulprofessor der Universität Paderborn, der diese Auszeichnung erhält.



### PROF. BODDEN WIRD DIREKTOR DER ABTEILUNG SOFTWARETECHNIK

Zum 1. Januar 2016 wird Prof. Eric Bodden Direktor der Abteilung Softwaretechnik. Sowohl hier als auch als Leiter der gleichnamigen Fachgruppe am Heinz Nixdorf Institut tritt der IT-Sicherheitsexperte die Nachfolge von Prof. Wilhelm Schäfer an.



### HANDS ON INDUSTRIE 4.0: ONLINE-KURS BEI ACATECH

Wie können Unternehmen den digitalen Wandel mitgestalten? Dr. Roman Dumitrescu und Prof. Jürgen Gausemeier geben Antworten in einer Onlinevorlesung von acatech zum Thema »Intelligente technische Systeme und Systems Engineering«. Sie wird zur Hannover Messe 2016 veröffentlicht.



### EXPERTISE IM BEREICH MID

Die Expertise des Fraunhofer IEM für die Technologie Molded Interconnect Devices (MID) spiegelt sich 2016 in zwei neuen Ämtern wider: Dr. Roman Dumitrescu wird in den Forschungsbeirat der Forschungsvereinigung 3-D MID e.V. gewählt und übernimmt den Vorsitz des VDE/VDI-Fachausschusses Mechatronisch integrierte Baugruppen (MID).



### »DIGITAL IN NRW – DAS KOMPETENZENZENTRUM FÜR DEN MITTELSTAND«

Seit 2016 leitet das Fraunhofer IEM eine Geschäftsstelle im Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum »Digital in NRW«. Ziel ist es, die Themen Digitalisierung und Vernetzung für kleine und mittlere Unternehmen in NRW aufzubereiten sowie konkrete und kostenfreie Angebote für die Umsetzung zu machen. »Digital in NRW« ist eines von derzeit 11 Kompetenzzentren des BMWi.



### QUALIFIZIERUNGSPROGRAMM FÜR WISS. MITARBEITER

Wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter am Fraunhofer IEM sollen von Beginn an ein klares Qualifizierungsziel und -profil entwickeln. Ihr Promotionsvorhaben ist dabei zentraler Bestandteil. Im Sommer 2016 erstellt das Fraunhofer IEM gemeinsam mit dem Heinz Nixdorf Institut ein Konzept, um diese Ziele allen wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern zu ermöglichen.

### NRW-REGIERUNG BE- SCHLIESST FORTFÜHRUNG VON IT'S OWL

it's OWL überzeugt: Im September 2016 beschließen die fünf Fraktionen im Landtag NRW einstimmig, den Spitzencluster it's OWL über 2017 hinaus fortzuführen. Das Fraunhofer IEM unterstützt die Weiterentwicklung der Clusterstrategie.



## ETABLIERUNG 2014-2016

### BESUCH DES BUNDESPRÄSIDENTEN

Eine Reise nach OWL führt Bundespräsident Joachim Gauck auch ins Fraunhofer IEM. Hier lernt er die Vision der Entwicklungsarbeit der Zukunft kennen. Während der Podiumsdiskussion von it's OWL zum Thema »Arbeit der Zukunft« lobt der Bundespräsident den Mut und Kooperationsgeist der Region sowie ihrer Menschen, »die ans Gelingen glauben«.



### IT-SICHERHEITSPREIS FÜR PROF. BODDEN

Im Oktober 2016 gewinnt Prof. Eric Bodden mit seinem Team den 6. Deutschen IT-Sicherheitspreis. Die Horst Görtz Stiftung verleiht ihn für die Entwicklung einer vollautomatischen Extraktion sicherheitsrelevanter Informationen aus Android-Apps.



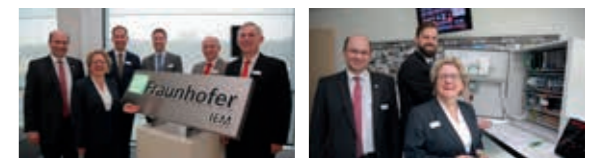
### ROMAN DUMITRESCU WIRD PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT PADERBORN

Roman Dumitrescu (Direktor des Fraunhofer IEM und Geschäftsführer für Strategie, Forschung und Entwicklung des Spitzenclusters it's OWL) ist seit dem 22. Dezember 2016 auch Professor für Advanced Systems Engineering am Institut für Informatik der Universität Paderborn (Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik). Damit sind alle drei Direktoren des Fraunhofer IEM auch Professoren an der Uni Paderborn.



### GRÜNDUNG FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ENTWURFSTECHNIK MECHATRONIK IEM

Im Jahr 2016 hat das Fraunhofer IEM bewiesen, dass seine bisherige Erfolgsgeschichte Bestand hat: Seit dem 1. Januar 2017 hat es offiziellen Institutsstatus. Damit ist das Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM das erste Fraunhofer-Institut und zugleich die erste außeruniversitäre eigenständige Forschungseinrichtung in der Region Ostwestfalen-Lippe.



Am 31. März 2017 feiert das Institut gemeinsam mit Svenja Schulze (Wissenschaftsministerin des Landes NRW), Dr. Raoul Klingner (Direktor Forschung der Fraunhofer-Gesellschaft), Prof. Rüdiger Kabst (Vizepräsident für Technologietransfer und Marketing der Universität Paderborn), Dr. Eduard Sailer (Kuratorium Fraunhofer IEM) sowie mit zahlreichen weiteren Gästen offiziell seine Eröffnung.

# ORGANISATION UND UNSERE GRUNDSÄTZE DES HANDELNS

## ORGANISATIONSSTRUKTUR DES FRAUNHOFER IEM

### Direktorium

Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler (Institutsleiter)  
 Prof. Dr. Eric Bodden  
 Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu

### Marketing und Kommunikation

Verwaltung  
 Michael Grafe

### Forschungsbereich Regelungstechnik

Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler

**Regelungstechnik**  
 Dr.-Ing. Christian Henke

**Selbstopтимierung**  
 Dr.-Ing. Christian Henke

**Fahrzeugtechnik**  
 Christopher Lankeit

**Automatisierungstechnik**  
 Dr.-Ing. Christian Henke

**Smart Home**  
 Jan Michael

### Forschungsbereich Produktentstehung

Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu

**Produkt- und Produktionsmanagement**  
 Dr.-Ing. Arno Kühn

**Innovationsmanagement**  
 Daniel Röltgen

**Produktionsmanagement**  
 Dr.-Ing. Arno Kühn

**Produktentwicklung**  
 Dr.-Ing. Harald Anacker

**Integrierte Mechatronische Systeme**  
 Christoph Jürgehake

**Produkt-Service-Systeme**  
 Thorsten Westermann

**Mensch-Technik-Interaktion**  
 Dr.-Ing. Harald Anacker

## UNSERE GRUNDSÄTZE DES HANDELNS



### PROFESSIONALITÄT

#### Wir wollen den Erfolg.

Wir sind erfolgreich, wenn wir das, was wir zusagen, auch verwirklichen und die Anerkennung unserer Partner aus Wirtschaft und Wissenschaften finden. Das erfordert klare Ziele, perfekte Geschäftsprozesse, Umsetzungsstärke sowie Überzeugungskraft und die Fähigkeit, Resultate optimal darzustellen.



### KREATIVITÄT

#### Gute Ideen bilden die Basis für den Erfolg.

Kreativität beruht auf der unorthodoxen Verknüpfung von Wissen. Das heißt, wir müssen viel wissen, aber auch ständig »über den Tellerrand schauen«. Das erfordert Neugierde und die Fähigkeit, mit anderen Menschen zu kommunizieren, aber auch eine stimulierende Umgebung ohne Barrieren.

---

**Forschungsbereich Softwaretechnik**  
Prof. Dr. Eric Bodden

---

**Digital Engineering  
and Collaboration**  
Dr.-Ing. Christian Tschirner

**Softwaretechnik**  
Dr. Matthias Meyer

**Digital  
Engineering**  
Dr.-Ing. Lydia Kaiser

**Software-  
entwicklungsmethoden**  
Dr. Matthias Meyer

**Smart  
Collaboration**  
Dr.-Ing. Christian Tschirner

**Softwarequalität**  
Matthias Becker

**Abteilung**  
Abteilungsleiter

**Gruppe**  
Gruppenleiterin/  
Gruppenleiter



### ZUSAMMENARBEIT

**Sie macht aus guten Ideen noch bessere.**

Wir erzielen effizient eine hohe Wirkung, wenn wir zusammenarbeiten. Zusammenarbeit hilft, Bewährtes zu erkennen und darauf aufzubauen, bevor »das Rad neu erfunden wird«. Zusammenarbeit erfordert gut informierte Akteure, die wissen, dass Informieren eine Bring- und Holschuld ist.



### ATMOSPHÄRE

**Wir arbeiten freundschaftlich zusammen.**

Kommunikation und Kooperation, aber auch Konfliktbewältigung klappen immer dann besonders gut, wenn Menschen sich gut kennen. Daher gehen wir freundlich, aufrichtig und wohlwollend miteinander um. Das verbessert den Zugang zu unseren Kolleginnen und Kollegen und vermeidet Missverständnisse.

# DAS FRAUNHOFER IEM IN ZAHLEN

## MITARBEITERENTWICKLUNG 2016

Im Jahr 2016 waren insgesamt 154 festangestellte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter für das Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM tätig – davon 97 (über 75%) im wissenschaftlichen Bereich. Diese wurden von 21 technischen und administrativen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern unterstützt.

2011	2012	2013	2014	2015	2016	
17	27	37	50	59	76	Wissenschaftliches Personal
5	14	27	34	55	57	Studentische Hilfskräfte
2	5	6	9	12	21	Technisches und administratives Personal
<b>24</b>	<b>46</b>	<b>70</b>	<b>93</b>	<b>126</b>	<b>154</b>	

## GESAMTHAUSHALT 2016

Die Gesamtausgaben des Jahres 2016 beliefen sich auf 7,9 Mio. €, wovon 5,7 Mio. € als Personalaufwand und 1,9 Mio. € als Sachaufwand entstanden. In die technische Ausstattung des Fraunhofer IEM wurden 300.000 € investiert. Die Finanzierung des Gesamthaushalts setzt sich wie folgt zusammen:

- Industriaufträge: 3,3 Mio. €, das entspricht ca. der Hälfte der externen Erträge
- Vertragsforschung für die öffentliche Hand: 3,5 Mio. €, davon 3,3 Mio. € von Bund und Ländern
- Zuschuss aus der institutionellen Förderung des Bundes und der Länder: 1,1 Mio. €

2011	2012	2013	2014	2015	2016	
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	Institutionelle Förderung
0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	Forschungsförderung/Sonstige
0,5	1,4	2,0	2,2	3,4	3,4	Öffentliche Erträge (Bund und Länder)
0,6	1,3	1,4	1,9	2,3	3,3	Wirtschaftserträge
<b>1,1</b>	<b>2,7</b>	<b>3,4</b>	<b>4,2</b>	<b>5,8</b>	<b>7,9</b>	= Gesamthaushalt in Mio. €

# DAS KURATORIUM DES FRAUNHOFER IEM

Das Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM wird durch ein Kuratorium beraten, dem Mitglieder aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Verwaltung angehören.

## MITGLIEDER DES KURATORIUMS

### **HANS BECKHOFF**

Geschäftsführender Gesellschafter Beckhoff Automation GmbH, Verl

### **STEFFEN BERSCH**

Vorstand GEA Group Aktiengesellschaft, Düsseldorf

### **PROF. DR.-ING. CHRISTIAN BRECHER**

Stellv. Institutsleiter Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT, Aachen

### **CARMEN GEHRING**

Referat 512 Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit, BMBF, Bonn

### **DR. THOMAS GRÜNEWALD**

Staatssekretär im Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf

### **DR. CARSTEN LINNEMANN**

Mitglied des Deutschen Bundestages, Berlin

### **WOLF D. MEIER-SCHEUVEN**

Präsident Industrie- und Handelskammer Ostwestfalen zu Bielefeld, Bielefeld

### **PROF. DR.-ING. MIRA MEZINI**

Vizepräsidentin für Forschung und Innovation, Technische Universität Darmstadt, Darmstadt

### **SIMONE PROBST**

Vizepräsidentin für Wirtschafts- und Personalverwaltung, Universität Paderborn, Paderborn

### **DR. EDUARD SAILER**

Ehemaliger Geschäftsführer der Miele & Cie. KG, Gütersloh

### **HANS-DIETER TENHAEF**

Vorstandssprecher OWL MASCHINENBAU e.V., Bielefeld

### **JÖRG TIMMERMANN**

Vorstandsvorsitzender Weidmüller Holding AG & Co. KG, Detmold

# LABORE UND PRÜFEINRICHTUNGEN

Einen Schwerpunkt unserer Arbeit bildet die Auftragsforschung. Wir beteiligen uns an öffentlich geförderten Projekten und bieten Kunden aus der Wirtschaft Dienstleistungen im Bereich Forschung und Entwicklung an. Für die produkt- und anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung steht dem Fraunhofer IEM eine umfangreiche technische Infrastruktur zur Verfügung, die unsere Kompetenzen sinnvoll ergänzt.



## SYSTEMS ENGINEERING LIVE LAB

Das **Systems Engineering LIVE LAB** in Paderborn ist ein Kompetenzzentrum, in dem neueste Methoden und Werkzeuge für die Entwicklung technischer Systeme erprobt, verglichen und angewendet werden. Industrie und Forschung kommen hier zusammen. Unsere Angebote sind SE-Schulungen und -Pilotprojekte, Systems Engineering-Rol (Return on Investment) sowie Model-Based Development. Als Kompetenzzentrum nutzen und schulen wir alle etablierten SE-Methoden und -Sprachen.

Unsere Partner und Kunden profitieren von zahlreichen Best Practices und unserem breiten Branchen Know-how. Als neutraler Partner unterstützen wir alle gängigen SE-Tools und begleiten unsere Kunden von der Schulung über SE-Pilotprojekte bis zur erfolgreichen Einführung von Systems Engineering im Unternehmen.

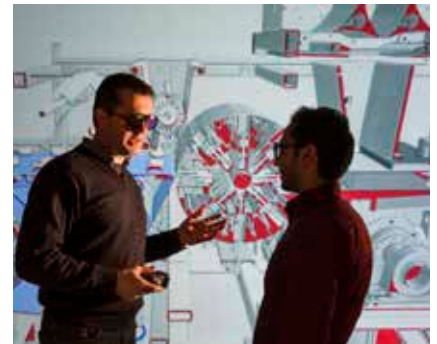
[www.selive.de](http://www.selive.de)



## MIDLAB

Hohe Funktionsdichte auf kleinem Raum und die damit einhergehende Miniaturisierung sind wichtige Erfolgsfaktoren für das Internet der Dinge (IoT). Die Technologie »Molded Interconnect Devices« (MID) eröffnet dem Design dieser Systeme den Weg in die dritte Dimension. In unserem **MIDLab** entwickeln wir innovative Prototypen für integrierte mechatronische Systeme auf Basis der Technologie MID. Prototypen sind notwendig, um die Vielzahl von elektronischen, mechanischen und thermischen Wechselwirkungen sowie die starken Abhängigkeiten vom Herstellungsprozess korrekt abzuschätzen.

Interessierte Unternehmen erhalten die Möglichkeit, erste Ideen und Produktkonzepte frühzeitig umzusetzen. In Zusammenarbeit mit Partnern realisieren wir für unsere Kunden auch Kleinstserien.



## HD-VISUALISIERUNGSZENTRUM

Mit interaktiven virtuellen Prototypen machen wir in unserem **HD-Visualisierungszentrum** die virtuelle Produktentstehung lebendig und Produkte für unsere Kunden erfahrbar: Lange vor Inbetriebnahme können unsere Kunden durch ein virtuelles Modell ihrer Produkte navigieren und so ein einheitliches Verständnis von diesen entwickeln. Diese frühzeitigen Design Reviews verbessern die Kommunikation im Entwicklungsprozess und helfen, Entwicklungsfehler zu vermeiden sowie Risiken und Kosten zu reduzieren.

Wir begleiten unsere Kunden bei der Planung, Vorbereitung und Durchführung solcher Design Reviews. Das HD-Visualisierungszentrum unterstützt uns dabei mit den neuesten Augmented und Virtual Reality (AR/VR)-Technologien und steht unseren Partnern aus Forschung und Industrie zur Verfügung.



### ZENTRUM FÜR FAHRSIMULATION

Unser **Zentrum für Fahrsimulation** ist ein multifunktionales Ausbildungs-, Test- und Demonstrationszentrum. Der rekonfigurierbare Fahr Simulator ist richtungsweisend bei der Entwicklung fortgeschrittener Fahrerassistenzsysteme. Die Umgebung ermöglicht eine frühzeitige Funktionsabsicherung fortgeschrittener Fahrerassistenzsysteme und deren Teilkomponenten (bspw. Kamerasystem, multimodale Sensorik etc.).



Hydraulisch betriebener Hexapod für das effiziente Testen von Fahrzeugachsen in einem breiten Frequenzband.

### HYDRAULISCHE PRÜF- UND TESTUMGEBUNGEN

Mithilfe unserer **hydraulischen Prüf- und Testumgebungen** (Hardware-in-the-Loop-Testumgebungen) können Systemkomponenten getestet und ausgelegt werden. Ein Fokus liegt hierbei auf dem Testen von Fahrwerkregelsystemen wie z.B. geregelten Federungen, Dämpfern und Stabilisatoren. Aber auch andere Szenarien sind in der Testumgebung denkbar: So können z.B. Prüflinge vermessen oder Lebensdauertests durchgeführt werden. Auch Parameterstudien im Rahmen von Design of Experiments (DoE) sind möglich.



X-in-the-Loop-Laborfläche mit Klimakammer für Systemtests unter beliebigen und reproduzierbaren Klimabedingungen.

### X-IN-THE-LOOP-LABOR

Moderne Entwicklungen benötigen reproduzierbare Tests unter reproduzierbaren Bedingungen entlang des gesamten Entwicklungsprozesses. Im **X-in-the-Loop-Labor** (XiL-Labor) wird dies in integrierten Entwicklungs- und Testumgebungen ermöglicht. Unterschiedliche Techniken wie Model-, Software-, Processor- und Hardware-in-the-Loop sowie Rapid-Control-Prototyping werden eingebunden und unterstützen während Entwurfs-, Integrations- und Testphasen. Die spezifizierten Anforderungen werden bei der Komponentenentwicklung für reproduzierbare und intensive Tests erster (Teil-)Prototypen genutzt. Durch virtuelle Teilsysteme sind effiziente Entwicklungsprozesse möglich.

# UNSER NETZWERK IN DER FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT



## DIE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

**Fraunhofer** ist die größte Forschungsorganisation für anwendungsorientierte Forschung in Europa. Unter ihrem Dach arbeiten 69 Institute und Forschungseinrichtungen an Standorten in ganz Deutschland. 24 500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erzielen das jährliche Forschungsvolumen von 2,1 Milliarden Euro. Die Forschungsfelder richten sich nach den Bedürfnissen der Menschen: Gesundheit, Sicherheit, Kommunikation, Mobilität, Energie und Umwelt. Dadurch hat die Arbeit der Fraunhofer-Forscherinnen und -Forscher großen Einfluss auf das zukünftige Leben der Menschen. Fraunhofer ist kreativ, gestaltet Technik, entwirft Produkte, verbessert Verfahren, eröffnet neue Wege. Fraunhofer erfindet Zukunft.

