



Fraunhofer

IEM

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ENTWURFSTECHNIK MECHATRONIK IEM



Fraunhofer-Institut für
Entwurfstechnik Mechatronik IEM

Jahresbericht
2018



Vorwort des Direktoriums

Für uns als junges Institut in der Fraunhofer-Gesellschaft stand das Jahr 2018 ganz im Zeichen der konsequenten Weiterführung unserer IEM-Erfolgsstory. Unser Gesamthaushalt lag das erste Mal im zweistelligen Millionenbereich, die Wachstumsrate war ebenfalls zweistellig. Diese Entwicklung haben wir insbesondere der engen und erfolgreichen Zusammenarbeit mit unseren Industriepartnern zu verdanken: Mehr als jeder zweite erwirtschaftete Euro stammte aus einer Direktbeauftragung. Vielen Dank für Ihr Vertrauen!

Nach dem erfolgreichen Erwerb der Zukunftsmeile 1 als Institutsgebäude in 2017 haben wir im letzten Jahr eifrig geplant, konzipiert und umgebaut. Neben der Neugestaltung unseres Empfangsbereichs fokussierten wir uns auf den Ausbau der FuE-Infrastruktur. Fünf neue Labore sind entstanden. Sie werden in Kürze offiziell eröffnet und stellen den Aspekt der Zusammenarbeit mit unseren Partnern in den Mittelpunkt. Neue Formate wie Makeathons, Security-Hacks oder Robotics-Classes machen uns zum starken Partner in der digitalen Transformation, die wir auch in den neuen it's OWL Leitprojekten Digital Business, Big Data für Industrial Automation, Maschinelles Lernen für Produktionssysteme und Arbeit 4.0 einbringen.

Besonders gefreut hat uns im letzten Jahr, dass wir unsere erste Ausgründung feiern durften. Unsere beiden langjährigen Mit-

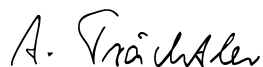
arbeiter, Christian Bremer und Christian Tschirner, haben zusammen mit dem japanischen IT-Konzern ISID und dem IEM die Two Pillars GmbH gegründet. Ziele sind die Weiterentwicklung und der Vertrieb des Engineering-Tools iQUAVIS, das insbesondere die mittelständische Industrie als Stand-Alone-Lösung anspricht. Wir wünschen dabei viel Erfolg und freuen uns auf einen weiteren starken Partner in direkter Nachbarschaft.

Uns persönlich bleibt das vergangene Jahr vor allem durch das außerordentlich hohe Engagement und die freundschaftliche Zusammenarbeit unserer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auch abseits des Tagesgeschäfts in Erinnerung. Von selbstorganisierten Running Teams über gemeinsame Hackathons bis hin zu Konstruktion und Bau unseres gesamten Terrassen-Mobiliars nach Feierabend: Über diesen Teamgeist können wir uns einfach nur freuen und hierfür allen am Institut danken!

Ein Blick nach vorne: In 2019 steht uns das erste Strategie-Audit seit Institutsgründung bevor – für uns der perfekte Anlass, unsere fachliche Ausrichtung am Markt und unsere Formen der Leistungserbringung auf den Prüfstand zu stellen. Wir freuen uns darauf!

Viel Spaß beim Lesen und zögern Sie nicht, uns anzusprechen, Ihr Fraunhofer IEM Direktorium.

Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler
Institutsleiter
Direktor Scientific Automation



Prof. Dr. Eric Bodden
Direktor Softwaretechnik
und IT-Sicherheit



Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu
Direktor Produktentstehung



Inhalt



Unser Profil

Mehr als Forschung	8
Organisationsstruktur	10
Kernkompetenzen und Kunden	12
Das Fraunhofer IEM in Zahlen	14
Unser Kuratorium	15
Labore und Prüfeinrichtungen	16



Unser Netzwerk

Fraunhofer-Gesellschaft	18
Heinz Nixdorf Institut	19
Digital in NRW	20
It's OWL	21
Internationale Kooperationen	22
RAISE-MED	23
Unternehmensnetzwerke	24



Forschungsbereich Scientific Automation

Übersicht über den Forschungsbereich	34
Industrie- und Forschungsprojekte	36



Forschungsbereich Produktentstehung

Übersicht über den Forschungsbereich	40
Industrie- und Forschungsprojekte	42
Alumni-Verein KOMMIT e.V.	49



Jahresrückblick 2018

Veranstaltungshighlights	26
Ausgründung Two Pillars	32
Karriere am Fraunhofer IEM	55
Auszeichnungen und Preise	56
Promotionen	57



Forschungsbereich Softwaretechnik und IT-Sicherheit

Übersicht über den Forschungsbereich	50
Industrie- und Forschungsprojekte	52



Pitch am Strand:
In einem Makeathon
erarbeiten wir Geschäftsmodelle
für die Wäschepflege von morgen.

Jetzt schon eine
Legende!
Unsere IEM-Band bei
ihrem ersten Auftritt.

Kreativ!
Aus 65 Paletten haben wir im
Frühjahr unsere eigene
Zukunftsterrasse gebaut.

Köstlich!
Seit 2017 ist die Zukunftsmeile
unser Institutsgebäude. Vom Spin e.V.
gab's Glückwünsche und diesen
bombastischen Kuchen.

Sportsgeist!
Zum Sport- und
Gesundheitstag haben wir den
Ahorn-Sportpark besucht.

Knapp, aber verdient:
Das Sieger-Team!

Grüsse vom Sonnendeck!



Die kritische
Konkurrenz.



Turnbeutel gegen
Urlaubsfoto war das
Motto unserer Sommer-
aktion aus dem
Personalmarketing.