In **Fraunhofer-Verbänden** organisieren sich fachlich verwandte Institute und treten gemeinsam am Markt für Forschung und Entwicklung auf. Verbände wirken in der Unternehmenspolitik und bei der Umsetzung des Funktions- und Finanzierungsmodells der Fraunhofer-Gesellschaft mit. Institute mit unterschiedlichen Kompetenzen kooperieren in **Fraunhofer-Allianzen**, um ein Geschäftsfeld gemeinsam zu bearbeiten und zu vermarkten. Das Fraunhofer IEM bringt als Mitgliedsinstitut seine Expertise im Verbund Produktion sowie in der Allianz Adaptronik ein.

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



## VERBUND PRODUKTION

Der **Fraunhofer-Verbund Produktion** ist ein Forschungs- und Entwicklungspartner für das produzierende Gewerbe. Das Fraunhofer IEM ist eins von sieben Instituten und zwei Fraunhofer-Einrichtungen, die ein breit gefächertes Angebot an Technologien und Dienstleistungen bereitstellen, um Unternehmen fit zu machen – fit für die »Produktion der Zukunft«.

Das Fraunhofer IEM stellt hierbei insbesondere seine Kompetenzen für die modellbasierte Entwicklung selbstoptimierender, sicherer Produktionssysteme zur Verfügung, die vom Systementwurf bis zur detaillierten Ausarbeitung in den Fachdisziplinen reichen. Zusammen mit den Partnerinstituten des Verbundes arbeitet das Fraunhofer IEM unter anderem daran, eine sichere Cloud-Infrastruktur für Industrie 4.0-Lösungen aufzubauen – das Virtual Fort Knox.

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



## ALLIANZ ADAPTRONIK

Die **Fraunhofer-Allianz Adaptronik** beschäftigt sich mit der Entwicklung, Anwendung sowie Optimierung von intelligenten Materialsystemen und Komponenten. Durch ihre Zusammenarbeit in der Allianz wollen die Institute den Anwendern einen zentralen Ansprechpartner für die Systementwicklung anbieten und so dazu beitragen, komplexe Aufgaben der Adaptronik effizienter zu lösen.

Das Fraunhofer IEM bringt als eins von insgesamt sieben Mitgliedsinstituten sein umfassendes Know-how im Bereich von Entwurfsmethoden intelligenter technischer Systeme ein. Durch die langjährige Erfahrung im Bereich Regelungstechnik wird ein wichtiger Baustein der Adaptronik integriert. In zahlreichen Forschungs- und Industrieprojekten wurden Funktionswerkstoffe und intelligente Aktuatoren untersucht und eingesetzt.

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

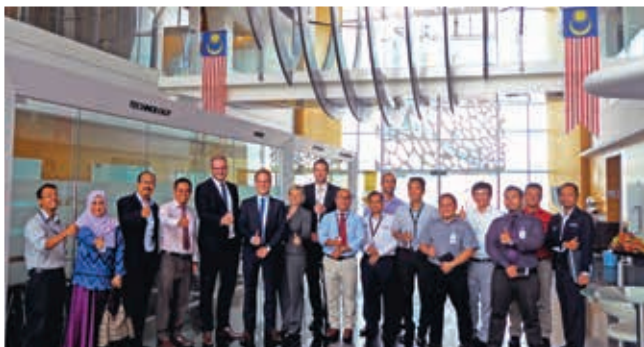


# INTERNATIONALE KOOPERATIONEN

## WISSENSCHAFTLICHE PARTNERSCHAFT

### MIT DER UNIVERSITI TEKNOLOGI MARA IN MALAYSIA

Schon seit mehreren Jahren besteht eine wissenschaftliche Partnerschaft zwischen dem Fraunhofer IEM und der **Universiti Teknologi MARA** (UiTM) in der Region Kuala Lumpur, Malaysia. Im Jahr 2012 wurde ein erster German-Malaysian-Workshop mit dem Ziel eines intensiven, wissenschaftlichen Austauschs auf dem Gebiet der Entwicklung mechatronischer Systeme initiiert. Der Workshop wird seitdem im jährlichen Turnus sowie abwechselnd in Deutschland und Malaysia veranstaltet. Darüber hinaus wurde 2015 erstmals vor Ort in Malaysia eine Systems Engineering-Schulung durchgeführt. Durch einen Studierenden-austausch wird die malaysische Kooperation verstetigt. Ziel des Fraunhofer IEM ist es, die Zusammenarbeit zu intensivieren und das Fraunhofer-Modell in Malaysia zu etablieren.



Die malaysisch-deutsche Delegation zu Besuch beim Automobilhersteller Proton in Kuala Lumpur, Malaysia.

## PROJEKTE UND KOOPERATIONEN

### MIT UNTERNEHMEN UND UNIVERSITÄTEN IN JAPAN

Zusammen mit der **Keio University** in Tokio sowie Unternehmen wie **Nissan**, **ISID** (Information Services International-Dentsu, Ltd.) und **Toyota** treibt das Fraunhofer IEM Projekte und Kooperationen in Japan voran. In der japanischen Industrie wächst ähnlich wie in der deutschen das Interesse am Entwicklungsansatz Systems Engineering (SE). Die Suche nach Expertise führte bereits einige japanische Unternehmen nach Ostwestfalen-Lippe.

Konkrete Projekte ergaben sich beispielsweise mit Nissan: Im vergangenen Geschäftsjahr erweiterte Nissan mit Unterstützung durch das Fraunhofer IEM seinen Entwicklungsprozess um neue Aspekte und zugehörige Methoden. Bei einem Training in Japan lernten Mitarbeiter von Nissan die Modellierungstechnik CONSENS sowie weitere Methoden des Systems Engineerings detailliert kennen. Mit der renommierten Keio University in Tokio plant das Fraunhofer IEM den Aufbau einer langfristigen Forschungskooperation.

Gemeinsame Projekte, der Einsatz innovativer Werkzeuge und eine beginnende Forschungskooperation – all das zeigt, dass das Fraunhofer IEM nicht nur in Deutschland und Europa, sondern weltweit erfolgreich agiert.



Unternehmensvertreter der japanischen Automobilindustrie und von ISID zu Gast beim Fraunhofer IEM in Paderborn.

Englischsprachige Informationen  
über das Fraunhofer IEM finden Sie hier:  
[www.iem.fraunhofer.de/en](http://www.iem.fraunhofer.de/en)

# INNOVATIONSREGION OSTWESTFALEN-LIPPE

## INNOVATIONSREGION OSTWESTFALEN-LIPPE (OWL)

Die **Region Ostwestfalen-Lippe** zählt mit ihren primären Branchen Maschinen- und Anlagenbau, Elektro- und Elektronikindustrie sowie Automobilzulieferindustrie zu den wirtschaftsstärksten Standorten in Europa. Die Unternehmen dieser Branchen erwirtschafteten 2016 einen Jahresumsatz von 17 Mrd. € (+ 20% zu 2010) und bieten Arbeitsplätze für rund 75.000 Beschäftigte.

In Nordrhein-Westfalen (NRW) ist die Region in der industriellen Wertschöpfung führend und hat ein ausgesprochen hohes Zukunftspotential. NRW gehört mit Baden-Württemberg und Bayern zu den drei wichtigsten Landesclustern in der Produktionstechnik. NRW belegt zudem in der kürzlich erschienenen Studie »European Cities and Regions of the Future 2016/17« Platz 3 in der Kategorie Wirtschaftspotential und Platz 1 insgesamt unter den 25 Zukunftsregionen Europas.

Grundlage für die Ausschöpfung derartiger Potentiale ist die Verzahnung der klassischen Produktion mit Informations- und Kommunikationstechnologien. Gerade auch in diesem Punkt ist die Region bestens aufgestellt. So belegt Paderborn mit einem Beschäftigungsanteil von fast 4,5% Rang 11 unter den Top 25-Standorten der Software- und IT-Dienstleistungsbranche. Dies äußert sich auch in der strategischen Ausrichtung der Universität Paderborn, die auf dem Gebiet des Zusammenwirkens von Informatik und Ingenieurwissenschaften eine herausragende Stärke aufweist. Dafür steht insbesondere das Heinz Nixdorf Institut.



### ZUKUNFTSMEILE FÜRSTENALLEE

Die **Zukunftsmeile Fürstenallee** hat in Paderborn ein Forschungs- und Entwicklungscluster für innovative Produkt- und Produktionsinnovationen aufgebaut. Der Schwerpunkt dieses Clusters liegt auf intelligenten technischen Systemen. Diese Stoßrichtung schließt neue Leistungserstellungsprozesse sowie Entwurfs- und Fertigungsverfahren ein und bedeutet auch eine intelligente Kombination von Sach- und Dienstleistungen.

[www.zukunftsmeile-fuerstenallee.de](http://www.zukunftsmeile-fuerstenallee.de)



*Die Zukunftsmeile Fürstenallee ist eine Initiative von Wirtschaft und Wissenschaft für Produkt- und Produktionsinnovationen.*



### HEINZ NIXDORF MUSEUMSFORUM

Das **Heinz Nixdorf MuseumsForum (HNF)** ist das größte Computermuseum der Welt und zudem ein lebendiger Veranstaltungsort. Auf 6.000 m<sup>2</sup> Ausstellungsfläche präsentieren sich 5.000 Jahre Geschichte, Gegenwart und Zukunft der Informationstechnik von der Entstehung der Zahl und Schrift 3.000 v. Chr. bis in das Computerzeitalter des 21. Jahrhunderts. Die mehr als 2.000 ausgestellten Objekte werden in einem breit angelegten sozial- und wirtschaftshistorischen Kontext gezeigt, so dass die Ausstellung nicht nur für Computerspezialisten interessant ist. Das Forum ergänzt die Ausstellung durch ein umfangreiches Veranstaltungsangebot. Vorträge, Workshops und Tagungen thematisieren den weit reichenden Einfluss der Informationstechniken auf Mensch und Gesellschaft. Damit widmet sich das HNF Fragen der Orientierung und Bildung des Menschen in der modernen Informationsgesellschaft.

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



### HEINZ NIXDORF INSTITUT

Das **Heinz Nixdorf Institut** ist ein interdisziplinäres Forschungsinstitut der Universität Paderborn. Entstanden durch das Engagement von Heinz Nixdorf, ist es das Ziel, intelligente technische Systeme zu entwickeln. Auf dem Weg zu diesen Systemen wachsen Informatik und Ingenieurwissenschaften zusammen. Mit Hilfe innovativer Herangehensweisen und Techniken werden kühne Konzeptionen für intelligente technische Systeme entwickelt, die anpassungsfähig und robust sind, vorausschauend handeln und benutzerfreundlich konzipiert sind. Daraus ergeben sich Impulse für intelligente technische Systeme und entsprechende Dienstleistungen für die globalen Märkte von morgen.

Als führendes Forschungsinstitut gibt das Heinz Nixdorf Institut entscheidende Impulse für die Praxis. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler erkennen auch Probleme von morgen frühzeitig und arbeiten an deren Lösung. Innerhalb der Lehre und Ausbildung von Studierenden, Doktorandinnen und Doktoranden engagiert sich das Institut intensiv, um den Nachwuchskräften die notwendigen Fach-, Methoden- und Sozialkompetenzen zu vermitteln. Pro Jahr promovieren hier etwa 20 Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler. Die Forschungsarbeit der neun Professorinnen und Professoren und insgesamt 150 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter orientiert sich an dem Programm »Dynamik, Mobilität, Vernetzung: Eine neue Schule des Entwurfs der technischen Systeme von morgen«.

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



Der am Heinz Nixdorf Institut entwickelte Achsprüfstand mit hydraulischen Hexapoden zur Nachbildung von Straßenanregungen unter Echtzeitbedingungen.

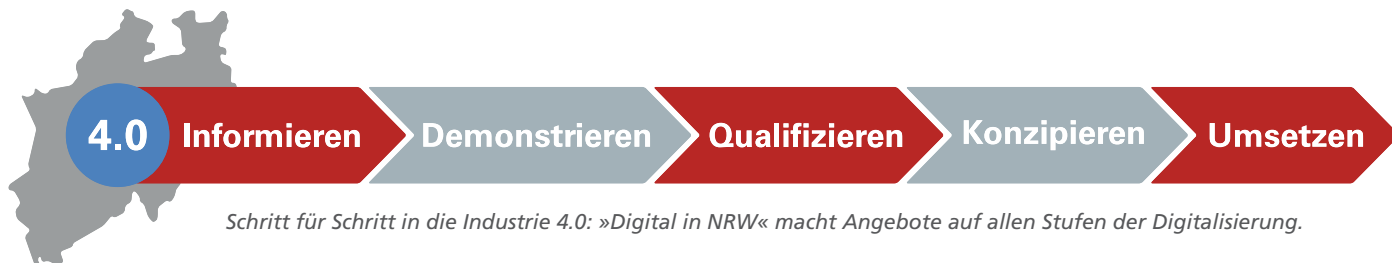
# LEITPROJEKT DIGITAL IN NRW

## DIGITAL IN NRW

DAS KOMPETENZZENTRUM  
FÜR DEN MITTELSTAND



Seine langjährige Erfahrung mit dem Mittelstand bringt das Fraunhofer IEM in »Digital in NRW – Das Kompetenzzentrum für den Mittelstand« ein. Rund 25 verschiedene kostenfreie und praxisorientierte Formate haben die Experten von Digital in NRW entwickelt, um die Digitalisierung für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) greifbar und verständlich zu machen sowie gemeinsam Lösungen zu schaffen. So haben Unternehmen die Möglichkeit, sich der Industrie 4.0 zu nähern – egal auf welchem Level der Digitalisierung sich die Produkte und Prozesse befinden.



### Informieren: Industrie 4.0 verstehen

Was genau ist Industrie 4.0? Wie genau kann mein Unternehmen davon profitieren? Um erste Informationen zur digitalen Transformation zu geben, ist Digital in NRW u.a. mit Vorträgen und Infoständen auf zahlreichen Veranstaltungen unterwegs. Für individuelle Gespräche bieten sich Formate wie Unternehmenssprechstunden am Fraunhofer IEM an.

### Demonstrieren: Digitalisierung erleben

Digitalisierung praxisnah und anwendungsbezogen: Wo kann ich das erleben? Digital in NRW zeigt in einer Reihe von Demozentren Unternehmen praxis- und

anwendungsbezogen auf, wo Industrie 4.0-Technologien heute bereits erfolgreich eingesetzt werden.

### Qualifizieren: Industrie 4.0 lernen

Welche Kompetenzen brauche ich für die Digitalisierung? Wie kann ich diese aufbauen? Im Rahmen von verschiedenen Seminaren und Schulungen werden KMU für den Einsatz von Industrie 4.0-Methoden und -Technologien fit gemacht.

### Konzipieren: Industrie 4.0 gestalten

Ist mein Unternehmen schon reif für die Digitalisierung? Was sind meine nächsten Schritte? Gemeinsam mit Digital in

NRW werden die nächsten Schritte zur Einführung von digitalen Produkten und Prozessen identifiziert – vom Selbstcheck über die Potenzialanalyse bis zum Gestaltungsworkshop.

### Umsetzen: Digitalisierung können

Wie kann ich die Digitalisierung in meinem Unternehmen umsetzen? Wie finde ich den richtigen Partner? Digital in NRW treibt besonders den Erfahrungsaustausch unter KMU voran – z.B. in der gegründeten Fachgruppe Industrie 4.0.

[www.digital-in-nrw.de](http://www.digital-in-nrw.de)



### Ansprechpartner

Dr.-Ing. Arno Kühn  
arno.kuehn@iem.fraunhofer.de  
Telefon: +49 5251 5465-323

Mittelstand-  
Digital

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Das Kompetenzzentrum ist Teil der Förderinitiative »Mittelstand 4.0 – Digitale Produktions- und Arbeitsprozesse«, die vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert wird.

# DAS TECHNOLOGIE-NETZWERK IT'S OWL

Das Technologie-Netzwerk:  
Intelligente Technische Systeme  
OstWestfalenLippe

**it's owl**

Im Technologie-Netzwerk »it's OWL – Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe« entwickeln rund 200 Unternehmen und Forschungseinrichtungen in 47 Projekten gemeinsam Lösungen für intelligente Produkte und Produktionsverfahren. Ausgezeichnet im Spitzencluster-Wettbewerb des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gilt it's OWL als eine der größten Initiativen für Industrie 4.0. Das Fraunhofer IEM ist als Forschungspartner in viele der Projekte eingebunden, z.B. in die Projekte Systems Engineering und Arbeit 4.0. Darüber hinaus berät das Fraunhofer IEM das Clustermanagement in der inhaltlichen und strategischen Ausrichtung des Clusters.

## Duale Strategie für Industrie 4.0 in der Praxis

Die Region OstWestfalen-Lippe will Leitanbieter und Leitmarkt für Industrie 4.0 sein. Insbesondere die Weltmarktführer in der Automatisierungs- und Antriebstechnik entwickeln praxisnahe Lösungen für Industrie 4.0, die einfach einzubinden sind und zu erheblichen Verbesserungen führen. Das Fraunhofer IEM integriert in Zusammenarbeit mit den Unternehmen neue Technologien in deren Systeme, um Industrie 4.0-Lösungen zu entwickeln. Beispiele hierfür sind selbstoptimierende Stanz-Biege-Prozesse, ressourcenschonende Großwäschereien oder intelligente Separatoren.

## Wirkungsvoller Technologietransfer in den Mittelstand

Unternehmen können in Transferprojekten neue Technologien aus dem Spitzencluster nutzen, um in Kooperation mit einer Forschungseinrichtung konkrete Herausforderungen in ihrem Betrieb zu lösen. Anwendungsbereiche sind beispielsweise intuitive Bedienschnittstellen, die Vernetzung von Maschinen, intelligente Regelungsverfahren und ein verbessertes Energiemanagement. Insgesamt werden 170 Transferprojekte umgesetzt, 73 sind bereits erfolgreich abgeschlossen. Die Resonanz und die Rückmeldungen aus den Unternehmen sind sehr gut. Für viele ist ein Transferprojekt der Einstieg in die Industrie 4.0. Das Fraunhofer IEM hat das Transferkonzept erarbeitet, implementiert und ist mit dem Management der laufenden Transferprojekte beauftragt.

## Ansätze für die Arbeitswelt der Zukunft

Auch die Auswirkungen der Industrie 4.0 auf die Arbeitswelt sind ein wichtiges Thema. Dazu wurden in sechs Unternehmen Modellprojekte gestartet, in denen Unternehmensspitze, Produktionsleitung, Personalabteilung, Beschäftigte, Betriebsrat und Gewerkschaften zusammenarbeiten. Beteiligt sind die Unternehmen Hettich, Miele, Phoenix Contact, Weidmüller und Wincor Nixdorf. Inhaltlich geht es z.B. um den Einsatz von Assistenzsystemen, interaktive Robotik und Technologieakzeptanz. Neben der Produktion ergeben sich auch Änderungen im Bereich der Entwicklung, welche das Fraunhofer IEM erforscht.

## Motor für die Regionalentwicklung

it's OWL ist ein starker Impuls für die Wettbewerbsfähigkeit des produzierenden Gewerbes in OWL, wodurch Wertschöpfung und Beschäftigung gesichert werden. Ein Indikator für die Innovationsfähigkeit der Region sind die Ansiedelung von sechs neuen Forschungseinrichtungen. Die Gründung des Fraunhofer IEM als erste außeruniversitäre Forschungseinrichtung in OWL ist ein wichtiger Meilenstein für die Region. Die Hochschulen der Region entwickeln ebenfalls ein starkes Profil in Richtung intelligente technische Systeme. So sind im MINT-Bereich in den letzten 5 Jahren die Studierendenzahl in dem Bereich um 50% gestiegen und 29 neue Studiengänge entstanden. Die Sichtbarkeit von OWL als Technologiestandort wird gestärkt. Die Attraktivität der Region für Fach- und Führungskräfte steigt.

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



### Ansprechpartner

Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu  
[roman.dumitrescu@iem.fraunhofer.de](mailto:roman.dumitrescu@iem.fraunhofer.de)  
Telefon: +49 5251 5465-124

# AKTIVE MITGLIEDSCHAFTEN IN UNTERNEHMENSNETZWERKEN

Das Fraunhofer IEM engagiert sich mit einer aktiven Mitgliedschaft in regionalen und überregionalen Unternehmensnetzwerken. Der Fokus liegt dabei auf Netzwerken, die das Ziel einer überbetrieblichen Kooperation und des Wissenstransfers insbesondere im Umfeld der mechatronischen Produktentstehung verfolgen. Zu den Aktivitäten des Fraunhofer IEM gehören die Organisation und Unterstützung von Netzwerkveranstaltungen, die Vermittlung und Pflege von Kontakten sowie die Initiierung von Kooperationen.

## GFSE

Die **Gesellschaft für Systems Engineering e.V. (GfSE)** fördert als gemeinnützige Organisation Wissenschaft und Bildung im Bereich des Systems Engineering (SE) in Industrie, Forschung und Lehre. Sie partizipiert an den Aktivitäten von INCOSE auf europäischer und internationaler Ebene und offeriert darüber hinaus ein deutschsprachiges Dienstleistungsangebot zum Thema SE: Neben der größten deutschsprachigen SE-Konferenz (Tag des Systems Engineering, TdSE) sind bspw. das Tool Vendor Project, das Zertifizierungsprogramm SE-ZERT® und das deutschlandweite systems.camp zu nennen. Das Fraunhofer IEM ist Partner beim TdSE, der vom 8.-10. November 2017 in Paderborn stattfindet. Darüber hinaus ist das Fraunhofer IEM durch Dr.-Ing. Christian Tschirner im Vorstand der GfSE vertreten.



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

## OWL VIROSIM

Aufgabe von **OWL ViProSim** (Virtual Prototyping & Simulation OstWestfalenLippe) ist es, vor allem mittelständische Unternehmen der Region beim Erwerb von Anwendungswissen über Virtual Prototyping & Simulation (VPS) im Entwicklungs- und Produktionsplanungsprozess zu unterstützen. Das Netzwerk organisiert Fachgespräche, Industriearbeitskreise und Fachtagungen. Durch intensiven fachlichen Austausch werden Innovationstempo und Innovationskraft auch zukünftig auf Spitzenniveau gehalten. Michael Grafe und Dr.-Ing. Peter Ebbesmeyer (Fraunhofer IEM) sind in der Geschäftsführung vertreten.



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

## OWL MASCHINENBAU

Das Branchen- und Innovationsnetzwerk **OWL MASCHINENBAU** hat es sich zur Aufgabe gemacht, die wirtschaftliche und technologische Vorreiterstellung der Hochleistungsregion OstWestfalenLippe (OWL) im internationalen Wettbewerb zu stärken.



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

## 3-D MID

Ziel der **Forschungsvereinigung Räumliche Elektronische Baugruppen 3-D MID e.V.** ist die Förderung und Weiterentwicklung der Technologie Molded Interconnect Devices (MID). Der Verein führt Projekte zur Gemeinschaftsforschung durch, fördert den Erfahrungsaustausch der Mitglieder und regt die Umsetzung neuer technischer Möglichkeiten an. Vor allem kleine und mittlere Unternehmen sollen unterstützt werden. Prof. Dr.-Ing. Dumitrescu (Fraunhofer IEM) ist als Mitglied des Forschungsbeirats des 3-D MID e.V. und Leiter des VDE/VDI-Fachausschusses »Mechatronisch integrierte Baugruppen« der Gesellschaft Mikroelektronik, Mikrosystem- und Feinwerktechnik (GMM) maßgeblich für die Weiterentwicklung und Standardisierung der Technologie verantwortlich.



[www.3d-mid.de](http://www.3d-mid.de)

## ZUKUNFTSALLIANZ MASCHINENBAU

Das Innovationsnetzwerk **Zukunftsallianz Maschinenbau** hat es sich zum Ziel gesetzt, insbesondere kleine und mittlere Unternehmen des Maschinenbaus und der industriellen Automatisierungstechnik im globalen Wettbewerb zu stärken. Im Mittelpunkt stehen dabei Produkt- und Serviceinnovationen sowie die Potentiale zur Effizienzsteigerung in allen betrieblichen Kernprozessen. Das Fraunhofer IEM ist zentraler Forschungspartner für die Themen Digitalisierung und Systems Engineering und zudem durch Prof. Dr.-Ing. Trächtler im Vorstand der Zukunftsallianz Maschinenbau vertreten.



[www.zukunftsallianz-maschinenbau.de](http://www.zukunftsallianz-maschinenbau.de)

# STIMMEN UNSERER PARTNER



**BMW  
GROUP**

»Als weltweit führender Hersteller von Premium-Automobilen und -Motorrädern sowie als Anbieter von Premium-Finanz- und Mobilitätsdienstleistungen hat die BMW Group den Anspruch, als Innovations- und Technologieführer zu agieren und als solcher wahrgenommen zu werden. Diese Vorreiterrolle basiert auf der frühzeitigen Erschließung innovativer Technologien aus verschiedensten Branchen. Im Rahmen unseres Technologiescoutings hat sich das Fraunhofer IEM als zuverlässiger Partner erwiesen. Die ausgewiesene Technologieexpertise, gepaart mit einem professionellen Projektmanagement prägen unsere langjährige Zusammenarbeit und helfen uns dabei, wichtige Technologie- und Innovationsimpulse für die individuelle und nachhaltige Mobilität von morgen zu gewinnen.«

*Oliver Wick, Technology Scout, BMW Group*

»Die Komplexität unseres Produktportfolios, und damit auch unserer Entwicklung, nimmt stetig zu. Um unsere übergeordneten Unternehmensziele Qualität, Langlebigkeit und Innovation strategisch vorantreiben zu können, ist eine ganzheitliche Systembetrachtung im Sinne des Systems Engineering (SE) notwendig. Das Fraunhofer IEM unterstützt uns dabei, SE in unser Unternehmen einzuführen und dazu die notwendigen Prozesse, Methoden und Werkzeuge des SE zu analysieren und zu bewerten. Wir erarbeiten gemeinsam, wie SE innerhalb der Unternehmensorganisation strukturiert eingesetzt werden kann – Systems Engineering geht letztendlich alle etwas an.«

*Matthias Knoke, Leiter Virtuelle Produktentwicklung, Miele & Cie. KG*



**Miele**



**GEA**

»Für uns als international tätiger Technologiekonzern bietet die Digitalisierung erfolgversprechende Potentiale für unsere Kunden und unser Unternehmen. Bei der Gestaltung der digitalen Transformation und der Identifikation der notwendigen Tätigkeitsfelder ist das Fraunhofer IEM ein wichtiger Partner. Denn gemeinsam mit den Expertinnen und Experten des Fraunhofer IEM arbeiten wir kontinuierlich an neuen Methoden und Technologien, die maßgeblich zur nachhaltigen Erschließung der Digitalisierungspotentiale beitragen.«

*Thomas Mader, Head of Automation & Controls, GEA Group AG*

»Intelligente Produkte mit hoher Komplexität erfordern modellbasierte Entwicklungsmethoden und den Einsatz moderner Entwicklungswerkzeuge. Das Fraunhofer IEM begleitet uns auf dem Weg zu Industrie 4.0 mit moderner Entwurfstechnik und innovativen Technologien und unterstützt beispielsweise bei der Etablierung der modellbasierten Entwicklung in unserem Unternehmen. Das Fraunhofer IEM ist dabei zuverlässiger Partner mit ausgewiesener Expertise auf dem Gebiet der Regelungs- und Steuerungstechnik.«

*Karl-Ernst Vathauer, Geschäftsführer, MSF-Vathauer Antriebstechnik GmbH & Co. KG*



**MSF VATHAUER**  
ANTRIEBSTECHNIK



**PHOENIX  
CONTACT**

»Industrie 4.0 bedeutet für die Automatisierungsbranche steigende Anforderungen an Kommunikation, Funktionalität und Sicherheit. Durch die partnerschaftliche Begleitung des Fraunhofer IEM bei der Entwicklung unserer neuesten Firmware-Generation erhalten wir neue Blickwinkel und Impulse. Insbesondere die Zusammenarbeit beim Thema »modellbasierte Softwareentwicklung« ermöglicht es uns, auch in Zukunft eine qualitativ hochwertige Entwicklung komplexer Systeme sicherzustellen, um die Erwartungen unserer Kunden nicht nur zu erfüllen, sondern sogar zu übertreffen.«

*Henning Heutger, Projektleiter Firmwareentwicklung »PLCnext«, Phoenix Contact GmbH & Co. KG*

# BUNDESPRÄSIDENT JOACHIM GAUCK IN OWL

Wie beeinflusst die Digitalisierung die Arbeit von Entwicklungsabteilungen an der Schnittstelle zwischen Kunde und Vertrieb? Welche Technologien bieten Potential und welche Chancen und Herausforderungen ergeben sich? Das Fraunhofer IEM beschäftigt sich mit Fragen rund um die Themen »Arbeit 4.0« und »Industrie 4.0«. Am 27. September 2016 stellten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Bundespräsident Joachim Gauck ihre Forschung vor. Das Staatsoberhaupt war im Rahmen seines Besuchs des Spitzenclusters it's OWL zu Gast beim Fraunhofer IEM.

»Der Besuch des Bundespräsidenten zeigt den Stellenwert des Fraunhofer IEM in der Region Ostwestfalen-Lippe und im Themenfeld Industrie 4.0. In kürzester Zeit ist hier ein Leuchtturm für angewandte Forschung und für die Kooperation von Wissenschaft und Wirtschaft entstanden«, freut sich Prof. Dr.-Ing. Georg Rosenfeld, Vorstand für Technologiemarketing und Geschäftsmodelle der Fraunhofer-Gesellschaft, der den Bundespräsidenten am Fraunhofer IEM empfing.

## ENTWICKLUNG MITTELS AUGMENTED REALITY

Im Systems Engineering LIVE LAB demonstrierten die Wissenschaftler, wie sich die Produktentwicklung mit Unterstützung der Technologie Augmented Reality (AR) verändert. Das Fraunhofer IEM verdeutlicht an einer modellhaften Industriezentrifuge (Produktion von Milch, Apfelsaft etc.) die Veränderung der Produktentwicklung durch den Einsatz einer Augmented Reality-Brille. Über die Datenbrille wird die Realität um zusätzliche virtuelle Informationen erweitert. Der Bundespräsident konnte die Entwicklungsentwürfe der neuen Zentrifuge direkt am Einsatzort betrachten.

## PODIUMSDISKUSSION ZUM THEMA ARBEIT 4.0

Im Anschluss nahm der Bundespräsident an einer Podiumsdiskussion zum Thema Arbeit in der Digitalisierung teil. Den Rahmen dafür gab das it's OWL Projekt »Arbeit 4.0 – Arbeiten in der digitalen Welt«. Gemeinsam mit Vertreterinnen und Vertretern aus Industrie, Forschung, Gewerkschaften, Betriebsräten und dem Spitzencluster diskutierte der Bundespräsident, welche Perspektiven und Herausforderungen beim Thema Arbeit 4.0 gesehen werden und welche Erfahrungen bisher in den Projekten gemacht wurden.



Bundespräsident Joachim Gauck lässt sich von Dr.-Ing. Harald Anacker (Fraunhofer IEM) im Systems Engineering LIVE LAB eine Augmented Reality-Datenbrille zeigen.







»Ostwestfalen-Lippe ist eine herausragende Region, in der familiengeführte Unternehmen, Forschungseinrichtungen und die Politik zusammenarbeiten und ihre Zukunft aktiv gestalten. Gemeinsam gelingt es den hoch motivierten Menschen, die Potentiale der Digitalisierung für neue Arbeitsplätze und bessere Arbeitsbedingungen zu nutzen. OWL ist ein Vorbild für viele Regionen in Deutschland.«

**JOACHIM GAUCK | Bundespräsident**  
(Amtszeit 23. März 2012 – 18. März 2017)



Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Podiumsdiskussion zum Thema Arbeit 4.0 (v.l.): Dr. Eberhard Niggemann, Gabi Schilling, Bundespräsident Joachim Gauck, Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu, Michael Schild, Prof. Dr. Günter W. Maier.

# VERANSTALTUNGSHIGHLIGHTS 2016



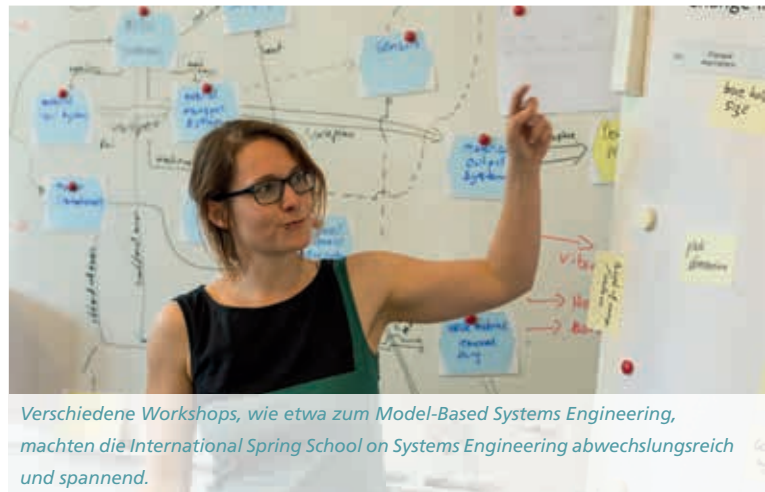
Jan Michael (Fraunhofer IEM) stellt NRW-Wissenschaftsministerin Svenja Schulze auf der Hannover Messe Industrie 2016 ein intelligentes Scheinwerfersystem vor.



## INTERNATIONAL SPRING SCHOOL ON SYSTEMS ENGINEERING

Bereits zum vierten Mal war das Fraunhofer IEM Mitveranstalter der **International Spring School on Systems Engineering (IS3E)**, die im Mai 2016 an Dänemarks Technischer Universität (DTU) in Kopenhagen stattfand. Gemeinsam mit der Technischen Universität München und der Universität Twente versammelt das Fraunhofer IEM einmal im Jahr Doktorandinnen und Doktoranden aus der ganzen Welt für eine Woche Systems Engineering intensiv: Vorlesungen und Workshops zu Methoden wie Model-Based Systems Engineering und Ansätzen wie Risk Management stehen genauso auf dem Programm wie die Präsentation und Diskussion von Promotionsvorhaben.

[www.is3e.eu](http://www.is3e.eu)



Verschiedene Workshops, wie etwa zum Model-Based Systems Engineering, machten die International Spring School on Systems Engineering abwechslungsreich und spannend.

## HANNOVER MESSE INDUSTRIE

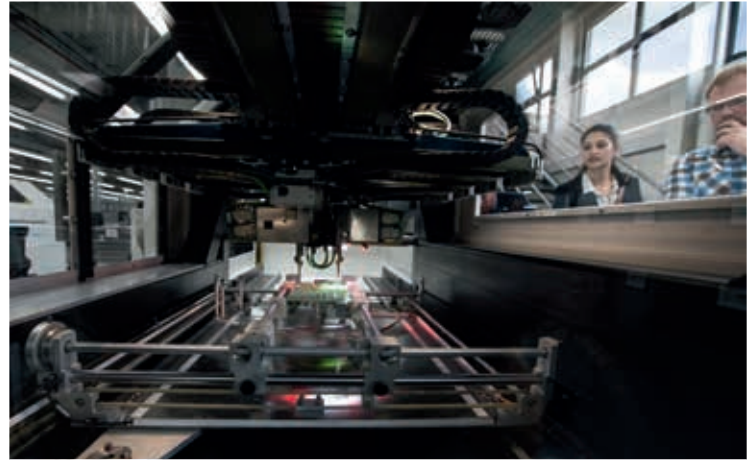
Auch im Jahr 2016 hat das Fraunhofer IEM wieder vielfältige Projekthighlights auf der **Hannover Messe Industrie** vorgestellt. Auf dem OWL-Gemeinschaftsstand in Halle 16 stellte das Fraunhofer IEM z.B. ein selbstjustierendes intelligentes Scheinwerfersystem aus. Der grundeinstellungsfreie PKW-Scheinwerfer analysiert eigenständig Umfeld- und Fahrzeugdaten, so dass der Lichtstrahl jederzeit optimal ausgerichtet wird.

Das Fraunhofer IEM informierte auch über seine Konzepte und Methoden für die Entwicklung mechatronischer Produkte und Produktionssysteme. So konnten Besucherinnen

und Besucher den virtuellen Prototyp einer Backstraße der Firma WP Kemper erleben. Das Fraunhofer IEM beteiligte sich darüber hinaus auch an der Entwicklung eines Waschtrockners der Miele & Cie. KG, der in ein intelligentes Stromnetz (Smart Grid) integriert werden kann. Messebesucherinnen und -besucher konnten erleben, wie der Waschtrockner auf schwankende Strompreise und die Einspeisung einer Photovoltaikanlage reagiert. Am praktischen Beispiel konnte durch die aktive Einbindung in den Planungsprozess des Waschtrockners dessen Intelligenz nachvollzogen werden.

## FACHGRUPPE INDUSTRIE 4.0

Die **Fachgruppe Industrie 4.0**, initiiert von »Digital in NRW – Das Kompetenzzentrum für den Mittelstand«, fördert den Erfahrungsaustausch über Erfolgsgeschichten, Herausforderungen sowie zukünftige Perspektiven im Kontext von Industrie 4.0 zwischen kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) sowie Fachleuten aus der Wissenschaft. Das erste Treffen der Fachgruppe fand im Herbst 2016 bei der Phoenix Contact GmbH & Co. KG statt und zeigte die vielfältigen Perspektiven des Themas Industrie 4.0 auf. Neben spannenden Vorträgen konnten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer das neue Training Center des Elektronikspezialisten besichtigen.



*Die Unternehmen der Region kennenlernen: Erfahrungsaustausch und Vernetzung sind die Erfolgsfaktoren bei den Fachgruppen des Fraunhofer IEM.*



*Welche Hindernisse stehen der Einführung der Industrie 4.0 im Weg? Dies und andere Themen diskutierten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer beim Treffen der Fachgruppe Industrie 4.0.*



*Industrie trifft auf Wissenschaft: Rund 60 Gäste diskutierten beim Treffen der Fachgruppe Systems Engineering bei KEB.*

## FACHGRUPPE SYSTEMS ENGINEERING

Die zunehmende Komplexität von Maschinen und Anlagen stellt Entwicklungsabteilungen vor große Herausforderungen. Im Spitzencluster it's OWL organisiert das Fraunhofer IEM seit 2014 die **Fachgruppe Systems Engineering**. Ziel der halbjährlichen Treffen zu unterschiedlichen Schwerpunkten ist es, disziplinübergreifende Entwicklungsmethoden in die Praxis der ostwestfälischen Industrie zu bringen. Am 29. Juni 2016 traf sich die Fachgruppe mit gut 60 Teilnehmerinnen und Teilnehmern bei Karl E. Brinkmann (KEB) in Barntrup. Thema war die integrative Produkt- und Produktionssystemplanung.