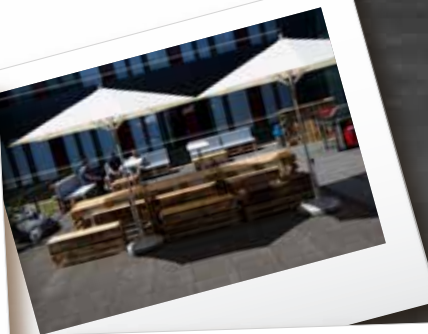
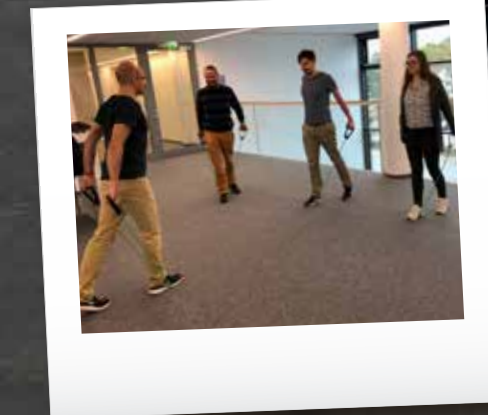


Dürfen wir vorstellen: das offizielle
IEM-Runningteam! Hier beim
Sparsassenlauf in Bad Lippspringe.
PS: Weitere Läuferinnen und Läufer
werden laufend gesucht.



Forschung, Methoden,
Teambuilding-Der
Forschungsbereich
Produktentstehung
auf Strategiefahrt.

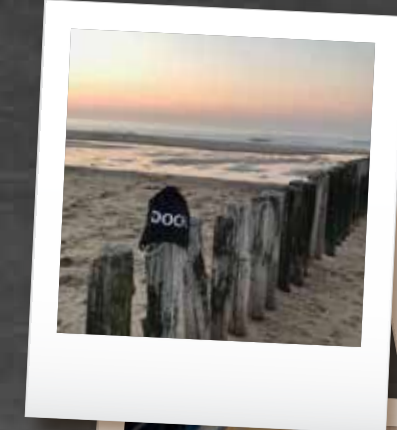
Neue Methoden?
Immer gerne!
Hier unser
Graphic Recording
zu Künstlicher
Intelligenz.



Es ist Libori - und wir
machen Paderborn unsicher.



Terrassen-Einweihung mit
Fußball und Grillwurst.



Endlich wieder Mettnoch!
Die Wochenmitte feiern wir
gerne mit einem köstlichen
Mettnochfrühstück.



Zeit für die Promotion:
Der Forschungsbereich
Scientific Automation auf
Doktorandenseminar.



Herzlich Willkommen! Unser
Check-in-Seminar für alle Neuen.



Kindern 30 Wünsche erfüllt haben
wir mit der DRZ-Sternaktion.



Organisationsstruktur des Fraunhofer IEM



Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler
Institutsleiter
Direktor Forschungsbereich
Scientific Automation



Prof. Dr. Eric Bodden
Direktor Forschungsbereich
Softwaretechnik und IT-Sicherheit



**Abteilung
Scientific Automation**
Dr.-Ing. Christian Henke



**Abteilung
Softwaretechnik und IT-Sicherheit**
Dr. Matthias Meyer

Forschungsgruppen



Selbstoptimierung
Manuel Gräler



Automatisierungstechnik
Dr.-Ing. Christian Henke



Softwarelebenszyklus
Dr. Masud Fazal-Baqaie



IoT-Systeme
Dr. Matthias Meyer



Fahrzeugtechnik
Christopher Lankeit



Smart Home
Jan Michael



Digitale Services und Apps
Dr. Matthias Becker



Verwaltung
Michael Grafe



Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu
Direktor Forschungsbereich
Produktentstehung



**Abteilung
Strategische Produkt- und
Unternehmensgestaltung**
Dr.-Ing. Arno Kühn



**Abteilung
Systems Engineering**
Dr.-Ing. Harald Anacker
Dr.-Ing. Lydia Kaiser

Forschungsgruppen



**Innovations-
management**
Daniel Röltgen



**Unternehmens-
gestaltung**
Dr.-Ing. Arno Kühn



**Integrierte
mechatronische Systeme**
Dr.-Ing. Christoph Jürgehake



**Entwicklungsmethodik
und -management**
Dr.-Ing. Harald Anacker



**Produktions-
management**
Dr.-Ing. Sebastian von Enzberg



**Digitale
Produktentstehung**
Dr.-Ing. Lydia Kaiser



**Augmented
und Virtual Reality**
Daniel Eckertz



Weiterbildung
Katharina Altemeier



**Marketing und
Kommunikation**
Sabrina Donnerstag

Kernkompetenzen: Das sind die Säulen unserer Arbeit

Intelligente Technische Systeme

Ob mit Maschinellern Lernen, selbstoptimierenden Algorithmen oder Augmented Reality Lösungen – wir unterstützen Unternehmen bei der eigenen Umsetzung mit unserer breiten Technologiekompetenz für Intelligente Technische Systeme.



Systems / Software Engineering

Die Entwicklung intelligenter und Software-intensiver Systeme ist unsere Profession. Mit unserem eigenem disziplinübergreifenden Systems Engineering Ansatz und unserer langjährigen Erfahrung im Software Engineering verbessern und professionalisieren wir die Produktentstehung der technischen Systeme von morgen.