Einen Überblick über unsere Termine für 2017 finden Sie hier:  
[www.iem.fraunhofer.de/termine](http://www.iem.fraunhofer.de/termine)



ZUKUNFTSMEILE 1

Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Fraunhofer-Instituts für Entwurfstechnik Mechatronik IEM vor der Zukunftsmeile 1 in Paderborn.



# FORSCHUNGSBEREICH REGELUNGSTECHNIK



» Mit den neuen Themenfeldern Robotik und Medizintechnik erschließen wir zukunftsfähige Branchen mit hohem Technologiepotential. «

## REGELUNGSTECHNIK ALS SCHLÜSSEL

Durch den Einsatz von Regelungstechnik sind technische Systeme in der Lage, komplexe Aufgaben zu realisieren. Im **Forschungsbereich Regelungstechnik** werden Regelungskonzepte entwickelt, angewendet und umgesetzt, die es technischen Systemen ermöglichen, optimal zu agieren. Die systeminhärente Intelligenz kann dabei zum Beispiel durch Adaptionsstrategien oder Selbstoptimierung verwirklicht werden.

Moderne Entwurfsverfahren und die modellbasierte Entwicklung sind dabei Schlüsseltechnologien, um die Komplexität intelligenter technischer Systeme ganzheitlich zu beherrschen. Ganzheitlich bedeutet, dass die Regelung nicht isoliert betrachtet wird, sondern mit dem System zusammen. Aktuatorik, Sensorik und Kinematik sind daher Kernkompetenzen, die im Entwurf mechatronischer Systeme unbedingt beachtet werden müssen. Durch eine detaillierte Modellbildung als Vorarbeit für Steuerungs- und Regelungsverfahren wird ein tiefgehendes Wissen über das System erzeugt.

## UNSERE THEMEN

Die termingerechte Entwicklung hochkomplexer technischer Produkte erfordert neue modellbasierte Methoden und Prozesse. Trotz steigender Produktkomplexität und ebenso steigender Variantenvielfalt wird eine effiziente Entwicklung erwartet. Entscheidend

dafür sind Entwicklungsumgebungen, die reproduzierbare Tests unter reproduzierbaren Bedingungen gewährleisten.

Diese Zielsetzung wird mit integrierten Entwicklungs- und Testumgebungen und dem damit verbundenen Einsatz von In-the-Loop-Techniken verfolgt. Die unterschiedlichen Techniken wie z.B. Model- oder Hardware-in-the-Loop werden in den Produktentstehungsprozess eingebunden und unterstützen während der Entwurfs-, Integrations- und Testphase. Die Anforderungen, die über die Spezifikationen in den modellbasierten Entwurf fließen, werden bei der Komponentenentwicklung weiter genutzt, um zur Prototypenphase einen bereits umfangreich getesteten und somit robusten Software- und Hardwarestand zu erhalten.

Die domänenübergreifende Simulation, die Analyse und Optimierung mit virtuellen Prototypen und das modellbasierte Testen mit zweckgebundener Teilvirtualisierung bringen wir in unterschiedlichen Branchen ein. Selbstoptimierung, Automatisierungstechnik, Fahrzeugtechnik und Smart Home sind dabei seit jeher das Gerüst, auf dem wir aufbauen und das wir weiterentwickeln.

## ANDERE BRANCHEN – INDIVIDUELLE LÖSUNGEN

Unser Profil ist geprägt durch Systemtechnologie. Wir bringen bewährte und neuartige Technologien systematisch und zuverlässig in die Systeme von morgen. Dies konnten wir als wesentlichen Baustein identifizieren, den unsere Partner schätzen und erwarten. Aufbauend auf diesem Gerüst gehen wir in Zukunft bewusst und selbstbewusst den Weg in neue Branchen. So begeistern wir unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und erweitern gleichzeitig unser Portfolio. Ein absolutes Positivbeispiel hierfür ist unser Eintritt in die Medizintechnikbranche; ein weiteres neues Themenfeld ist die Robotik. Hier entwickeln wir maßgeschneiderte Lösungen für den Sondermaschinenbau mit einem Fokus auf intelligenter Regelung, Kollaboration und Benutzerfreundlichkeit. Hierzu konnten wir unsere Laborausstattung im vergangenen Jahr bereits signifikant erweitern und planen weitere Ausbaustufen. Auf diesem Weg sehen wir uns auch durch die Berufung von Prof. Trächtler in die Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (acatech) gestärkt, Regelungstechnik und Systemtechnologie weiter erfolgreich nach außen zu tragen.

**Prof. Dr.-Ing. habil Ansgar Trächtler**

Institutsleiter

Direktor Regelungstechnik

[ansgar.traechtler@iem.fraunhofer.de](mailto:ansgar.traechtler@iem.fraunhofer.de)

Telefon: +49 5251 5465-100

## ABTEILUNG REGELUNGSTECHNIK

Die **Abteilung Regelungstechnik** gliedert sich in die vier Gruppen Selbstoptimierung, Automatisierungstechnik, Fahrzeugtechnik und Smart Home. Gemeinsam realisieren wir innovative mechatronische Systeme für die unterschiedlichen Branchen. Dabei nutzen wir Methoden der modellbasierten Entwicklung und arbeiten diese individuell weiter aus. Die Beherrschung etablierter Technologien und deren Weiterentwicklung ist für uns selbstverständlich. Aus der Kombination innovativer Methoden und Technologien schaffen wir individuelle, industrietaugliche Lösungen mit den Stoßrichtungen Effizienzsteigerung von Entwicklungsprozessen, ressourcenschonende Maschinen- und Anlagen sowie Systemvernetzung.



Dr.-Ing. Christian Henke  
Abteilungsleiter Regelungstechnik  
christian.henke@iem.fraunhofer.de  
Telefon: +49 5251 5465-126

### NEUE TECHNOLOGIEN FÜR UNSERE GESUNDHEIT »SMART HEALTH«

Die Medizintechnik steht, wie andere Branchen auch, vor dem Wandel hin zu cyber-physischen und vernetzten Systemen. Auch hier besteht die Forderung nach mechatronischen Lösungen, die Prozesse unterstützen und sichern. Der Forschungsbereich Regelungstechnik arbeitet daher an Lösungen im Bereich medizintechnischer Assistenzsysteme unter Anwendung virtueller Methoden und Techniken.

Unsere bewährte Entwicklungsmethodik auf Basis des ganzheitlichen modellbasierten Entwurfs ermöglicht es uns, komplexe, sicherheitskritische Systeme der Medizintechnik zu analysieren und zu entwickeln. Neben dem intelligenten technischen System kann beispielsweise eine Simulation des menschlichen Bewegungsapparates nützlich sein. So lassen sich realitätsnahe Szenarien untersuchen und die ganzheitliche Betrachtung umsetzen. Eine weitere Anwendung im Bereich der Medizintechnik ist die Automatisierung diverser Abläufe im klinischen Umfeld. Darunter fallen neben Aktuatorikkonzepten auch Messsysteme.



» Smart Production Systems erfüllen ein breites Spektrum von Anforderungen hinsichtlich Funktionalität, Flexibilität und Ressourceneffizienz. «

# SMART PRODUCTION SYSTEMS EFFIZIENZ DURCH INTELLIGENZ

Moderne Technologien ermöglichen eine ressourcenschonende und kostenoptimale Produktion und werden in hoher Zahl in neue Fertigungsprozesse integriert. Das **Projekt Self-X-Pro<sup>2</sup>** beschäftigt sich mit der Frage, wie bestehende Produktionssysteme und Neuentwicklungen optimal von diesen Technologien profitieren können. Das Ziel ist eine Unterstützung der Mitarbeitenden bei der Bedienung der Bestandsanlagen, um die Effizienz des Gesamtprozesses zu optimieren.

**Das Produkt stets im Blick:** Ein wesentlicher Aspekt ist die Überwachung und Analyse des Prozesses und des Produkts. Um dies zu gewährleisten, werden innovative Messsysteme entwickelt. Die so gewonnenen Daten müssen weiterverarbeitet und industriell nutzbar gemacht werden, wodurch der Fertigungsfortschritt und die Produktqualität überwacht werden können. Darüberhinaus kann ggf. korrigierend eingegriffen werden.

**Expertenwissen systematisieren:** Insbesondere für den Betrieb der Bestandsanlagen sind Experten notwendig und rar. Für unterstützende Assistenzsysteme zur Einrichtung oder dem Betrieb der Anlagen ist es deshalb erforderlich, das vorhandene Expertenwissen zu prüfen, nutzbar zu machen und zu erweitern. Hierfür werden bei bestehenden Anlagen Signifikanzanalysen auf Basis von zielgerichteten Versuchen, Simulationen und statistischen Auswertungen durchgeführt. Bei diesen Untersuchungen wird ein Kompromiss zwischen Versuchskosten und Präzision eingegangen. Mithilfe dieses Wissens können über Optimierungsverfahren Handlungsempfehlungen für den Bediener ausgegeben oder bei entsprechender Aktuatorik die

Systeme selbstständig eingerichtet und betrieben werden. Die störenden Umgebungseinflüsse werden kompensiert.

**Produktqualität maximieren:** Produktionsfehler führen häufig zu Produktionsunterbrechungen; dies kann durch ein selbstkorrigierendes aktives System minimiert werden. In Zusammenspiel mit intelligenter Steuer- und Regelungstechnik, die aufgrund der aktuellen Datenlage agieren, wird stets ein optimales Ergebnis erzielt und so die Produktqualität gesteigert. Das Fraunhofer IEM hat im Rahmen des Projekts Self-X-Pro<sup>2</sup> eine Strategie entwickelt, die das Expertenwissen systematisch erfasst und für das Einrichten eines Fertigungsprozesses nutzbar macht.

Das Technologie-Netzwerk  
Intelligente Technische Systeme  
OstWestfalenLippe

Weidmüller 

it's owl

Dieses Forschungsprojekt wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Spitzenclusters »Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe (it's OWL)« gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut.



Dr.-Ing. Christian Henke

Gruppenleiter Selbstoptimierung  
Telefon: +49 5251 5465-126  
christian.henke@iem.fraunhofer.de

## Selbstoptimierung

Die **Gruppe Selbstoptimierung** beschäftigt sich sowohl mit der Modernisierung alter Fertigungsprozesse als auch mit der Entwicklung neuer Anlagen in Hinblick auf selbstoptimierende Prozesse. Fertigungsprozesse werden systematisch analysiert und die signifikanten Einflüsse herausgearbeitet. Dies bildet die Basis für die optimale Integration von Sensoren und Aktuatoren. Mittels intelligenter Steuer- und Regelungstechnik entsteht ein bedarfsgerechtes, selbstoptimierendes System, welches aufgrund der vorhandenen Informationen stets im optimalen Arbeitspunkt operiert.





» Assistenzsysteme mit kognitiven Fähigkeiten stellen den nächsten Innovations-sprung im Themenfeld Smart Home dar. «

# SMART HOME KOGNITIVE SYSTEME IM ALLTAG

In einer schnelllebigen Welt werden viele manuelle Tätigkeiten sukzessive durch innovative Automatisierungslösungen unterstützt. Ziel ist dabei immer, den Menschen zu unterstützen und sinnvoll Hilfestellung zu bieten. Im Haushaltsbereich werden Prozesse durch intelligente Systeme unterstützt. Abläufe und Tätigkeiten werden durch das System angeleitet und kontrolliert, um Sicherheit und Funktionalität zu gewährleisten.

Im **Verbundprojekt KogniHome** werden intelligente Systeme des Lebensalltags entwickelt und untersucht: »Die Tür begrüßt Besucher, der Garderobenspiegel erinnert an den Schlüssel, der Herd warnt, wenn die Milch überzukochen droht: Was nach Alice im Wunderland klingt, sind nur einige Fähigkeiten der mitdenkenden Wohnung,« heißt es auf der Webseite des Verbundprojekts.

Ein Teilprojekt fokussiert dabei die kognitive Küche, die es dem Benutzer ermöglicht, auch ungeübte Abläufe durchzuführen und stets ein optimales Kochergebnis zu erhalten. Teilschritte werden assistiert und überwacht, so dass das Kochen zu einem gänzlich neuen Erlebnis wird, ohne dass der Nutzer sich um Misserfolg oder Sicherheit sorgen muss. Die Küche wird so zu einem Assistenzsystem, welches einfache Rezeptvorschläge bietet, aber auch ältere Menschen sicher durch den Kochprozess begleitet.

Das Fraunhofer IEM unterstützt in diesem Projekt die Entwicklung der automatisierten Küche. Hierbei gilt es, dem Nutzer zu passenden Zeitpunkten geeignete Hilfestellungen zu geben, den Zustand zu erfassen und entsprechend zu reagieren, falls Abweichungen auftreten. Das Ziel ist stets das Erreichen eines optimalen Kochergebnisses unter den gegebenen Bedingungen. Das Teilprojekt der intelligenten Küche wird maßgeblich von der Miele & Cie. KG geleitet. Dort entstand ebenfalls ein Demonstrator einer Küche, an dem die Funktionalität demonstriert und getestet werden kann, um auch den Anwender schon frühzeitig mit in die Entwicklung einzubeziehen.

[www.kogni-home.de](http://www.kogni-home.de)

KogniHome

Miele



Jan Michael

Gruppenleiter Smart Home

Telefon: +49 5251 5465 -266

[jan.michael@iem.fraunhofer.de](mailto:jan.michael@iem.fraunhofer.de)

## Smart Home

Die **Gruppe Smart Home** entwickelt intelligente Systeme im Bereich der Haustechnik. Hierzu zählen sowohl die Entwicklung innovativer Technologien als auch die Steuerungssysteme zur Integration der kognitiven Funktionen. Im Fokus steht hierbei stets die Integration effizienter Entwicklungsmethoden in den Entwicklungsprozess, welche wir auch als X-in-the-Loop-Technologien bezeichnen. So entstehen in Zusammenarbeit mit Partnern intelligente Systeme im Smart Home, die durch die systematische Anwendung digitaler Entwicklungsmethoden effizient realisiert werden.

# HOCHDYNAMISCHE FUNKTIONEN IM FAHRZEUG – AUTOMOTIVE RADAR

Intelligente Funktionen nehmen in Fahrzeugen stetig zu. Beispielhaft hierfür sind Systeme auf Basis von Radarverfahren, welche einen großen Entwicklungsschub erfahren haben und wegen ihrer Robustheit und vielfältigen Anwendbarkeit zunehmend im Automobilbereich eingesetzt werden. Gerade in Hinblick auf die fallenden Kosten stellen Radartechnologien einen attraktiven Baustein zur Innovation dar. Für hochdynamische Anwendungsfälle werden im **Projekt TOPOprove** individuelle Lösungen entwickelt, die konventionelle Bausteine nicht bieten können.

**Entwicklungsrisiken hemmen die Innovation:** Radarsensoren bietet zahlreiche Einsatzmöglichkeiten. Das große Potential wird jedoch noch nicht vollständig ausgeschöpft. Bei speziellen Anwendungen, gerade im Nahfeldbereich und bei hochdynamischen Anforderungen, ist die Entwicklung mit einem hohen Risiko verbunden und wird in der Praxis wenig forciert. Starke Abhängigkeiten zwischen Sensoren, Umfeld und Signalauswertung sowie parasitäre Effekte sorgen für erhebliche Probleme. Dies betrifft sowohl Radarsysteme im Fahrzeug selbst als auch Radarsysteme zur fahrzeugexternen Verkehrsflusserfassung und -optimierung. Im Kontext solcher neuartigen Funktionen werden Lösungen benötigt, die neben der technologischen Unterstützung auch mit einem Wissenstransfer für Unternehmen einhergehen.

**Die Technologieverfügbarkeit steigern:** Die detaillierte Spezifikation von Anforderungen ist ein wesentlicher Schlüssel, um individuell und kundenorientiert vorhandene Bausteine mit intelligenten Verfahren und Algorithmen zur hochdynamischen Auswertung umzusetzen. Für einen durchgängigen Entwurf solcher Lösungen wird eine ganzheitliche Betrachtung des Gesamtsystems vorausgesetzt. Für das Beispiel Radar müssen trotz der großen Robustheit der Verfahren sicherheitsrelevante Störungen wie Interferenzen und Jamming bei der Entwicklung berücksichtigt werden, um die Funktion selbst unter widrigen Bedingungen sicherzustellen. Zur Auslegung unterstützen Virtualisierungen ebenso wie automatisierte Prüfabläufe beim Testen. Neben Anwendungen in der Fahrzeugtechnik, wie z.B. im Projekt TOPOprove, bieten sich dadurch auch neue Möglichkeiten für andere Branchen.

» Ein systematisches Vorgehen, geeignete Werkzeuge und ein ganzheitliches Technologieverständnis sind die Schlüssel für die Fahrzeugentwicklung von morgen. «

Das Technologie-Netzwerk  
Intelligente Technische Systeme  
OstWestfalenLippe

it's owl

Dieses Technologietransferprojekt wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Spitzenclusters »Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe (it's OWL)« gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut.

## Fahrzeugtechnik

Die **Gruppe Fahrzeugtechnik** analysiert und entwickelt fahrzeugspezifische mechatronische Systeme, Funktionen und Komponenten. Die Mitarbeiter unterstützen unter anderem die Entwicklung von Steuergeräten, Sensorsystemen sowie Fahrwerken und bereiten Unternehmen auf zukünftige Herausforderungen vor. Um neue Technologien ganzheitlich zu beherrschen, wird eine systematische Herangehensweise genutzt. Systeme werden virtuell und real entworfen und untersucht – von den Anforderungen über Simulationsmodelle bis hin zu Testautomatisierung und Prüfstandsauftbauten.



Christopher Lankeit

Gruppenleiter Fahrzeugtechnik  
Telefon: +49 5251 5465-125  
christopher.lankeit@iem.fraunhofer.de

# AUTOMATISIERUNGSLÖSUNGEN IM SONDERMASCHINENBAU

In Bezug auf die Entwicklung, Fertigung und Inbetriebnahme im Sondermaschinenbau übersteigt der Aufwand häufig den Nutzen von Automatisierungslösungen. Moderne Methoden und Technologien ermöglichen effiziente und kostenoptimale Prozessschritte auch bei Losgröße 1. Durch den Einsatz von flexiblen Automatisierungslösungen, intelligenten Sensoren und kollaborativen Robotern erhält Industrie 4.0 Einzug in Fertigung und Inbetriebnahme in kleineren und mittleren Unternehmen des Sondermaschinenbaus, wie im **Projekt ScyRo** gezeigt wird.

**Entwicklungsmethodik:** Am Fraunhofer IEM werden intelligente Automatisierungslösungen entwickelt, welche Tätigkeiten unterstützen oder autonom ausführen. Hierbei werden kundenspezifische Lösungen erarbeitet, wobei neben der konstruktiven Gestaltung auch die Steuerungstechnik am Fraunhofer IEM erarbeitet wird. Die Komplexität heutiger technischer Systeme verlangt nach modernen Entwicklungsmethoden, so dass die Entwicklung modellbasiert auf Basis eines digitalen Abbildes erfolgt. Damit lassen sich insbesondere innovative Steuerungen und Regelungen effizient entwickeln und das Gesamtsystemverhalten frühzeitig absichern.

**Anpassungsfähige Automatisierungstechnik:** Die Anpassungsfähigkeit technischer Systeme steht am Fraunhofer IEM stets im Vordergrund. Grundlage hierfür sind, neben der Informationsverarbeitung innovative Sensor- und Aktuatoriksysteme, die Veränderungen und Störungen im Prozess oder im Umfeld wahrnehmen und autonom das Systemverhalten anpassen. Im Projekt ScyRo entwickelt das Fraunhofer IEM maßgeschneiderte Sensorlösungen auf Basis bildverarbeitender Systeme. Mittels einer intelligenten Informationsverarbeitung werden die Bilddaten ausgewertet und zur Nachführung des Werkzeugs unter Anwendung modernster regelungstechnischer Verfahren eingesetzt.

**Kollaboration:** Im Sondermaschinenbau werden viele Arbeitsschritte in der Fertigung manuell ausgeführt. Eine Automatisierung kann nur dann vorgenommen werden, wenn die Lösungen flexibel sind und in der Fertigung intuitiv eingesetzt werden können. Kollaborierende Systeme arbeiten Hand in Hand mit dem Menschen. Das Fraunhofer IEM entwirft innovative Steuerungssysteme, so dass ohne Programmierarbeiten eine hohe Anpassungsfähigkeit und damit Benutzerfreundlichkeit gegeben ist.

» **Kollaborative Systeme mit hoher Anpassungsfähigkeit ermöglichen Unternehmen im Sondermaschinenbau, die Potentiale von Industrie 4.0 zu erschließen.** «



Dr.-Ing. Christian Henke  
Gruppenleiter Automatisierungstechnik  
Telefon: +49 5251 5465-126  
christian.henke@iem.fraunhofer.de

Dieses Technologietransferprojekt wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Spitzenclusters »Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe (it's OWL)« gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut.



## Automatisierungstechnik

Die **Gruppe Automatisierungstechnik** entwickelt Lösungen im Kontext cyberphysischer Systeme und Industrie 4.0, die sich durch Wandlungsfähigkeit und einen hohen Automatisierungsgrad auszeichnen. Im Fokus steht die ganzheitliche Systementwicklung, die sowohl die Hardware als auch die Steuerungs- und Regelungstechnik umfasst und dabei optimal aufeinander abgestimmte Teilsysteme hervorbringt. Neben Robotikanwendungen und Messtechniklösungen werden Condition-Monitoring Systeme sowie innovative Aktuatorikkonzepte realisiert. Weitere Themenschwerpunkte sind die Vernetzung von Maschinen- und Anlagen sowie die virtuelle Inbetriebnahme.

# FORSCHUNGSBEREICH PRODUKTENTSTEHUNG



» Das Jahr 2016 hat uns reicher gemacht: Reicher an Projekten und Themenfeldern, reicher an Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Die logische Konsequenz: Wir setzen unsere Arbeit in drei Abteilungen fort. «

## DAS PRINZIP METHODE

Produktentstehung ist für uns ein ganzheitlicher Prozess unter Berücksichtigung des gesamten Produktlebenszyklus. Unternehmen stehen dabei im Spannungsfeld zwischen Innovation und Effizienz. Unser Anspruch ist es, überzeugende Lösungswege zu finden.

Der Komplexität der Entwicklungsprozesse begegnen wir vor allem mit Methode: Mit Systems Engineering adressieren wir das zu entwickelnde System aus unterschiedlichen Perspektiven und steuern so die Gesamtheit aller Entwicklungs- und Projektmanagementaktivitäten. Dabei setzen wir auf ein ganzheitliches Systemmodell als Kommunikations- und Kooperationsbasis: Mit Model-Based Systems Engineering (MBSE), unserer eigenen Technik CONSENS und entsprechenden Software-Werkzeugen holen wir alle beteiligten Disziplinen an einen Tisch – am liebsten in unserem institutseigenen Systems Engineering LIVE LAB.

## UNSERE THEMEN

Schlüsseltechnologien der Digitalisierung finden mit uns industrielle Anwendung. Zu unserem Portfolio zählen unter anderem Augmented Reality, Mensch-Maschine-Interaktion, maschinelles Lernen, Molded Interconnect Devices (MID) und Location Based Services, die wir in großformativen Verbundprojekten erforschen. So startete in 2016 etwa das Projekt AcRoSS (Augmented Reality-basierte Produkt-Service-Systeme, BMWi). Im Bereich

MID setzen wir in der Leitung des 2016 gegründeten VDE/VDI-Fachausschusses »Mechatronisch integrierte Baugruppen« (Richtlinie zur Herstellung von MID im LDS-Verfahren) Maßstäbe. Seit 2016 fokussiert der **Forschungsbereich Produktentstehung** die Auswirkungen der Digitalisierung auf die Arbeitswelt verstärkt in interdisziplinären Kooperationsprojekten. Wir berücksichtigen dabei die Veränderung der Produktionsarbeit, haben aber genauso weitere Unternehmensprozesse wie die Veränderung der Entwicklungsarbeit im Blick.

Welche Mechanismen bewirken, dass wir Unternehmen mit unseren Lösungen nachhaltig befähigen? Dieser Frage widmen wir uns in Transferprojekten des Spitzenclusters it's OWL, der mit dem INDUSTRIEPREIS 2016 des Huber Verlags in der Kategorie Forschung und Entwicklung ausgezeichnet wurde. Anfang 2016 startete zudem das Kompetenzzentrum »Digital in NRW«. Als eines von derzeit 11 Kompetenzzentren des BMWi bereiten wir die Themen Digitalisierung und Vernetzung gezielt für KMU auf und machen praxisnahe Angebote für die Umsetzung.

## MIT NEUER AUFSTELLUNG INS JAHR 2017

Im vergangenen Jahr stand auch der Strategieprozess zur Fortführung des Spitzenclusters it's OWL ganz oben auf unserer Agenda; den parlamentarischen Entschluss des nordrhein-westfälischen Landtags zur Fortführung von it's OWL nach 2017 haben wir mit großer Freude wahrgenommen. Im Dezember 2016 wurde unser Direktor Roman Dumitrescu zum Professor für Advanced Systems Engineering im Institut für Informatik der Universität Paderborn berufen. Der Aufbau des Partnerlehrstuhls wird ein weiterer Schwerpunkt der nächsten Jahre sein. Unsere Grundlagenforschung sehen wir dadurch gestärkt.

Neue Projekte und Kooperationen machten es uns möglich, hervorragende neue Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter einzustellen. Um es in einer Zahl auszudrücken: Der Bereich Produktentstehung ist im Jahr 2016 um 19 Mitarbeitende gewachsen. Folgerichtig haben wir Ende 2016 eine organisatorische und personelle Umstrukturierung erfolgreich abgeschlossen. Hervorragende Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter konnten in diesem Zuge für verantwortungsvolle Aufgaben gewonnen werden. Das Ergebnis sind drei neue Forschungsabteilungen, die im Januar 2017 ihre Arbeit aufgenommen haben.

**Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu**

Direktor Produktentstehung

roman.dumitrescu@iem.fraunhofer.de

Telefon: +49 5251 5465-124

## ABTEILUNG PRODUKT- UND PRODUKTIONSMANAGEMENT

Die **Abteilung Produkt- und Produktionsmanagement** erforscht und entwickelt Strategien, Methoden und Werkzeuge zur zukunftsorientierten Unternehmensgestaltung. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der systematischen Erschließung von Innovationspotentialen, die sich aus der fortschreitenden Digitalisierung an der Schnittstelle von Markt und Technologie für Produkt, Dienstleistung und Geschäftsmodell ergeben. Aber nicht nur das Produkt, sondern auch die damit verbundene Wertschöpfung befinden sich im Wandel. Es stellt sich z.B. die Frage, wie Produktionsprozesse, aber auch ganze Wertschöpfungs-systeme im Sinne der Industrie 4.0 durchgängig digitalisiert und vernetzt werden können. Wir finden Antworten

auf diese Fragen und begleiten Unternehmen dabei, die digitale Transformation systematisch und erfolgreich zu gestalten. Grundlage hierfür sind zukunftsfähige Strategien und Pläne zu Geschäft, Produkten und zur Produktion.



Dr.-Ing. Arno Kühn  
Abteilungsleiter  
Produkt- und Produktionsmanagement  
arno.kuehn@iem.fraunhofer.de  
Telefon: +49 5251 5465-323

## ABTEILUNG PRODUKTENTWICKLUNG

Der mit der Digitalisierung einhergehende Wandel von mechanischen hin zu global verteilten Systemen, die über das Internet untereinander sowie mit dem Menschen kommunizieren und im Verbund agieren, bietet vielfältige Innovationspotentiale. Zentrale Herausforderungen in der Entwicklung sind die verstärkte Interdisziplinarität und Komplexität der Systeme selbst. Die **Abteilung Produktentwicklung** beschäftigt sich dabei mit der zentralen Frage, wie sich derart komplexe Systeme effizient entwickeln lassen. Im Mittelpunkt der Herangehensweise steht das Systems Engineering. Es werden Methoden und Ausdrucksmittel erarbeitet, um Experten aller Fachrichtungen zusammenzubringen. Themenschwerpunkte sind Systemana-

lysen, modulare Architekturgestaltung, die Integration mechanischer und elektrischer Funktionen oder die Gestaltung innovativer Kombinationen aus Sach- und Dienstleistungen. Ferner wird untersucht, wie Augmented und Virtual Reality den Arbeitsalltag in der Produktentwicklung verändern.



Dr.-Ing. Harald Anacker  
Abteilungsleiter  
Produktentwicklung  
harald.anacker@iem.fraunhofer.de  
Telefon: +49 5251 5465-324

## ABTEILUNG DIGITAL ENGINEERING AND COLLABORATION

Industrie 4.0, Internet of Things, cyber-physische Systeme – aber wie sehen analog zur Produktstrategie geeignete Engineering-Strategien und Arbeitsumgebungen aus? Model-Based Systems Engineering (MBSE) ist das Fundament für eine nahezu vollständige Virtualisierung aller Engineering-Aktivitäten. Auf Basis digitaler Informationen über Produkt, Prozess und Organisation wird die Zusammenarbeit im Unternehmen und in Entwicklungsnetzwerken intelligent. Die **Abteilung Digital Engineering and Collaboration** bringt mit ihrer Expertise im MBSE, im Product-Lifecycle-Management und in den Technologien der Digitalisierung (Industrie 4.0 und Arbeit 4.0) wirksame Kollaborations- und Arbeitsformen in die Produktentstehung

und hilft, für das Spannungsfeld aus Mensch-Organisation-Technik zu jedem Zeitpunkt ein Optimum zu erreichen.



Dr.-Ing. Christian Tschirner  
Abteilungsleiter  
Digital Engineering and Collaboration  
christian.tschirner@iem.fraunhofer.de  
Telefon: +49 5251 5465-334



» Die Digitalisierung ermöglicht neue Geschäftsmodelle. Die Frage ist nur: Welche lohnen sich? «



# PAY-PER-USE-GESCHÄFTSMODELL FÜR GEWERBLICHE GESCHIRRSPÜLER

Der digitale Wandel ermöglicht es Unternehmen, mit innovativen Geschäftsmodellen neue Kundengruppen zu erschließen. Mit Hilfe von Pay-per-Use verkaufen Unternehmen ihre Produkte nicht mehr als reine Sachleistung, sondern gehen mit ihren Kunden ein sogenanntes Betreibermodell ein. Der Kunde zahlt dabei entsprechend der tatsächlichen Nutzung (z.B. je Spülgang). Dadurch entfallen hohe Erstinvestitionen, Einstiegshürden sinken.

Ziel des **Technologietransferprojekts EngaGe** ist die Entwicklung und Operationalisierung eines Pay-per-Use-Geschäftsmodells für gewerbliche Geschirrspülmaschinen für die Miele & Cie. KG. Insbesondere bei Kundengruppen mit vergleichsweise geringem Spülaufkommen (z.B. Kindertagesstätten oder Büros) steht die Firma Miele zunehmend im direkten Wettbewerb mit Haushaltsgeschirrspülern oder kostengünstigeren Konkurrenzgeräten. Die mit der Anschaffung eines gewerblichen Geschirrspülers einhergehenden hohen Investitionskosten stellen gerade für die oben genannten Kundengruppen ein Hindernis dar. Zum einen lassen Jahresbudgets derart hohe Investitionskosten mitunter nicht zu. Zum anderen führt eine Fehleinschätzung der Folgekosten günstigerer Haushaltsgeräte zu einer Entscheidung gegen ein qualitativ hochwertiges Modell der Professional-Serie.

Durch die Entwicklung und Operationalisierung eines Pay-per-Use-Geschäftsmodells soll Miele in die Lage versetzt werden, einerseits neue Kundensegmente zu erschließen und andererseits, bereits bestehende Kundensegmente mit weiteren Marktleistungen zu bedienen. Dazu werden im Rahmen des Transferprojekts im ersten Schritt die zukünftig zu bedienenden Kundensegmente identifiziert und hinsichtlich ihrer Bedarfe und Wünsche analysiert. Auf Basis dieser Kundenanalyse werden im zweiten Schritt Implikationen für das bestehende Geschäft erarbeitet, um eine Erfolg versprechende Weiterentwicklung des aktuellen Geschäftsmodells zu ermöglichen und Produkt- sowie Dienstleistungsinnovationen im bedienten Markt anzustoßen. Hierzu gilt es, ein zukunftssträchtiges Geschäftsmodell zu entwickeln, auf Tragfähigkeit zu überprüfen und die zur Umsetzung anzustoßenden Maßnahmen sukzessive zu planen.



**Daniel Röltgen**

Gruppenleiter Innovationsmanagement  
 daniel.roeltgen@iem.fraunhofer.de  
 Telefon: +49 5251 5465-431

## Innovationsmanagement

Die **Gruppe Innovationsmanagement** untersucht und entwickelt Strategien, Methoden und Werkzeuge für die Planung zukünftiger Marktleistungen und der damit verbundenen Gestaltung der Innovationsorganisation. Im Fokus steht die systematische Erschließung von Innovationspotentialen, die sich aus der fortschreitenden Digitalisierung an der Schnittstelle von Markt und Technologie für Produkt, Dienstleistung und Geschäftsmodell ergeben. Insbesondere der Wandel zu datengetriebenen Services und Geschäftsmodellen sowie die Vernetzung über digitale Plattformen und Ökosysteme stehen im Vordergrund.



Das Technologie-Netzwerk  
 Intelligente Technische Systeme  
 OstWestfalenLippe

Dieses Technologietransferprojekt wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Spitzenclusters »Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe (it's OWL)« gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut.

# SCHRITTWEISE ZUM SCHALTANLAGENBAU 4.0

Das Schlagwort Industrie 4.0 verspricht wandlungsfähige Wertschöpfungssysteme, die die wirtschaftliche Produktion von kundenindividuellen Produkten bis zur Losgröße 1 erlauben. Auf dem Weg zu dieser Vision lassen sich unterschiedliche Ausbaustufen erkennen, die jedes Unternehmen schrittweise und auf die eigenen Bedürfnisse abgestimmt erschließen muss. Die Konsequenz ist ein kontinuierlicher Veränderungsprozess im Unternehmen, der gleichermaßen technologische, wirtschaftliche und organisatorische Herausforderungen mit sich bringt.

Genau diese Herausforderungen adressiert das laufende **Projekt Digitalisierung im Schaltanlagenbau** mit der Schaltanlagenbau GmbH H. Westermann aus Minden. Klassischerweise ist nahezu jeder Schaltschrank ein Unikat – die typische Losgröße 1. Der sehr montagelastige Wertschöpfungsprozess ist von langen Durchlaufzeiten geprägt. Darüber hinaus steht das mittelständische Unternehmen an der Schwelle der Transformation vom Handwerksbetrieb zum Industrieunternehmen. Prozesse und Strukturen sind historisch gewachsen und geprägt von Medienbrüchen. Zwar fallen schon heute jede Menge Daten an – von der Angebotserstellung über die Projektierung und Fertigung bis hin zur Inbetriebnahme beim Kunden vor Ort – doch sind diese heute nicht verknüpft und können in den wenigsten Fällen gewinnbringend genutzt werden.

Ziel des gemeinsamen Projekts ist die durchgängige Digitalisierung des Wertschöpfungsprozesses von Schaltschranken. Um Herstellungsprozesse von Schaltschranken zu verkürzen

und die Fehlerhäufigkeit in der Montage zu reduzieren, wird im Rahmen des Projekts eine Digitalisierungsstrategie für das Unternehmen erarbeitet. In Workshops und Expertengesprächen mit Mitarbeitern aus allen Funktionsbereichen werden die bestehenden Wertschöpfungsprozesse analysiert und entsprechende Verbesserungspotentiale abgeleitet. Diese werden unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten priorisiert und in eine Umsetzungsreihenfolge gebracht. Zudem werden zwei erfolgversprechende Maßnahmen im Rahmen des Vorhabens umgesetzt: die automatisierte Datenüberführung von der Projektierung in die Fertigung und der Einsatz von Tablets zur Montageunterstützung. Als Ergebnis liegt ein Fahrplan mit konkreten Maßnahmen vor, mit dem die Schaltanlagenbau GmbH H. Westermann Schritt für Schritt an der Umsetzung des Schaltanlagenbaus 4.0 arbeiten kann.

[www.digital-in-nrw.de/schaltschrankbau](http://www.digital-in-nrw.de/schaltschrankbau)



Das Projekt »Digitalisierung im Schaltschrankbau« ist ein Umsetzungsprojekt im Rahmen des vom BMWi geförderten Kompetenzzentrums »Digital in NRW.«



## Produktionsmanagement

Die **Gruppe Produktionsmanagement** erforscht und entwickelt Ansätze für die erfolgreiche Gestaltung von Produktions- und Wertschöpfungssystemen. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der systematischen Einführung industrieller Informations- und Kommunikationstechnologien im Produktionsumfeld – ganz im Sinne der Industrie 4.0. Hierbei gilt stets, dass die Einführung und Nutzung von modernen IT-Systemen am Ende einer gut überlegten Handlungskette steht: Wirkungsvolle IT-Systeme benötigen wohlstrukturierte Geschäftsprozesse, die wiederum einer zukunftsorientierten Geschäftsstrategie folgen.



**Dr.-Ing. Arno Kühn**

Gruppenleiter Produktionsmanagement  
arno.kuehn@iem.fraunhofer.de  
Telefon: +49 5251 5465-323

# ENTWICKLUNGSPLANER FÜR RÄUMLICHE SCHALTUNGSTRÄGER

Räumliche Schaltungsträger bieten einen vielversprechenden Ansatz, dem stetig wachsenden Wettbewerbsdruck nach innovativen Produkten zu begegnen. Durch die Integration mechanischer und elektronischer Funktionen in ein Bauteil entstehen hochintegrierte Systeme, die mit herkömmlichen Technologien nur schwer umzusetzen sind. Vor dem Hintergrund der steigenden Digitalisierung ist das Wissen über die neuartigen Fertigungstechnologien ein entscheidender Wettbewerbsvorteil.