IT-Security

Am Aspekt Sicherheit kommen Unternehmen bei der Entwicklung technischer Systeme schon heute nicht mehr vorbei. Softwareentwicklern und Anwendern von IT-Systemen sind wir ein verlässlicher Partner beim Erarbeiten eines maßgeschneiderten Secure Development Lifecycle (SDL)



Unsere Kernkompetenzen



Digitale Transformation

Digitalisierung heißt Veränderung: sämtliche Produkte, Prozesse und Geschäftsmodelle eines Unternehmens sind betroffen. Wir haben zukunftsfähige Lösungen, die die technische, organisatorische und soziale Transformation gleichermaßen berücksichtigen.

Virtualisierung und Modellbildung

Wir setzen auf digitale Modelle und Prototypen, um dem Bedarf an schlanken, transparenten Entwicklungsprozessen gerecht zu werden. Mit unseren Methoden und Techniken zur Virtualisierung und Modellbildung arbeiten Unternehmen ganzheitlicher, kreativer und schneller.



Unsere Kunden: Hier schaffen wir Nutzen!



Maschinen- und Anlagenbau

OWL zählt mit rund 300 Unternehmen zu den führenden Maschinenbau-Standorten in Europa. Um diese Spitzenposition zu erhalten, fokussieren wir uns mit unseren Kunden darauf, der zunehmenden Komplexität ihrer Produkte mit einem fachübergreifenden, ganzheitlichen Entwicklungsprozess zu begegnen. Wir bringen Intelligenz in ihre Produktion und ihre Produkte und begleiten sie dabei, ihre digitalen Geschäftsfelder mit einer entsprechenden internen Wertschöpfung auszubauen.



Mobilität und Transport

Sowohl in OWL, in Deutschland und international profitieren Automobilhersteller, -zulieferer und die Nutzfahrzeugindustrie von unserem Technologie-Know-how für innovative Fahrwerke und unserer disziplinübergreifenden und modellbasierten Entwicklungsmethodik. Diese wird immer bedeutender, denn die Mobilität von morgen ist ein vernetztes, autonomes System, das unsere Kunden zunehmend in global verteilten Kooperations- und Wertschöpfungsnetzwerken entwickeln.



Industriearomatisierung

Mit der Elektro- und Elektronikindustrie in OWL arbeiten wir vertrauensvoll zusammen, wenn es um die intelligente Datenanalyse und um die vernetzte und sichere Automatisierung von Produktionssystemen geht. Mit Industrial Data Science, neuesten Kommunikationsstandards und unseren disziplinübergreifenden Entwurfstechniken wie der modellgetriebenen Softwareentwicklung schaffen wir dabei Lösungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette.



Smart Living

Smart Living beschreibt den Trend zu digitalen vernetzten Diensten und Anwendungen für den Endverbraucher. Unsere Kunden aus den Bereichen Haushaltsgeräte, Lichtinfrastruktur oder öffentliche Versorgung unterstützen wir vor allem bei der modellbasierten Entwicklung dieser komplexen Systeme. Dabei denken wir Bedienbarkeit und neue Geschäftsmodelle von Beginn an mit und lassen auch das Thema Datensicherheit nicht aus den Augen.



Informations- und Kommunikationstechnik

Hersteller von Softwarelösungen profitieren von unseren Methoden und Erfahrungen aus der Praxis. Sie erarbeiten mit uns neue Funktionen und wir unterstützen bei der Einführung z. B. von PLM-Lösungen. Bekannt sind wir für unsere Methoden für individuelle, modularisierbare und sichere Softwareprodukte.

Das Fraunhofer IEM in Zahlen

Mitarbeiterentwicklung 2018

Im Jahr 2018 waren insgesamt 191 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter für das Institut tätig. Von den 109 festangestellten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern waren ca. 72 % im wissenschaftlichen Bereich beschäftigt. Diese wurden von 30 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern in Verwaltung, Kommunikation und Technik unterstützt.

2013	2014	2015	2016	2017	2018	
37	50	59	76	77	79	Wissenschaftliches Personal
6	9	12	21	26	30	Technisches und administratives Personal
27	34	55	57	73	82	Studentische Hilfskräfte
70	93	126	154	176	191	

Gesamthaushalt 2018

Die Gesamtausgaben des Jahres 2018 beliefen sich auf 10,8 Millionen Euro, wovon 7,7 Millionen Euro als Personalaufwand und 2,2 Millionen Euro als Sachaufwand entstanden. In die technische Ausstattung des Instituts wurden über 0,9 Millionen Euro investiert. Die Finanzierung des Gesamthaushalts setzt sich wie folgt zusammen:

- **Industrieaufträge**
über 5 Millionen Euro, das entspricht etwa 51 % der externen Erträge.
- **Vertragsforschung für die öffentliche Hand**
3,5 Millionen Euro, davon 3,4 Millionen Euro von Bund und Ländern.
- **Zuschuss aus der institutionellen Förderung des Bundes und der Länder**
2,3 Millionen Euro.

2013	2014	2015	2016	2017	2018	
0,0	0,0	0,0	1,1	1,3	2,3	Institutionelle Förderung
0,0	3,1	0,1	0,1	0,4	0,1	Forschungsförderung/Sonstige
2,0	2,2	3,4	3,4	4,5	3,4	Öffentliche Erträge (Bund und Länder)
1,4	1,9	2,3	3,3	3,4	5,0	Wirtschaftserträge
3,4	4,2	5,8	7,9	9,6	10,8	= Gesamthaushalt in Millionen Euro

Unser Kuratorium

Das Fraunhofer IEM wird durch ein Kuratorium beraten, dem Mitglieder aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Verwaltung angehören.