» Technologiepotentiale erschließen und ausschöpfen, um sich vom Wettbewerb zu differenzieren. «

Im Rahmen des **Forschungsprojekts MID-Plan** wurde ein Entwicklungsplaner aufgebaut, der Anwender bei der zielgerichteten Entwicklung räumlicher Schaltungsträger unterstützt. Hierfür wurde ein zweistufiges Vorgehen entwickelt, das auch unerfahrene Anwender befähigt, die Möglichkeiten der Technologien zu nutzen. Der Produktentwicklung liegt dabei eine initiale Spezifikation zugrunde, die im Hintergrund durch den Entwicklungsplaner direkt verarbeitet wird. Der Anwender erhält somit direkt einen Überblick, ob und wie seine Produktidee mit den Fertigungstechnologien für räumliche Schaltungsträger umgesetzt werden kann. Diese initiale Analyse zur Abschätzung der Machbarkeit liefert dabei neben geeigneten Prozessen auch passende Materialien und ähnlich spezifizierte Serienanwendungen der WebMIDIS®-Datenbank in Form eines Benchmarks zurück. Im zweiten Schritt wird die Produktidee weiter konkretisiert. Dabei sorgt das Tool stets für eine fertigungsgerechte Produktkonzeptkonfiguration.

Die Systematik wurde im Rahmen von initialen Umfragen und Expertenworkshops erarbeitet. Im Projekt waren sowohl kleinere und mittlere Unternehmen als auch große OEMs vertreten, die die Potentiale der Technologie in Zukunft verstärkt nutzen wollen. Das Fraunhofer IEM hat in diesem Projekt seine Kompetenzen zur integrativen Entwicklung von Produkt und Produktionssystem räumlicher Schaltungsträger in ein online verfügbares Planungstool überführt, das den Markterfolg der Technologie über die nächsten Jahre intensiv unterstützen wird.

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



Das Verbundprojekt MID-Plan – »Entwicklungsplaner zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Entwicklung von MID-Produkten« (IGF-Vorhaben 18445 N / 1) der Forschungsvereinigung Räumliche Elektronische Baugruppen 3-D MID e.V. wurde im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) gefördert.

## INTEGRIERTE MECHATRONISCHE SYSTEME

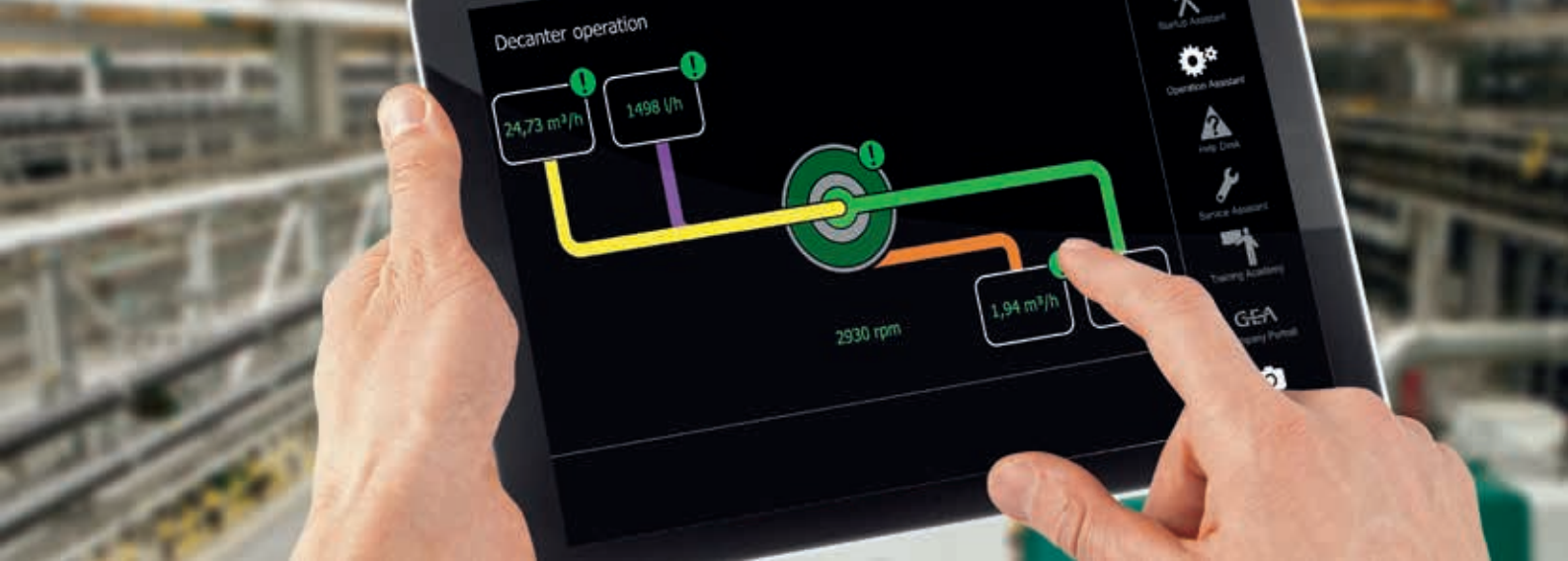
Die **Gruppe Integrierte Mechatronische Systeme** entwickelt Strategien, Methoden, Werkzeuge und Prototypen für das Internet der Dinge. Im Fokus stehen räumlich integrierte Produkte, die sich durch gesteigerte Intelligenz und zunehmende Vernetzung auszeichnen. Die Erschließung von Technologiepotentialen, z.B. für additive Fertigung, bildet dabei die Ausgangsbasis; von der Befähigung über die Konzeption bis zur gemeinsamen Prototypenentwicklung.



**Christoph Jürgehake**

Gruppenleiter Integrierte Mechatr. Systeme  
christoph.juergehake@iem.fraunhofer.de  
Telefon: +49 5251 5465-118





# PRODUKT-SERVICE-SYSTEME FÜR INDUSTRIE 4.0

Intelligente technische Systeme eröffnen Unternehmen insbesondere des Maschinen- und Anlagenbaus vielfältige Potentiale zur Veränderung ihrer Marktleistung. Grund dafür ist die zunehmende Intelligenz und Vernetzung der Systeme. Auf dieser Basis entstehen gänzlich neue Produkte-Service-Systeme mit optimal auf den Kunden abgestimmten Sach- und Dienstleistungsanteilen.

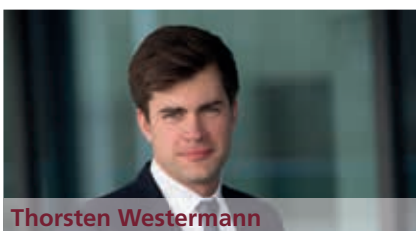
Bei der industriellen Herstellung von Lebensmitteln wie Molkeerzeugnissen oder Pharmaprodukten spielen Zentrifugen zur mechanischen Trennung von Substanzen, sogenannte Separatoren, eine zentrale Rolle. Zur Gewährleistung effizienter und zuverlässiger Verfahrensabläufe ist ein umfangreiches Maschinen- und Prozesswissen erforderlich. Im **Innovationsprojekt Separator i4.0** werden neue Hard- und Softwarelösungen erforscht, mit denen Zentrifugen Abweichungen im Prozess eigenständig erkennen und ihr Verhalten autonom anpassen. Über die Verbesserung des Separationsprozesses hinaus eröffnen intelligente Zentrifugen erhebliche Möglichkeiten für innovative Produkt-Service-Systeme (PSS). Diese beruhen u.a. auf der Speicherung und Verarbeitung von Daten und einem digitalen Kundenzugang. Im Projekt Separator i4.0 werden die Potentiale datenbasierter Services für die Lebensmittelindustrie untersucht und erfolgversprechende PSS-Konzepte erarbeitet. Die Entwicklung neuer Technologien und Services im Kontext intelligenter technischer Systeme ist geprägt durch ein hohes Maß an Interdisziplinarität. Vor diesem Hintergrund werden Methoden des Systems Engineering eingesetzt, die stets ein

ganzheitliches und zusammenwirkendes Verständnis aller Stakeholder erzeugen. Zentrales Kommunikationsmedium ist das Systemmodell, das alle wesentlichen fachdisziplinübergreifenden Informationen über das System enthält und disziplinunabhängig beschreibt. Im Projekt Separator i4.0 beschäftigen sich die Partner mit der kontinuierlichen Weiterentwicklung der Systems Engineering-Methoden, damit diese den Anforderungen zukünftiger Produkt-Service-Systeme entsprechen.

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



Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Spitzenclusters »Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe (it's OWL)« gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut.




**Thorsten Westermann**

Gruppenleiter Produkt-Service-Systeme  
 thorsten.westermann@iem.fraunhofer.de  
 Telefon: +49 5251 5465-342

## Produkt-Service-Systeme

Die **Gruppe Produkt-Service-Systeme** entwickelt Methoden für den Entwurf innovativer Produkte und Services. Die Aktivitäten erstrecken sich von der Identifikation erfolgversprechender Marktleistungsideen bis hin zur ganzheitlichen Produkt-Service-Konzeption. Im Fokus steht dabei eine interdisziplinäre Herangehensweise, um der steigenden Komplexität und zunehmenden Verschmelzung von Produkten und Services gerecht zu werden.



» **Augmented Reality bietet Unternehmen Innovationsimpulse für das Produkt-Service-Geschäft.** «

# AUGMENTED REALITY FÜR DIE INDUSTRIELLE ANWENDUNG

Augmented Reality (AR) ermöglicht es, Umgebungen mit zusätzlichen virtuellen Informationen anzureichern. In der Industrie projizieren Datenbrillen z.B. Hinweise zur Bedienung und Wartung von Maschinen ins Blickfeld der Mitarbeiter. Dadurch lassen sich Fehler vermeiden und Arbeitsabläufe verkürzen. AR kann zur Verbesserung innerbetrieblicher Prozesse beitragen und neue Innovationsimpulse für das Produkt-Service-Geschäft liefern.

Das **Forschungsprojekt AcRoSS** zielt darauf ab, Augmented Reality speziell kleinen und mittleren Unternehmen zugänglich zu machen. Dazu werden im Projekt wiederverwendbare AR-Software-Bausteine entwickelt, die auf einer Online-Plattform angeboten werden. Beispiele für Bausteine sind das Tracking sowie die Sprach- und Gestensteuerung. Die Bausteine können zeit- und kosteneffizient und ohne spezifisches Expertenwissen zu AR-Anwendungen verknüpft werden. Durch die Offenheit und Erweiterbarkeit der Plattform können Bausteine weiterer Unternehmen ergänzt und über die Plattform angeboten werden. Im Projekt liegen die Arbeitsschwerpunkte des Fraunhofer IEM in der Entwicklung von Augmented Reality-Bausteinen sowie in der Erarbeitung eines Referenzprozesses für die Integration von AR in das Produkt-Service-Portfolio von Unternehmen. Der Referenzprozess deckt alle wichtigen Schritte der strategischen Planung ab – von der Potentialfindung über die Konzipierung bis zur Geschäftsmodellentwicklung. Der Fokus der aktuellen Arbeiten liegt auf der Ausarbeitung eines Katalogs mit industriellen Einsatzszenarien von AR sowie der Erstellung eines Leitfadens, der Unternehmen eine methodische Unterstüt-

zung bei der Identifikation von AR-Potentialen bietet. Aus dem Pilotprojekt mit der Krause-Biagosch GmbH entsteht ferner ein Projektdemonstrator, der anhand eines Reparaturszenarios die Nutzenpotentiale von AR verdeutlicht.

Besucherinnen und Besucher der Hannover Messe Industrie haben vom 24. bis 28. April 2017 die Möglichkeit, den Demonstrator selbst auszuprobieren.

[www.across-ar.de](http://www.across-ar.de)

**AcRoSS**  
AR-basierte Produkt-Service-Systeme



Gefördert durch:  
 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie  
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Das Projekt AcRoSS ist Teil des Technologieprogramms »Smart Service Welt«, das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert wird.



**Dr.-Ing. Harald Anacker**

Gruppenleiter Mensch-Technik-Interaktion  
harald.anacker@iem.fraunhofer.de  
Telefon: +49 5251 5465-324

## MENSCH-TECHNIK-INTERAKTION

Die **Gruppe Mensch-Technik-Interaktion** entwickelt mit Hilfe von Technologien wie Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR) intuitiv zu bedienende Benutzerschnittstellen entlang der gesamten Produktentstehung. Untersucht wird, wie derartige digitale Technologien den Arbeitsplatz der Zukunft (Arbeit 4.0) z.B. von Ingenieuren verändern. Neben der Umsetzung konkreter Anwendungsfälle werden auch die Auswirkungen der Technologien sowohl auf den Menschen (z.B. veränderte Qualifikationsprofile) als auch auf die Organisation (spezielle Schulungsprogramme) untersucht.

# ENTWICKLUNG KOMPLEXER SYSTEME MIT VIRTUELLEN TESTBEDS

Zur Unterstützung der multidisziplinären Zusammenarbeit in Entwicklungsprojekten bietet das Paradigma des Model-Based Systems Engineering (MBSE) einen hervorragenden Ansatz. Für die frühzeitige Verifikation und Validierung des modellbasierten Entwurfs werden Virtuelle Testbeds eingesetzt, in denen Teile oder das gesamte System simuliert, verifiziert und validiert werden können. Ziel des **Projekts INVIRTES** ist die Integration der einzelnen Entwicklungsergebnisse zu einem ganzheitlichen Systemmodell.

Die durchgängige Entwicklung von technischen Systemen für Weltraummissionen stellt eine ingenieurtechnische Herausforderung dar: Die Systemkomplexität ist aufgrund interdisziplinärer Abhängigkeiten, Neuheitsgrad, Projektgröße und vielfältiger Umfedeinflüsse signifikant – insbesondere der Zwang zur Entwicklung im Sinne von First-Time-Right ist enorm. Der systematischen Absicherung unter realen Umgebungs- und Betriebsbedingungen kommt somit höchste Bedeutung zu. Diese ist aber schwierig zu realisieren. Virtuelle Testbeds versprechen einen leistungsfähigen Ansatz, um die Entwicklungseffizienz zu steigern und technische Risiken frühzeitig zu erkennen, indem sie das Gesamtsystem unter approximierten Bedingungen simulieren und sichere Aussagen über das Systemverhalten treffen. Es bedarf hierfür einer geeigneten Teststrategie, die sich an den Missionszielen orientiert sowie einer entsprechenden Durchgängigkeit über die Projektlaufzeit. Ziel des Projekts INVIRTES ist daher die modellbasierte Integration der Systemspezifikation und virtueller Testbeds zu einer belastbaren Entwicklungs- und Testumgebung für zukünftige Projekte in der Weltraumrobotik.

Das Projekt wird im Verbund mit dem Institut für Mensch-Maschine-Interaktion (MMI) der RWTH Aachen, dem RIF – Institut für Forschung und Transfer e.V. aus Dortmund und der CPA ReDev GmbH durchgeführt. Das Fraunhofer IEM adressiert die modellbasierte System- und integrierte Testspezifikation. Hierzu wurde ein Sprachkonzept erstellt und in Eclipse Papyrus umgesetzt. Weitergehend wurde eine übergeordnete Vorgehenssystematik zur integrierten Entwicklung komplexer Systeme mit virtuellen Testbeds erarbeitet. Als Anwendungsbeispiel dient ein Explorationsszenario aus der Weltraumrobotik, in dem die Navigationskamera für ein autonomen Rover ausgelegt wird.

Das Projekt INVIRTES wird von der Raumfahrt-Agentur des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages unter den Förderkennzeichen 50RA1306 – 50RA1309 gefördert.



*Integrierte Entwicklung komplexer Systeme mit Virtuellen Testbeds auf der Basis zentraler Weltmodelle und moderner Konzepte der eRobotik (INVIRTES).*

» **Model-Based Systems Engineering ist das Fundament zur erfolgreichen Digitalisierung der Produktentstehung.** «



**Dr.-Ing. Lydia Kaiser**

Gruppenleiterin Digital Engineering  
Telefon: +49 5251 5465-205  
lydia.kaiser@iem.fraunhofer.de

## Digital Engineering

Die Digitalisierung der Produktentstehung schreitet innerhalb der Fachdisziplinen durch spezialisierte Softwarewerkzeuge weiter voran. Die Interdisziplinarität und die Beherrschung der Produktkomplexität wird jedoch erst durch Model-Based Systems Engineering (MBSE) erreicht. Die **Gruppe Digital Engineering** verfolgt das Ziel einer durchgängigen digitalen Produktentstehung auf Basis eines branchenspezifischen MBSE Architektur-Frameworks. Darunter fallen Themen wie Requirements Engineering, 1D-Simulationen, PLM oder auch Toolkopplungen.

# SYSTEMS ENGINEERING INDUSTRIEKREIS – SE4KMU

Systems Engineering (SE) unterstützt die erfolgreiche Entwicklung von komplexen, interdisziplinären Systemen. Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus sehen großen Bedarf für Systems Engineering. Die vorhandenen Ansätze und Lösungen müssen jedoch unternehmensspezifisch angepasst werden. Dafür ist ein Verständnis der Themen in der Breite notwendig. Nur dann kann die Einführung von Systems Engineering in ein Unternehmen nutzenstiftend angegangen werden – der **Industriekreis SE4KMU** begleitet so einen Prozess.

Der Industriekreis SE4KMU wurde durch das Fraunhofer IEM gegründet, um kleinen und mittleren Unternehmen den Zugang zum Systems Engineering zu erleichtern. Drei Kernelemente zeichnen das Konzept aus: Konsortialbausteine, Individualbausteine und der unternehmensübergreifende Austausch. So können Unternehmen im Austausch die Hürden des Systems Engineering meistern und gleichzeitig das Systems Engineering zielgerichtet auf ihre Bedürfnisse ausgestalten. In der ersten Phase werden drei Partner aus Ostwestfalen-Lippe begleitet. An Konsortialbausteinen partizipieren Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aller Unternehmen. In einem eintägigen Intensivseminar werden die Grundlagen des Systems Engineering vermittelt. Ziel ist, ein gemeinsames Verständnis für SE zu schaffen. In den Folgeterminen stehen alltägliche Aufgabenstellungen aus den Unternehmen auf der Agenda. Das Fraunhofer IEM zeigt dabei, wie Systems Engineering unterstützen kann, z.B. mit Methoden

zur Anforderungsermittlung für den Vertrieb, mit dem Ansatz des Model-Based Systems Engineerings (MBSE) zur Spezifikation eines Auftrags, aber auch, wie SE den Einkaufsprozess unterstützen kann. Dabei wird großer Wert auf die direkte Anwendung des Gelernten an konkreten Anwendungsbeispielen gelegt, so dass die Teilnehmer schnell erste eigene Erfahrungen mit den neuen Methoden sammeln können. Da Systems Engineering letztlich aber nur durch Werkzeuge nachhaltig eingeführt werden kann, werden verschiedene Werkzeuge im Paderborner Systems Engineering LIVE LAB getestet. Innerhalb der Individualbausteine werden dann spezifische Themenstellungen einzelner Unternehmen bearbeitet. Zum Beispiel wird aktuell die Kopplung agiler Methoden mit dem Ansatz des Systems Engineering vorangetrieben.

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

» **Die Funktionalität des Werkzeugs ist wichtig. Es muss nicht alles ermöglichen, sondern für den Mittelstand einen soliden Funktionsumfang aufweisen – der im Zweifel auf einfache Art und Weise auch selbst angepasst werden kann.** «

Dr. Thomas Peitz  
Technischer Leiter, Friedrich Remmert



Diskutieren über MBSE im Mittelstand (v.l.n.r.): Dr.-Ing. Christian Tschirner (Fraunhofer IEM), Volker Huckriede (Harting Applied Technologies GmbH & Co. KG), Meinolf Tepper (ELHA-MASCHINENBAU Liemke KG) und Dr. Thomas Peitz (Friedrich Remmert GmbH).



**Dr.-Ing. Christian Tschirner**  
Gruppenleiter Digital Engineering  
christian.tschirner@iem.fraunhofer.de  
Telefon: +49 5251 5465-334

## Smart Collaboration

Digitale Technologien bieten vielfältige Potentiale zur Gestaltung der Zusammenarbeit; diese werden bislang jedoch wenig genutzt. Die **Gruppe Smart Collaboration** gestaltet die Zusammenarbeit in der Entwicklung – von kleinen Teams bis zu interdisziplinären, unternehmensübergreifenden Arbeitsgruppen. Dazu werden sowohl entsprechende Prozesse als auch relevante IT-Werkzeuge untersucht, angepasst oder neu entwickelt. Beispiele sind Handy-Apps zur Digitalisierung von Workshopergebnissen, die direkt in die Projektumgebung einfließen, oder Konzepte wie »Engineering-Tinder«.

Der gemeinnützige Verein »KOMMIT e.V. – Kommunikationskreis für Unternehmensführung und Informationstechnik« wurde im Dezember 1995 gegründet. Mitglieder sind ehemalige wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Heinz Nixdorf Instituts (Fachgruppe Prof. Dr.-Ing. Gausemeier) sowie des Fraunhofer IEM (Forschungsbereich Prof. Dr.-Ing. Dumitrescu). Dem Verein gehören mittlerweile 159 Mitglieder an, die europaweit Positionen in Wirtschaft und Wissenschaft innehaben.

Als Informationsnetzwerk fördert der KOMMIT e.V. den Erfahrungsaustausch seiner Mitglieder, belebt die Interaktion von Wirtschaft und Wissenschaft und gibt Einblicke in namenhafte Unternehmen und mögliche Karrierewege. Auch das Jahr 2016 war wieder von einigen Highlights geprägt: Neben der jährlichen Exkursion für Studierende zu aktuellen Wirkungsstätten der Mitglieder haben auch verschiedene interne Aktivitäten (z.B. die Besichtigung der Fertigung von Diebold Nixdorf) wieder einmal mehr den Zusammenhalt zwischen den Ehemaligen gestärkt.



*Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Exkursion zur EM-motive GmbH in Hildesheim.*

Im Juli 2016 reisten 13 Studentinnen und Studenten mit dem KOMMIT e.V. nach Hildesheim und besichtigten die EM-motive GmbH, die Antriebselektromotoren für Elektro- und Hybridfahrzeuge entwickelt und fertigt. Die Studierenden konnten sich dort auch über mögliche Perspektiven für ihr späteres Berufsleben informieren.

Auch die Förderung besonderer Leistungen und begabter Studentinnen und Studenten wird vom KOMMIT e.V. unterstützt: So vergab der Verein im Jahr 2016 wieder ein Stipendium im Rahmen der Stiftung »Studienfonds OWL«. Zudem wurden herausragende studentische Arbeiten von Studierenden des Heinz Nixdorf Instituts und des Fraunhofer IEM ausgezeichnet. Mit dem »Jahresabschlusskolloquium (JAK) Spezial« fand zum Ende des Jahres 2016 noch eine ganz besondere Veranstaltung statt: Rund 100 Ehemalige, Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie Freundinnen und Freunde des Lehrstuhls von Prof. Dr.-Ing. Gausemeier trafen sich im Heinz Nixdorf MuseumsForum in Paderborn und ließen gemeinsam die gesamte Lehrstuhlhistorie seit 1990 mit Videos, Fotos und nachgespielten Szenen Revue passieren.



*Stipendiaten und Mitglieder des KOMMIT e.V. beim Besuch des Paderborner Weihnachtsmarkts.*



*Die rund 100 Gäste des »Jahresabschlusskolloquiums (JAK) Spezial«, das am 22. Dezember 2016 im Heinz Nixdorf MuseumsForum in Paderborn stattfand.*

# FORSCHUNGSBEREICH SOFTWARETECHNIK



» 2016 war für mich in vielerlei Hinsicht ein spannendes Jahr! Mein Wechsel vom Fraunhofer SIT zum IEM erlaubt es mir nun, meine IT-Sicherheitsexpertise auf den spannenden Bereich des Entwurfs mechatronischer Systeme anzuwenden. «

## SOFTWARE ENGINEERING – ABER SICHER!

Innovative Funktionen von intelligenten technischen Systemen basieren schon heute überwiegend auf Software. Dies nimmt mit fortschreitender Digitalisierung weiter zu. Die Qualität der angebotenen Produkte und der produktbegleitenden, in der Regel IT-basierten Dienstleistungen wird somit noch viel stärker von der Qualität der Software abhängen. Unternehmen stehen vor der Herausforderung, zunehmend komplexe Software effizient und in hoher Qualität zu entwickeln. Dies trifft in besonderem Maße für Unternehmen zu, die traditionell wenig Erfahrung mit Softwareentwicklung haben.

Eine weitere Herausforderung resultiert aus der zunehmenden Vernetzung der technischen Systeme und IT-Systeme zum Internet of Things and Services: Systeme sind nicht länger in sich abgeschlossen, sondern öffnen sich durch die Bereitstellung von Schnittstellen nach außen. Dies erfordert Maßnahmen zum Schutz von Know-how und Daten sowie zur Absicherung der Systeme gegenüber Angriffen.

Berichterstattungen über schwerwiegende Datenlecks und andere IT-Sicherheitsprobleme finden sich heute leider täglich in der Presse. Selbst solche Unternehmen, die IT-Sicherheit ernst nehmen, oder hochsensible Organisationen wie die Verwaltung des Bundestages, sind aktuellen Hackerangriffen nicht gewachsen. Hauptursache dafür, dass heutige Softwaresysteme überhaupt angreifbar sind, sind Schwachstellen, die durch ihre unsachgemäße Entwicklung

entstehen. Um diesem Problem zu begegnen, muss in Bezug auf die Entwicklung sicherer Software ein Paradigmenwechsel stattfinden. In einzelnen Bereichen ist dieser bereits im Gange. Wir verfolgen den Ansatz des Secure (Software) Engineering mit dem Ziel, die Sicherheit der Software sowie des Gesamtsystems von vornherein konstruktiv zu berücksichtigen (Security by Design).

## UNSERE THEMEN

Wir erforschen und entwickeln Prozesse, Methoden und Werkzeuge entlang des gesamten Softwarelebenszyklus. Besonders betrachten wir das Requirements Engineering, das die Grundlage für jegliche Software- oder Systementwicklung legt, den Softwareentwurf und die Softwarearchitektur. Wir erarbeiten modellbasierte Methoden, die ein systematisches Vorgehen unterstützen und frühzeitige Qualitätsanalysen bis hin zu automatischer Codegenerierung erlauben. Dies ermöglicht vornehmlich die effiziente Entwicklung funktional sicherer Software in hoher Qualität. Die IT-Sicherheit von Software und Systemen ist ein weiterer Schwerpunkt. Auch hier setzen wir mit Bedrohungsanalysen, Risikoabschätzungen und der Identifikation von Schutzzielen frühzeitig an. Die Ableitung von Schutzmaßnahmen und die Überprüfung von Implementierungen auf Sicherheitsschwachstellen durch die statische Codeanalyse runden unser Portfolio ab.

## AUSBLICK

Der **Forschungsbereich Softwaretechnik** am Fraunhofer IEM hat bisher Softwareentwicklungsmethoden für intelligente technische Systeme mit einem Schwerpunkt auf Effizienz und funktionale Sicherheit gemeinsam mit Unternehmen erforscht und praktisch angewendet. Mein eigener Schwerpunkt liegt auf der sicheren Softwareentwicklung im Sinne von IT-Sicherheit; ein Thema, das (wie eingangs dargestellt) auch für intelligente technische Systeme rasant an Bedeutung gewinnt. Wir werden das Jahr 2017 nutzen, um Synergien zwischen diesen Themen noch besser zu nutzen und Sie bei der effizienten Entwicklung zuverlässiger sowie sicherer Software und Systeme (im Sinne von Safety und Security) zu unterstützen.

**Prof. Dr. Eric Bodden**

Direktor Softwaretechnik

[eric.bodden@iem.fraunhofer.de](mailto:eric.bodden@iem.fraunhofer.de)

Telefon: +49 5251 5465-150

Die **Abteilung Softwaretechnik** erarbeitet Prozesse, Methoden und Werkzeuge für die effiziente Entwicklung sicherer software-intensiver Systeme. Innovative Funktionen von intelligenten Produkten und Dienstleistungen basieren zunehmend auf Software und werden maßgeblich von deren Qualität abhängen. Die zunehmende Vernetzung von Systemen führt zu Herausforderungen für den Schutz von Know-how und Daten sowie die Absicherung gegenüber Angriffen. Umso entscheidender ist die effiziente Entwicklung zuverlässiger und sicherer Software (im Sinne von Safety und Security). Besonderen Wert legen wir darauf, die Sicherheit der Software sowie des Gesamtsystems von vornherein konstruktiv zu berücksichtigen (Security by Design).



Dr. Matthias Meyer  
Abteilungsleiter Softwaretechnik  
matthias.meyer@iem.fraunhofer.de  
Telefon: +49 5251 5465-122

### FRAUNHOFER-FÖRDERPROGRAMM ATTRACT »SECURE SOFTWARE ENGINEERING«

#### Erkennung von Sicherheitsschwachstellen in Software im Stile einer Rechtschreibprüfung

Durch unsachgemäße Softwareentwicklung entstehen Schwachstellen, die heutige (Software-)Systeme wie bspw. Smartphone-Apps, moderne Automobile oder Steuerungssysteme für Industrieanlagen angreifbar machen. Hier setzt die Forschungsgruppe »Secure Software Engineering« an, die im Rahmen des Förderprogramms »Attract« der Fraunhofer-Gesellschaft gefördert wird. Ziel ist es, Sicherheitsschwachstellen in Software bereits dann zu erkennen, wenn sie entstehen, nämlich während der Softwareentwicklung. Die Forschungsgruppe arbeitet daher daran, Verfahren der statischen Quellcodeanalyse so in gängige Softwareentwicklungsumgebungen zu integrieren, dass sie Schwachstellen im Stile einer Rechtschreibprüfung erkennen und den Entwickler frühzeitig warnen können.

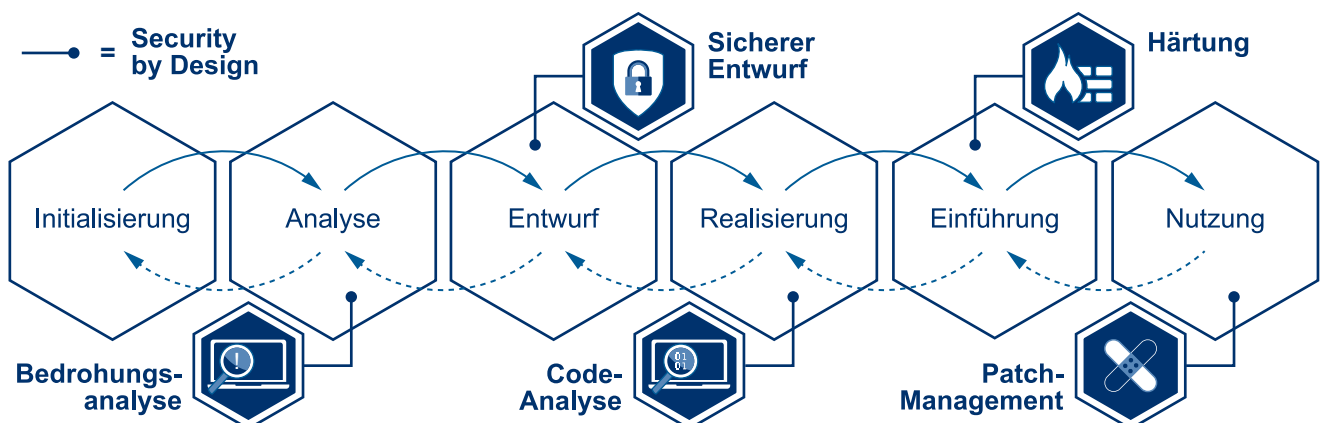
Die Gruppe hat bereits Ende 2013 am Fraunhofer-Institut für Sichere Informationstechnologie SIT in Darmstadt unter der Leitung von Prof. Dr. Bodden ihre Arbeit aufgenommen und ist Anfang 2016 mit ihm zum Fraunhofer IEM gewechselt. Mittlerweile sind mehrere weltweit genutzte Schlüsseltechnologien zum Aufspüren von Schwachstellen in mobilen Anwendungen entstanden, die seit kurzem auch von einem Marktführer im Android-Bereich verwendet werden. In Paderborn arbeiten wir seit 2016 an der Übertragung dieser Ideen und Werkzeuge auf intelligente technische Systeme und insbesondere auf Industrial Control Systems.

# SECURITY BY DESIGN

Die zunehmende Vernetzung und Digitalisierung von software-intensiven intelligenten technischen Systemen bringt neue Herausforderungen, die es frühzeitig und systematisch anzugehen bedarf. Ein vertrauenswürdiger, sicherer Umgang mit sensiblen Daten wie Produkt- und Produktionswissen ist ebenso notwendig wie die Absicherung gegenüber Angriffen auf vernetzte Systeme. Um potentiellen Schäden entgegenzuwirken, sollte bereits im Entwicklungsprozess die IT-Sicherheit durchgängig von der Anforderungserhebung bis zur Nutzung sichergestellt werden.

IT-Sicherheit wird bisher in den System- und Softwareentwicklungsprozessen wenig oder gar nicht betrachtet. So wird oftmals erst nach Bekanntwerden von Bedrohungen oder Angriffen versucht, Systeme und Software nachträglich abzusichern. Effizienter und effektiver ist es jedoch, die IT-Sicherheit der Systeme und Software bereits während deren Entwicklung zu berücksichtigen. Dies erfordert einen Entwicklungsprozess mit »Security by Design«.

Damit wird ein angepasster Entwicklungsprozess bezeichnet, der Maßnahmen zur Entwicklung sicherer software-intensiver Systeme von der Anforderungserhebung bis hin zum fertigen Produkt umfasst.



»Security by Design« Entwicklungsprozess





## **BEDROHUNGEN ANALYSIEREN UND PRODUKTE SICHER ENTWERFEN**

In den ersten Phasen eines Entwicklungsprozesses mit »Security by Design« werden mittels **Bedrohungsanalyse** die zu schützenden Ziele systematisch identifiziert. Basierend auf spezifischen Schutzziele und Bedrohungen können daraufhin geeignete Schutzmaßnahmen gewählt werden. Potentielle Bedrohungen, Schutzziele und Schutzmaßnahmen bezüglich des zu entwickelnden Produkts, aber auch der Produktionsinfrastruktur, werden in einem IT-Sicherheitskonzept dokumentiert und begutachtet. Dadurch lassen sich Sicherheitsschwachstellen schon während des Entwurfs aufdecken und korrigieren, noch bevor das System implementiert wird. Auf diese Weise werden Kosten durch aufwendige nachträgliche Änderungen gespart, Angriffe auf das neu entwickelte System von vornherein effektiv verhindert und die Sicherheit des Systems systematisch gewährleistet.

## **KONKRETE SCHWACHSTELLEN PER CODEANALYSE ERKENNEN UND VERMEIDEN**

Ein **sicherer Entwurf** mündet nur dann in einem sicheren Produkt, wenn auch in der Umsetzung Schwachstellen systematisch vermieden werden. Automatisierte statische **Code-Analysen** helfen hierbei, gängige Schwachstellen, beispielsweise bei der Einbindung sicherheitskritischer Schnittstellen wie Crypto-APIs, bei der Verwendung von Datenbankabfragen oder bei der Verarbeitung von Nutzereingaben frühzeitig und vollautomatisch zu erkennen.

Das Fraunhofer IEM hat aktuelle Werkzeuge mit neuartigen Bedienkonzepten entwickelt, die die **Code-Analysen** intuitiv in den Entwicklungsprozess integrieren. Diese Werkzeuge liefern erste

Ergebnisse innerhalb von Sekunden und geben Softwareentwicklern somit direktes Feedback zum geschriebenen Programmcode. Neuartige Algorithmen aus der eigenen Forschung liefern hierbei hochpräzise Ergebnisse, wodurch in den meisten Situationen falsche Warnungen vermieden werden können.

## **IT-SICHERHEIT IN DER ENTWICKLUNG UND IM BETRIEB**

Vor Markteinführung eines entwickelten Produkts sollten zudem IT-Sicherheitsprüfungen entsprechend der Anforderungen an das Produkt und den Hersteller durchgeführt werden. Diese ermöglichen es, Sicherheitslücken, die potentielle Angreifer ausnutzen können, in Prototypen oder marktreifen Produkten zu identifizieren und zu schließen. Auf der Grundlage solcher IT-Sicherheitsprüfungen können weitere Verbesserungspotentiale zur weiteren **Härtung** des Produkts oder der Infrastruktur aufgezeigt werden. Ebenfalls sollte noch vor der Markteinführung ein kontinuierliches **Patch-Management** etabliert werden, um auch auf neu bekanntgewordene Sicherheitslücken reagieren zu können. Dadurch bleiben Produkt und Kunde dauerhaft sicher.

Besondere Beachtung sollte hier der Aspekt der Langzeitsicherheit finden: Eingesetzte Produkte müssen oft auf ein bis zwei Jahrzehnte hinaus den dann geltenden Sicherheitsanforderungen genügen. Für die Hersteller der Produkte bedeutet dies, ihre Produkte frühzeitig auf die Möglichkeit eines Upgrades von beispielsweise Verschlüsselungsverfahren, aber auch anderen Sicherheitsmechanismen vorzubereiten. Dies beinhaltet technische wie auch organisatorische Maßnahmen. Das Fraunhofer IEM bietet Herstellern Hilfestellung bei der Etablierung von Langzeitsicherheit und Kunden bei der Auswahl und Administration geeigneter Produkte.

# EFFIZIENTE SOFTWAREENTWICKLUNG

Modellgetriebene Methoden erlauben eine effizientere Softwareentwicklung, wenn ein Großteil des Quellcodes aus abstrakteren Modellen automatisch generiert wird. Die Methoden eignen sich besonders bei ähnlichen Produkten mit jeweils individuellen Anteilen, z.B. im Maschinen- und Anlagenbau: Wissen über den typischen Aufbau der Produkte und zuvor erstellte Software werden geschickt genutzt, um den schematisch immer gleichen Softwareanteil automatisch zu erzeugen. Der individuelle Teil wird manuell ergänzt.

Die Firma G. Kraft Maschinenbau GmbH verfolgt in der Entwicklung von neuen Anlagen bereits erfolgreich den modellgetriebenen Ansatz. So kann die Software für eine neue Anlage größtenteils konfiguriert und anschließend automatisch generiert werden. Auf diese Art und Weise wurde der manuelle Entwicklungsaufwand um 80% reduziert. Neben der gesteigerten Effizienz bei der Erstellung des Anlagencodes wird auch die Softwarequalität gesteigert.

Durch die Wiederverwendung immer wieder auftretender Softwarebausteine werden diese häufig verwendet; dadurch werden Fehler schnell gefunden und behoben, was zu ausgereiften und gut getesteten Standardbausteinen führt. Des Weiteren passieren bei der automatischen Generierung keine Flüchtigkeitsfehler, wie sie häufig bei manuellen Kopier- und Anpassvorgängen geschehen. Aktuell arbeitet das Fraunhofer IEM in einem gemeinsamen Transferprojekt daran, den Prozentsatz des automatisch generierten Codes weiter zu erhöhen. Dazu wurde für G. Kraft eine domänenspezifische Sprache entwickelt, welche es erlaubt, auch Abläufe (Schrittketten) mittels eines grafischen Editors zu modellieren und anschließend automatisch mit einem Codegenerator den Steuerungscode zu generieren. Zukünftig ist G. Kraft daran interessiert, auch Steuerungstechnik verschiedener weiterer Hersteller zu unterstützen: Dies bedeutet für G. Kraft, dass weitere Codegeneratoren einmalig entwickelt werden müssen. Die abstrakten Modelle der Anlagen und die domänenspezifische Sprache können weiter genutzt werden – ein weiterer Vorteil der modellgetriebenen Entwicklung.