Dr. Eduard Sailer
Vorsitzender des Kuratoriums
Ehemaliger Geschäftsführer der
Miele & Cie. KG, Gütersloh



Steffen Bersch
Vorstand GEA Group
Aktiengesellschaft, Düsseldorf



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



Dr. Carsten Linnemann
Mitglied des Deutschen Bundes-
tages, Berlin



Prof. Dr.-Ing. Mira Mezini
Vizepräsidentin für Forschung und
Innovation, Technische Universität
Darmstadt, Darmstadt



Hans-Dieter Tenhaef
Vorstandssprecher
OWL Maschinenbau e.V., Bielefeld



Hans Beckhoff
Geschäftsführender Gesellschafter
Beckhoff Automation
GmbH & Co. KG, Verl



Prof. Dr.-Ing. Christian Brecher
Stellv. Institutsleiter Fraunhofer-
Institut für Produktionstechnologie
IPT, Aachen



Annette Storsberg
Staatssekretärin im Ministerium für
Kultur und Wissenschaft des Landes
Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf



Wolf D. Meier-Scheuven
Präsident Industrie- und Handels-
kammer Ostwestfalen zu Bielefeld,
Bielefeld



Simone Probst
Vizepräsidentin für Wirtschafts- und
Personalverwaltung, Universität
Paderborn, Paderborn



Jörg Timmermann
Vorstandssprecher
Weidmüller Gruppe, Detmold

Labore und Prüfeinrichtungen

Die Auftragsforschung ist ein Schwerpunkt unserer Arbeit. Wir beteiligen uns an öffentlich geförderten Projekten und bieten Kunden aus Industrie und Wirtschaft viele Dienstleistungen aus dem 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.



Im RoboticsLab können Ideen aus der Robotik und Automatisierungstechnik prototypisch umgesetzt werden.

RoboticsLab

Das RoboticsLab des Fraunhofer IEM ist eine Entwicklungs- und Transferinfrastruktur für die Analyse und prototypische Umsetzung innovativer Ideen aus den Bereichen Robotik und Automatisierungstechnik. Ausgestattet mit Robotern unterschiedlicher Leistungsklassen (kollaborierende Leichtbauroboter, Schwerlastroboter, eigenentwickelte Kinematiken), fahrerlosen Transportsystemen, ergänzenden Achssystemen,

fortschrittlichen Fertigungs- und Handhabungssystemen, leistungsfähiger Steuerungstechnik sowie moderner Mess- und Visualisierungstechnik bietet es für interessierte Unternehmen vielfältige Möglichkeiten auf dem Weg zur Automatisierung der eigenen Produktion und innovativen neuen Produkten. Partner und Kunden werden systematisch von der ersten Idee bis zum funktionsfähigen Prototypen unterstützt.



Im Systems Engineering Live Lab nutzen und schulen wir alle etablierten SE-Methoden und Sprachen.

Systems Engineering Live Lab

Das Systems Engineering Live Lab 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, um Systems Engineering (SE) praktisch zu erleben. Zu unseren Angeboten zählen SE-Schulungen und -Pilotprojekte sowie die Evaluierung und Einführung von (Model Based) Systems Engineering in Unternehmen. 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 neu-

traler Partner begleiten wir unsere Kunden über den gesamten Prozess – von der ersten Schulung über das Change-Management bis zur erfolgreichen Einführung von Systems Engineering im Unternehmen.



Im MIDLab entwickeln und qualifizieren wir innovative Prototypen.

MIDLab

Hohe Funktionsdichte auf kleinem Bauraum und die damit einhergehende Miniaturisierung sind wichtige Erfolgsfaktoren für das Internet der Dinge. Integrierte und drahtlose Sensorsysteme bilden dabei häufig die Grundlage. Die Technologie »Molded Interconnect Devices« (MID) eröffnet dem Design dieser Systeme den Weg in die dritte Dimension. Im MIDLab entwickeln und qualifizieren 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, ihre Ideen und Produktkonzepte mit unserer Unterstützung umzusetzen – von der Designphase bis zum funktionalen Prototypen. In Zusammenarbeit mit Partnern realisieren wir auch Kleinstserien.

X-in-the-Loop-Labor

Moderne Entwicklungen benötigen reproduzierbare Tests unter reproduzierbaren Bedingungen entlang des gesamten Entwicklungsprozesses. Im X-in-the-Loop-Labor ist dies in integrierten Entwicklungs- und Testumgebungen möglich. Techniken wie Model-, Software-, Processor-, Hardware-in-the-Loop und Rapid-Control Prototyping werden eingebunden und unterstützen während der 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. Die X-in-the-Loop-Technologien werden derzeit zur weiteren Effizienzsteigerung durch datenbasierte Methoden ergänzt.

Hydraulische Prüf- und Testumgebungen

Mit den hydraulischen Prüf- und Testumgebungen können Systemkomponenten getestet und ausgelegt werden. Ein Fokus liegt hierbei auf dem Testen von Fahrwerkregelsystemen wie z. B. geregelten Federungen, Dämpfern und Stabilisatoren. 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 sind möglich.

Zentrum für Fahrsimulation

Das 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 von Fahrerassistenzsystemen und deren Teilkomponenten (Kamerasystem, multimodale Sensorik etc.).

Unser Netzwerk in der Fraunhofer-Gesellschaft



Die Fraunhofer-Gesellschaft

Die Fraunhofer-Gesellschaft ist die führende Organisation für angewandte Forschung in Europa. Unter ihrem Dach arbeiten 72 Institute und Forschungseinrichtungen an Standorten in ganz Deutschland. Mehr als 26 600 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erzielen das jährliche Forschungsvolumen von mehr als 2,5 Milliarden Euro. Davon fallen mehr als 2,1 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Rund 70 % dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und innovativen Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Zugang zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Allianz Adaptronik

Die 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 seine Systementwicklung anbieten und so dazu beitragen, komplexe Aufgaben der Adaptronik gemeinsam effizienter zu lösen. Dazu stellt die Allianz Adaptronik industrielle und wissenschaftliche FuE-Dienstleistungen in allen relevanten Bereiche der Adaptronik bereit.