» Modellgetriebene Methoden steigern die Effizienz und die Qualität der Softwareentwicklung. «



Dieses Technologietransferprojekt wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Spitzenclusters »Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe (it's OWL)« gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut.



Dr. Matthias Meyer

Gruppenleiter Softwareentw.methoden  
matthias.meyer@iem.fraunhofer.de  
Telefon: +49 5251 5465-122

## Softwareentwicklungsmethoden

Die **Gruppe Softwareentwicklungsmethoden** erarbeitet Prozesse, Methoden und Werkzeuge für die effiziente Entwicklung von sicheren softwareintensiven Systemen. Die Sicherheit der Software sowie des Gesamtsystems wird dabei von vornherein, »by Design«, berücksichtigt. Durch die individuelle Entwicklung von modellbasierten sowie modellgetriebenen Methoden führen wir zudem Effizienz- und Qualitätssteigerungen in der Entwicklung herbei.

# IT-SICHERHEITSKONZEPTE IM SMART HOME

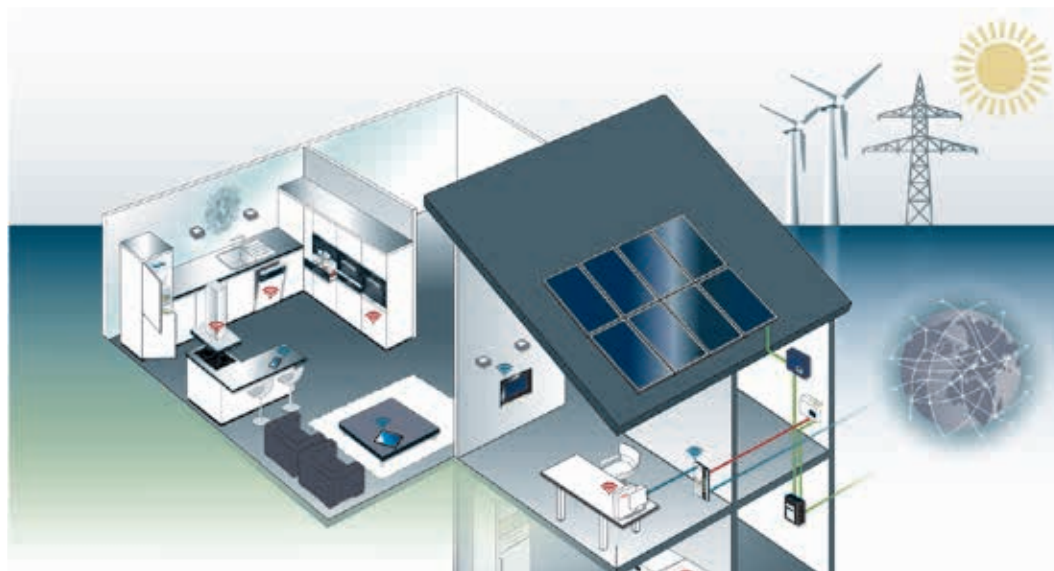
IT-Sicherheit gewinnt in immer mehr Bereichen unseres Lebens an Bedeutung. So werden beispielsweise Smart Home-Geräte wie Lampen, Waschmaschinen, Türschließanlagen, Kameras etc. vernetzt und lassen sich häufig sogar aus der Ferne über das Internet steuern. Dies bedeutet für die Nutzer neuen Komfort – bietet aber auch Hackern potentiell mehr Möglichkeiten, in Heimnetzwerke einzudringen. Um die Gefahr eines erfolgreichen Hackerangriffs zu reduzieren, ist es wichtig, die Geräte frühzeitig bestmöglich zu schützen.

Die Miele & Cie. KG ist ein weltweit agierender Hersteller von Hausgeräten. Mit der »Miele@home-Technologie« lassen sich zahlreiche Geräte vernetzen und in Smart Home-Anwendungen einbinden. Auf diese Weise ist es beispielsweise möglich, den jeweiligen Betriebszustand eines angeschlossenen Gerätes im Backofendisplay anzuzeigen – praktisch, wenn auf einen Blick ersichtlich ist, wie lange die Waschmaschine im Keller noch läuft. Zusätzlich wird dem Benutzer auch ermöglicht, von unterwegs mittels einer App den Status zu kontrollieren – beispielsweise, ob daran gedacht wurde, den Herd auszuschalten. Für diesen Fernzugriff sind die Geräte über das Internet mit einem Miele-exklusiven Server verbunden. Gerade der Zugriff über das Internet bedarf besonderen Schutzes, um z.B. Hackerangriffe abzuwehren. Aus diesem Grund hat sich Miele entschlossen,

schon früh im Entwicklungsprozess die Sicherheitskonzepte der »Miele@home«-Technologie durch das Fraunhofer IEM prüfen zu lassen, um sicherzustellen, dass die hochsensiblen und schützenswerten Daten nicht in fremde Hände gelangen können. Zu diesem Zweck wurde in einem gemeinsamen Projekt die Sicherheit der Geräte überprüft. In einem ersten Schritt wurden in einem Workshop die Anwendungsfälle der Geräte betrachtet und die Schutzziele definiert. Basierend auf den Schutzzielen und möglichen Bedrohungsszenarien durch einen Angreifer hat das Fraunhofer IEM die Spezifikation der Geräte genauestens analysiert sowie gegen den Stand der Technik abgeglichen. Auf diese Art und Weise wurde sichergestellt, dass das Sicherheitskonzept für die »Miele@home«-Geräte aufgeht und die Kundendaten bestmöglich abgesichert sind.

» Die Qualität innovativer Produkte wird maßgeblich durch die Qualität zugehöriger Software bestimmt. Es gibt kein Qualitätsprodukt ohne entsprechende Softwarequalität. «

**Miele**



Mit der Miele@home-Technologie bringt Miele sichere Smart Home-Geräte in jeden Haushalt.

## Softwarequalität

Die Gruppe Softwarequalität erforscht und entwickelt innovative Methoden und Werkzeuge zur Erkennung und Behebung von Fehlern und Qualitätsmängeln in allen Phasen der Softwareentwicklung. Dies umfasst den Entwurf von Softwarearchitekturen, die automatische Analyse von Quellcode und Bytecode oder auch die Überwachung und Wartung bestehender Systeme. Unser Fokus liegt dabei insbesondere auf der Gewährleistung der Qualitätseigenschaften IT-Sicherheit (Security) und Betriebssicherheit (Safety).



Matthias Becker

Gruppenleiter Softwarequalität  
matthias.becker@iem.fraunhofer.de  
Telefon: +49 5251 5465-158

# AUSZEICHNUNGEN, ERNENNUNGEN UND PREISE



Deutschlands beste Innovation zur IT-Sicherheit. Das Team dahinter: Marc Miltenberger, Siegfried Rasthofer, Steven Arzt und Prof. Dr. Eric Bodden (v.l.n.r.).



NRW-Wissenschaftsministerin Svenja Schulze (Mitte) nahm zusammen mit Vertretern des Spitzencluster it's OWL den INDUSTRIEPREIS 2016 entgegen.

## ERIC BODDEN WIRD DIREKTOR AM FRAUNHOFER IEM

Prof. Dr. Eric Bodden wird zum 1. Januar 2016 **Direktor des Forschungsbereichs Softwaretechnik** am Fraunhofer IEM. Sowohl hier als auch als Leiter der gleichnamigen Fachgruppe am Heinz Nixdorf Institut tritt der IT-Sicherheitsexperte damit die Nachfolge von Prof. Wilhelm Schäfer an.

## ROMAN DUMITRESCU ERHÄLT PROFESSUR FÜR ADVANCED SYSTEMS ENGINEERING

Seit dem 22. Dezember 2016 ist Roman Dumitrescu, Direktor des Forschungsbereichs Produktentstehung am Fraunhofer IEM und Geschäftsführer für Strategie, Forschung und Entwicklung des Spitzenclusters it's OWL, auch **Professor für Advanced Systems Engineering** am Institut für Informatik der Universität Paderborn (Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik).

## 1. PLATZ BEIM DEUTSCHEN IT-SICHERHEITSPREIS

Die Horst Görtz Stiftung verlieh am 6. Oktober 2016 am Center for Research in Security and Privacy (CRISP) zum sechsten Mal den **Deutschen IT-Sicherheitspreis**. Eine Expertenjury wählte aus 45 Einreichungen die besten marktrelevanten Innovationen zur IT-Sicherheit. Den ersten Preis (100.000 Euro) erhielten Prof. Dr. Eric Bodden (Fraunhofer IEM und Heinz Nixdorf Institut, Paderborn) sowie Siegfried Rasthofer, Steven Arzt und Marc Miltenberger (alle Fraunhofer-Institut für Sichere Informationstechnologie SIT und Technische Universität Darmstadt) für ihre Entwicklung einer vollautomatischen Extraktion sicherheitsrelevanter Informationen aus Android-Apps (Harvester).

## INDUSTRIEPREIS FÜR SPITZENCLUSTER IT'S OWL

Der Huber Verlag für Neue Medien zeichnete den Spitzencluster it's OWL auf der Hannover Messe mit dem **INDUSTRIEPREIS** für besonders fortschrittliche Industrielösungen aus. NRW-Innovationsministerin Svenja Schulze und NRW-Wirtschaftsminister Garrelt Duin freuten sich mit it's OWL und informierten sich am Messestand über Lösungen für intelligente Produkte und Produktionsverfahren. Rund 3.000 Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Organisationen hatten sich für den Industriepreis beworben. it's OWL wurde in der Kategorie »Forschung und Entwicklung« für den erfolgreichen Technologietransfer in den Mittelstand ausgezeichnet.

## ROMAN DUMITRESCU IN FRAUNHOFER VINTAGE CLASS AUFGENOMMEN

Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu, Direktor am Fraunhofer IEM, ist im Jahr 2016 als neuestes Mitglied in die 15-köpfige **Fraunhofer Vintage Class** aufgenommen worden. Das exklusive Programm für wissenschaftliche Führungskräfte fördert wissenschaftliche Führungskräfte mit Potential für das obere Institutsmanagement der Fraunhofer-Gesellschaft.

## ROMAN DUMITRESCU LEITET VDE/VDI-FACHAUSSCHUSS

Roman Dumitrescu leitet den neu gegründeten **VDE/VDI-Fachausschuss** »Mechatronisch integrierte Baugruppen« der Gesellschaft Mikroelektronik, Mikrosystem- und Feinwerktechnik (GMM). Die GMM ist die bedeutendste unabhängige, wissenschaftliche Organisation auf dem Gebiet der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik im deutschsprachigen Raum.

# PROMOTIONEN



**CHRISTOPH SCHWEERS**  
Promotionsdatum: 19. Juni 2016

Thema »Adaptive Sigma-Punkte-Filter-Auslegung zur Zustands- und Parameterschätzung an Black-Box-Modellen« bei Prof. Dr.-Ing. Ansgar Trächtler. Christoph Schweers war von 09/2011-04/2014 Mitarbeiter am Fraunhofer IEM im Forschungsbereich Regelungstechnik und ist jetzt Gruppenleiter bei der IAV GmbH im Bereich Antriebsstrangentwicklung.



**ALEXANDER LÖFFLER**  
Promotionsdatum: 1. Aug. 2016

Thema: »Entwicklung einer modellbasierten In-the-Loop-Testumgebung für Waschautomaten« bei Prof. Dr.-Ing. Ansgar Trächtler. Alexander Löffler war von 07/2011-03/2013 Mitarbeiter am Fraunhofer IEM Forschungsbereich Regelungstechnik und arbeitet heute bei der Miele & Cie. KG im Bereich Innovation & Entwicklung.



**CHRISTIAN TSCHIRNER**  
Promotionsdatum: 21. Okt. 2016

Thema: »Rahmenwerk zur Integration des modellbasierten Systems Engineering in die Produktentstehung mechatronischer Systeme« bei Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier. Christian Tschirner ist seit 01/2013 Mitarbeiter am Fraunhofer IEM im Forschungsbereich Produktentstehung und leitet hier seit 2017 die Abteilung Digital Engineering and Collaboration.



**ARNO KÜHN**  
Promotionsdatum: 27. Okt. 2016

Thema: »Systematik zur Release-Planung intelligenter technischer Systeme« bei Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier. Arno Kühn ist seit 07/2012 Mitarbeiter am Fraunhofer IEM im Forschungsbereich Produktentstehung und leitet hier seit 2017 die Abteilung Produkt- und Produktionsmanagement.



**PETER IWANEK**  
Promotionsdatum: 22. Dez. 2016

Thema »Systematik zur Steigerung der Intelligenz mechatronischer Systeme im Maschinen- und Anlagenbau« bei Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier. Peter Iwanek war von 09/2014-08/2016 Mitarbeiter am Fraunhofer IEM im Forschungsbereich Produktentstehung und ist aktuell Assessor für Funktionale Sicherheit bei der Hella KGaA Hueck & Co.



**DANIEL KLIEWE**  
Promotionsdatum: 22. Dez. 2016

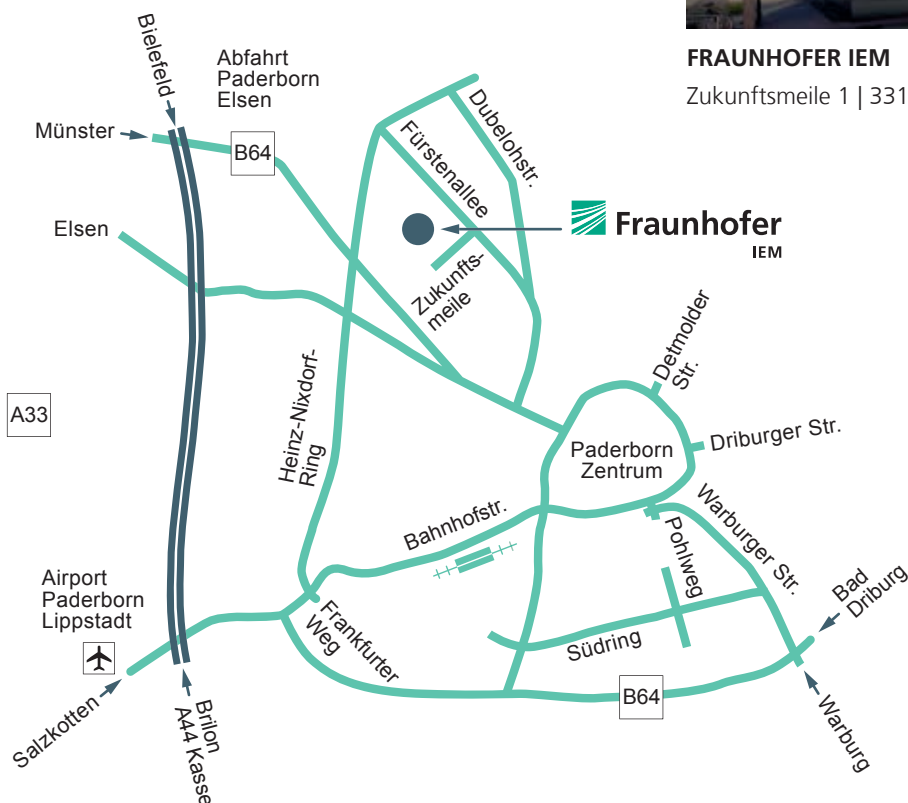
Thema: »Entwurfssystematik für den präventiven Schutz Intelligenter Technischer Systeme vor Produktpiraterie« bei Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier. Daniel Kliewe war von 08/2012-08/2016 Mitarbeiter am Fraunhofer IEM im Forschungsbereich Produktentstehung und ist heute Projektmanager im Bereich Change & Innovation bei Arvato SCM Solutions.

# IHR WEG ZU UNS



**FRAUNHOFER IEM**

Zukunftsmeile 1 | 33102 Paderborn



## ANFAHRT MIT DEM AUTO

- Über die Autobahn erreichen Sie uns über die Ausfahrt »Paderborn Zentrum«, Richtung Paderborn.
- An der ersten Kreuzung fahren Sie links auf den »Heinz-Nixdorf-Ring«.
- An der vierten Kreuzung biegen Sie rechts in die »Fürstenallee« ab.
- Nach ca. 1 km liegt das **Fraunhofer IEM** auf der rechten Seite in der **Zukunftsmeile 1**.

## ANFAHRT MIT DER BAHN

- Vom Hauptbahnhof fahren Sie mit der Linie 11 in Richtung Thuner Siedlung bis zur Haltestelle Ferrariweg.
- Überqueren Sie die Straße und gehen Sie ca. 100 m.
- Dann liegt das **Fraunhofer IEM** auf der linken Seite in der **Zukunftsmeile 1**.

# IMPRESSUM

<b>Herausgeber</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler   Prof. Dr. Eric Bodden   Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu
<b>Redaktion</b>	Anell Bernard
<b>Gestaltung und Satz</b>	Anell Bernard
<b>Druck</b>	STRAUSDRUCK

## KONTAKT

### Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM

Zukunftsmeile 1 | 33102 Paderborn

Telefon +49 5465-101

Fax +49 5465-102

info@iem.fraunhofer.de

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

Aktuelle Informationen aus dem Fraunhofer IEM finden Sie auf unserer Website unter [www.iem.fraunhofer.de](http://www.iem.fraunhofer.de) oder auf unseren Social Media-Kanälen.



## BILDNACHWEISE

- Catharina Frank (S. 9 rechts, S. 54 links)
- Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, aca-tech (S. 9 rechts)
- Digital in NRW (S. 20, S. 39)
- Fotolia (maxim S. 10, olly S. 10, Thomas Walton S. 11, Luis Louro S. 11, everythingpossible S. 31, sdecoret S. 33, Jacky S. 34, blue\_island S. 49, Tomasz Zajda S. 49-50)
- GEA Group (S. 41)
- G. Kraft Maschinenbau GmbH (S. 52)
- Heinz Nixdorf Institut (S. 8, S. 15 oben, S. 19, S. 55)
- it's OWL (S. 9 links u. rechts, S. 24-25, S. 26 oben u. Mitte, S. 36, S. 54 rechts)
- Miele & Cie. KG (S. 38, S. 53)
- National Aeronautics and Space Administration, NASA (S. 44)
- Phoenix Contact GmbH & Co. KG (S. 21)
- Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (S. 9 links)
- Universität Paderborn (S.18-19)
- Zeitungsverlag Neue Westfälische GmbH & Co. KG (S. 8)
- alle anderen Fotos und Grafiken: Fraunhofer IEM

Unserer Berichtspflicht kommen wir online unter [www.iem.fraunhofer.de/JB2016](http://www.iem.fraunhofer.de/JB2016) nach. Dort finden Sie Informationen zu wissenschaftlichen Publikationen und Vorträgen, studentischen Arbeiten, Mitgestaltung der Lehre sowie unserer Mitwirkung in Fachgremien und Programmkomitees.

Alle Rechte vorbehalten. Vervielfältigung und Verbreitung nur mit Genehmigung der Redaktion.

© Fraunhofer IEM, Paderborn 2017

Auflage: 1.500

Erscheinungstermin: April 2017