Das Fraunhofer IEM bringt als eines von 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 werden Funktionswerkstoffe und intelligente Aktuatoren untersucht und eingesetzt.

Verbund Produktion

Der Fraunhofer-Verbund Produktion ist ein Forschungs- und Entwicklungspartner für das produzierende Gewerbe. Das Fraunhofer IEM ist eines 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 im Verbund 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 u.a. daran, eine sichere Cloud-Infrastruktur für Industrie 4.0-Lösungen aufzubauen – das Virtual Fort Knox.

Verbund IUK-Technologie

Der Verbund ist mit 21 Mitgliedsinstituten der wichtigste Ansprechpartner in der angewandten Forschung in Informations- und Kommunikationstechnologien in Europa. Wirtschaft und Gesellschaft werden Schlüsselkompetenzen zur Nutzung der Chancen und Bewältigung der Herausforderungen bereitgestellt, die aus der Digitalisierung resultieren. Abgedeckt wird ein breites Spektrum an Technologiefeldern aus Informatik, Mathematik sowie Informations- und Kommunikationstechnologie.

Das Fraunhofer IEM bringt als eines der führenden Institute für sichere Softwareentwicklung vor allem seine Methodenkompetenz für die sichere Entwicklung von IT-Systemen ein. Schwerpunkte sind hierbei Model-driven Development, die Entwicklung von modellbasierten Verfahren zur architekturellen Sicherheitsanalyse sowie die Entwicklung und die Evaluation automatisierter Programmanalysen, z. B. zum Auffinden von Softwareschwachstellen.

Heinz Nixdorf Institut

HEINZ NIXDORF INSTITUT
UNIVERSITÄT PADERBORN

Das Heinz Nixdorf Institut ist ein interdisziplinäres Forschungsinstitut der Universität Paderborn, das sich mit neuen Methoden und Technologien für Intelligente Technische Systeme von morgen befasst. Diese beruhen auf dem engen Zusammenwirken von Ingenieur- und Naturwissenschaften sowie Informatik; typische Beispiele sind Erzeugnisse der Informations- und Kommunikationstechnik, des Maschinenbaus, der Verkehrstechnik, der Elektroindustrie und der Medizintechnik. Dazu erarbeiten wir Vorgehensmodelle, Spezifikations- und Modellierungstechniken, Entwurfs- und Testmethoden, IT-Analysewerkzeuge und technologische Konzepte, die wir disziplinspezifisch weiterentwickeln und in Forschungsprojekten zusammenführen.

Wesentliche Entwurfsziele für technische Systeme sind dabei Ressourceneffizienz, Usability und Verlässlichkeit. Um diese Entwurfsziele zu erreichen, werden bislang separat betrachtete Ansätze integriert, wie beispielsweise Cloud Computing, Maschinelles Lernen und Cyber-Physical Social Systems.

Das Heinz Nixdorf Institut möchte sich als das führende Forschungsinstitut auf dem Gebiet des interdisziplinären Entwurfs für Intelligente Technische Systeme positionieren und betreibt dazu Grundlagenforschung in fünf Kompetenzfeldern:

1. Selbstoptimierung, Lernen und Rekonfiguration
2. Mechatronik, Sensorik und Kommunikation in verteilten Systemen
3. Safety und Security
4. Entwurfsmethodik
5. Strategische Planung und Wissensorganisation.

Das Heinz Nixdorf Institut und das Fraunhofer IEM arbeiten von Beginn an eng strategisch zusammen, beispielsweise durch Führung des IEM durch Professoren des Heinz Nixdorf Instituts.



Industrie 4.0-Transportdemonstrator (oben) und Fahrsimulator des Heinz Nixdorf Instituts.



Kontakt

Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler
ansgar.traechtler@iem.fraunhofer.de

Digital in NRW – Kompetenz für den Mittelstand

DIGITAL IN NRW
KOMPETENZ FÜR
DEN MITTELSTAND 

550 Unternehmensgespräche bei kleinen und mittleren Unternehmen (KMU), 71 durchgeführte Fachveranstaltungen, 105 Roadshows und Messeteilnahmen und 30 umgesetzte Transfer- und Umsetzungsprojekte – das sind einige Zahlen der ersten 3 Jahre von »Digital in NRW – Kompetenz für den Mittelstand«. Dahinter steckt eine Erfolgsgeschichte, die Anfang 2016 begann und nun bis Ende 2020 fortgeschrieben wird: Das Fraunhofer IEM begleitet in dem Projekt KMU erfolgreich auf ihrem Weg Richtung Industrie 4.0.

Fachgruppen: Von Unternehmen für Unternehmen

Neben den stark nachgefragten Potenzialanalysen und Transferprojekten sind insbesondere die Fachgruppen eines der erfolgreichen Formate von Digital in NRW. Das wesentliche Kennzeichen von Digitalisierung und Industrie 4.0 ist: Vernetzung. Das gilt nicht allein für die Verknüpfung von Prozessen innerhalb eines Unternehmens, sondern auch für die Vernetzung untereinander. Digital in NRW setzt auf diesen Erfahrungsaustausch und fördert die Zusammenarbeit von KMU mit Fachleuten aus Wirtschaft und Wissenschaft. Daher hat das Fraunhofer IEM mit der Fachgruppe »Industrie 4.0« eine Plattform ins Leben gerufen, um über Branchen- und Unternehmensgrenzen hinweg Lösungen für die Herausforderungen der Digitalisierung zu erarbeiten.

Das Besondere an dem Format: Es ist von Unternehmen für Unternehmen und ermöglicht den direkten Austausch zu Fragen der Digitalisierung. Dabei stehen insbesondere Querschnittsthemen im Fokus, die Unternehmen aller Branchen betreffen: Wie organisiere ich Industrie 4.0 im Unternehmen oder welche Nutzenpotentiale birgt Künstliche Intelligenz? Hinzu kommen exklusive Einblicke, z. B. bei Werksführungen, um Lösungsansätze live zu erleben. Dort wird deutlich: Unter-

nehmen stehen vor denselben Herausforderungen, wenn sie sich mit dem Thema auseinandersetzen. Der Austausch bringt viele Unternehmen ein ganzes Stück weiter.

In 2018 traf sich die Fachgruppe Industrie 40 zu den Fokus-themen »Von Kundenanforderungen zu Smart Services« und »Künstliche Intelligenz – Potenziale von der Entwicklung zum Produkt«. In Ostwestfalen-Lippe koordinieren wir mit »Industrie 4.0«, »Systems Engineering« und »IT-Security im Internet of Things« mittlerweile drei Fachgruppen, die in regelmäßigen Treffen mit Vorträgen, Workshops und Diskussionsrunden mit- und voneinander lernen.



»Nicht nur im Silicon Valley« – Fachgruppe Industrie 4.0 diskutiert das Thema Künstliche Intelligenz.



Kontakt

Dr.-Ing. Arno Kühn
arno.kuehn@iem.fraunhofer.de

it's OWL – Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe



Das Technologie-Netzwerk »it's OWL – Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe« startete 2018 in die neue Förderphase. Das Land NRW fördert den Spitzencluster für die kommenden fünf Jahre mit insgesamt 50 Millionen Euro, die fester Bestandteil des Landeshaushalts sind. Mit diesen Fördermitteln können die rund 200 Unternehmen und Forschungseinrichtungen aus OstWestfalen-Lippe (OWL) neue Projekte zu Themen rund um intelligente Produkte, Dienstleistungen, Produktionssysteme und Zukunft der Arbeit durchführen. Das Fraunhofer IEM übernimmt dabei auch weiterhin eine tragende Rolle im Innovationsökosystem OWL.

Intelligente Technische Systeme 2023

Der Fokus des Spitzenclusters liegt unverändert auf dem Themenfeld der Intelligenen Technischen Systeme. Im Zuge der strategischen Neuausrichtung wurden Zukunftsthemen identifiziert, die die Entwicklung von Intelligenen Technischen Systemen nachhaltig prägen werden: Autonomie, dynamische Vernetzung, sozio-technische Interaktion und Produkt-Service-Verzahnung. Diese Themenschwerpunkte werden in den kommenden Innovationsprojekten adressiert.

Eine starke Programmstruktur als Grundlage für den Erfolg

Die Programmstruktur von it's OWL wurde grundlegend überarbeitet, um die Herausforderungen des digitalen Wandels breit zu adressieren. Basis bildet nach wie vor die Innovationsplattform, deren Inhalte durch die Expertise der Forschungseinrichtungen gespeist und in die verschiedenen Projekte eingebunden werden. Konkrete Umsetzungsprojekte werden in vier zentralen Programmsäulen bearbeitet: Innovation, Technologietransfer, Unternehmertum sowie Arbeitswelt der Zukunft.

Technologietransfer 2.0

Ein wesentlicher Erfolgsfaktor von it's OWL ist der wirkungsvolle Technologietransfer durch die Zusammenarbeit von Forschungseinrichtungen und der Industrie. Für die neue Förderphase wurde das Konzept grundlegend überarbeitet, um einen kontinuierlichen und unbürokratischen Zugang zu fortschrittlichen Lösungen aus dem Spitzencluster für KMU zu schaffen. Das Ergebnis sind die neuen Transfergutscheine, über die KMU bis zu 80 % von beauftragten Unterstützungsleistungen erstattet bekommen. Gemeinsam mit einer Forschungseinrichtung werden konkrete Herausforderungen ermittelt und Lösungen erarbeitet. Als starker Forschungspartner ist das Fraunhofer IEM bereits an ersten Transferprojekten beteiligt.



Vertreter von Wirtschaft, Wissenschaft und it's OWL informierten im Juli 2018 über die zweite Förderphase.



Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu
roman.dumitrescu@iem.fraunhofer.de

Internationale Kooperationen

Projekte und Kooperationen mit Unternehmen aus Japan

Im Jahr 2018 konnte die Zusammenarbeit von Fraunhofer IEM und Nissan durch mehrere Projekte und Besuche weiter intensiviert werden. Neben dem fachlichen Austausch stand vor allem die Optimierung des Produktentstehungsprozesses bei Nissan im Fokus. Dazu wurden Methoden aus den Bereichen Systems und Software Engineering entwickelt und pilotiert. In 2018 entstand erstmalig eine Zusammenarbeit mit Honda. Die gemeinsamen Diskussionen über Systems Engineering und innovative Lösungen in den frühen Phasen der Produktentwicklung haben Handlungsfelder für Kooperationen aufgezeigt.

Ein weiteres Highlight des letzten Jahres und Meilenstein für die internationale Kooperation mit Japan war die erste Ausgründung des Fraunhofer IEM. Two Pillars bündelt das breite Know-how des Fraunhofer IEM im Bereich Systems Engineering und die iQUAVIS-Software des japanischen IT-Konzerns ISID.

Kooperation mit Oracle

Seit 2017 kooperiert das Institut kontinuierlich mit der Oracle Corporation, einem US-amerikanischen, weltweit führenden Softwarehersteller. Oracle vergibt sogenannte »Research Grants« und fördert damit ausgezeichnete Forschungseinrichtungen mit innovativen Projekten. Oracle Research Grants sind international hoch-kompetitiv: Umso erfreulicher, dass das Fraunhofer IEM schon drei Research Grants gewinnen konnte.

Die Research Grants fördern am Fraunhofer IEM Entwicklungen zur Verbesserung von Softwaresicherheit. In einem Projekt werden die Sicherheit und Architektur der weltweit genutzten Java Runtime verbessert, durch die beiden anderen Research Grants können Weiterentwicklungen am Analysewerkzeug CogniCrypt unterstützt werden. CogniCrypt ist eine Erwei-

terung für Entwicklungsumgebungen und warnt Softwareentwickler automatisch vor Softwareschwachstellen in ihrem Programmcode.

Kooperationen mit der chinesischen Industrie

Gegenwärtig lassen sich viele deutsche Unternehmen in China nieder. In industriestarken Regionen entstehen sogenannte »Sino-German Industrial Cooperation Parks«, die deutschen Firmen einen Zugang zum chinesischen Markt bieten. Dazu forciert die chinesische Regierung die Zusammenarbeit zwischen deutschen Experten aus Wissenschaft und Wirtschaft und der chinesischen Industrie.

Von verschiedenen Institutionen und Wirtschaftsverbänden werden dazu Expertenreisen zur Anbahnung und Etablierung von wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Beziehungen organisiert. Dr.-Ing. Christian Henke wurde in den vergangenen Jahren mehrfach über den Bundesverband für Wirtschaftsförderung und Außenwirtschaft in die wirtschaftsstarke Zhejiang Provinz eingeladen und leitete im April 2018 eine Experten-delegation mit Mitgliedern aus Wissenschaft und Wirtschaft.



Dr.-Ing. Christian Henke mit einer Expertendelegation bestehend aus Mitgliedern aus Wissenschaft und Wirtschaft.

RAISE-MED



RAISE-MED ist ein gefördertes Internationalisierungsprojekt des Fraunhofer IEM für das Land Malaysia. Ziel ist der Aufbau von Clusterstrukturen in Malaysia mit dem Fokus auf Innovationsentwicklung in der Medizintechnik. Durch RAISE-MED sollen der Wissens- und Technologietransfer zwischen Forschung und Industrie in Malaysia verbessert und langfristig die Entstehung von Innovationen im Land gefördert werden.

Zur Erfüllung dieser Ziele soll ein Innovationsnetzwerk maßgeblich beitragen und deren Nachhaltigkeit sicherstellen. Aktuell zählt RAISE-MED 25 Partner aus dem Forschungs- und Industrieumfeld. Die Erweiterung des Netzwerks wird durch die Präsenz des Fraunhofer IEM und weiterer Partner auf diversen Veranstaltungen vorangetrieben. Seitens RAISE-MED wurden rund 20 Veranstaltungen mit insgesamt über 800 Teilnehmenden ausgerichtet. Ferner findet im Rahmen von wissenschaftlichen Austauschprogrammen ein stetiger Ausbau der bestehenden Partnerschaften statt. Seit Projektbeginn nahmen mehrere wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie Studierende an diesen Programmen teil.

Die Nachhaltigkeit der Projektaktivitäten wird u.a. durch den Aufbau einer Infrastruktur gewährleistet. Ziel ist eine Plattform zur Vernetzung von Akteuren aus Industrie, Wissenschaft und Politik. Dazu werden zwei Innovationslabore an den Partneruniversitäten Universiti Teknologi MARA (UiTM) in Kuala Lumpur und Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM) in Johor aufgebaut. Durch Methoden des Innovationsmanagements und neue Technologien sollen Innovationen für die Medizintechnik entstehen. Ein großer Meilenstein wurde mit der Eröffnung des Innovationslabors an der UTHM im Januar 2019 bereits erreicht. Mit über 150 Teilnehmenden, mehrheitlich aus der Industrie, war das Interesse sehr groß. Die Partner von RAISE-MED

konnten viele Entscheider aus dem produzierenden Gewerbe begrüßen. Neben spannenden Vorträgen und Diskussionen wurden bereits entwickelte Demonstratoren vorgestellt. Das zweite Innovationslabor wird im Frühjahr 2019 an der UiTM in Kuala Lumpur eröffnet.

www.innovationlabs.my



Data Science Schulung am Fraunhofer IEM in Paderborn.



Eröffnung des gemeinsamen Innovationslabors an der Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM).

Mitgliedschaften in Unternehmensnetzwerken

3-D MID e.V.



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 werden unterstützt. Prof. Dumitrescu ist als Mitglied des Forschungsbeirats maßgeblich für die Weiterentwicklung der Technologie verantwortlich.

Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V.



Die Forschungsvereinigung mit über 200 Mitgliedsfirmen entlang der gesamten Wertschöpfungskette ist das führende Innovations- und Wissensnetzwerk der Antriebstechnik. Die vorwettbewerbliche Gemeinschaftsforschung zusammen mit Forschungseinrichtungen bietet Unternehmen die Möglichkeit, ihr technisches Know-how und die Qualität ihrer Produkte zu verbessern und die Produktionskosten zu senken. Das Fraunhofer IEM ist Forschungspartner für die strategische Planung und Simulationstechnik für die Antriebstechnik der Zukunft.

Gesellschaft für Informatik e.V. – Fachgruppe Vorgehensmodelle



Die Gesellschaft für Informatik e.V. ist die größte und wichtigste Fachgesellschaft für Informatik im deutschsprachigen Raum. Die Fachgruppe Vorgehensmodelle für die betriebliche Anwendungsentwicklung beschäftigt sich mit Vorgehensmodellen, Prozessen und Methoden für die Planung, Entwicklung und den Betrieb von IT-gestützten Systemen. Zusammen mit der Schwesternfachgruppe organisiert sie die jährliche Tagung Projektmanagement und Vorgehensmodelle. Dr. Masud Faal-Baqae ist Fachgruppensprecher und Co-Chair der Tagung.

GfSE e.V.



Die Gesellschaft für Systems Engineering e.V. fördert 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 bietet ein deutschsprachiges Dienstleistungsangebot zum SE an. Neben der größten deutschsprachigen SE-Konferenz »Tag des Systems Engineering« (TdSE) sind bspw. das Tool Vendor Project oder das Zertifizierungsprogramm SE-ZERT® zu nennen. Das Fraunhofer IEM ist Mitglied in der GfSE. Unter der Schirmherrschaft der GfSE findet zweimal jährlich der Systems Engineering Best Practice Circle statt. Initiiert vom Fraunhofer IEM und dem VIRTUAL VEHICLE Research Center stellt der Best Practice Circle eine branchenübergreifende Kommunikationsplattform zum Thema SE/MBSE dar.

InnoZent OWL e.V.



Das Innovationszentrum für Internettechnologie und Multi-Mediakompetenz e.V. verbindet die drei Themenbereiche Informations- und Kommunikationstechnologien, Informatik sowie Ingenieurwissenschaften und ist das älteste Branchenetzwerk in Ostwestfalen-Lippe. Das Fraunhofer IEM arbeitet eng mit dem InnoZent e.V. zusammen – von der Innovationsentwicklung bis zum Technologietransfer.

OWL Maschinenbau e.V.



Das Branchen- und Innovationsnetzwerk OWL Maschinenbau e.V. hat es sich zur Aufgabe gemacht, die wirtschaftliche und technologische Leistungskraft des regionalen mittelständischen Maschinenbaus mit seinen knapp 300 Unternehmen und über 42.000 Beschäftigten im internationalen Wettbewerb zu stärken. Das Fraunhofer IEM kooperiert mit dem Netzwerk in den Kompetenzfeldern Intelligenz in technischen Systemen, Systems Engineering und Virtual Prototyping.

OWL ViProSim e.V.



Der Virtual Prototyping & Simulation OstWestfalenLippe e.V. unterstützt vor allem mittelständische Unternehmen der Region beim Erwerb von Anwendungswissen über Virtual Prototyping & Simulation im Entwicklungs- und Produktionsplanungsprozess. Das Netzwerk organisiert u.a. Fachgespräche, Industriearbeitskreise und Fachtagungen für den intensiven fachlichen Austausch. Michael Grafe und Dr.-Ing. Peter Ebbesmeyer sind in der Geschäftsführung des Vereins vertreten. Prof. Dumitrescu ist im geschäftsführenden Vorstand.

Security-Arbeitsgruppe der OPC Foundation



Die OPC Foundation entwickelt Standards für herstellerunabhängige, plattformübergreifende, sichere und zuverlässige Interoperabilität in der Industrieautomation. OPC UA ist ein Standard, der einen sicheren Datenaustausch grundsätzlich ermöglicht, Unternehmen bei der praktischen Anwendung aber vor Herausforderungen stellt. Die Security-Arbeitsgruppe erarbeitet unter der Leitung des Fraunhofer IEM Best Practices und Richtlinien, damit Anwender typische OPC UA Anwendungsfälle sicher betreiben können.

Smart Engineering e.V.



Der Smart Engineering e.V. fördert die Gemeinschaftsforschung zum Thema Smart Engineering und verfolgt als starkes Kooperationsnetzwerk das Ziel, die Entwicklung smarterer, vernetzter Produkte und Dienstleistungen über den gesamten Produktlebenszyklus zu unterstützen. In 2018 fand u.a. ein Thementag zum Model Based Engineering statt, auf dem Forschungsthemen und Praxisbeispiele aus der Industrie vorgestellt und Anforderungen für Unternehmen herausgearbeitet wurden. Prof. Dumitrescu ist in seiner Rolle als Mitglied im it's OWL Clustermanagement stellv. Vorsitzender des Forschungsbeirats.

VDE-Fachausschuss Mechatronisch Integrierte Baugruppen



Die VDE/VDI-Gesellschaft Mikroelektronik, Mikrosystem- und Feinwerktechnik (GMM) unterstützt die Organisation von Fachtagungen und Workshops und leistet fachliche Arbeit in ca. 45 Fachausschüssen. Der Schwerpunkt des Fachausschusses Mechatronisch Integrierte Baugruppen ist die Erarbeitung von VDE-Richtlinien für die Produktion von Molded Interconnect Devices (MID). Prof. Dumitrescu ist Vorsitzender des Fachausschusses. Er wird fachlich und administrativ von Dr.-Ing. Christoph Jürgehake unterstützt.

VDMA-Arbeitskreis Industrial Security



Der Arbeitskreis erarbeitet Leitlinien und Arbeitshilfen für die Security in der Produktion und in Maschinen- und Anlagenbauprodukten. Teilnehmende sind Maschinen- und Anlagenbauer, Betreiber, Komponentenhersteller, Dienstleister, Security-Spezialisten und das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik. Themen sind u.a. Dritt-Zertifizierung, Industrie 4.0, Safety/Security-Abhängigkeiten und Security Engineering. Prof. Bodden unterstützt den Arbeitskreis durch seine Expertise im Security Engineering mit einem speziellen Fokus auf Security by Design.

Zukunftsallianz Maschinenbau e.V.



Das Innovationsnetzwerk Zukunftsallianz Maschinenbau e.V. stärkt insbesondere kleine und mittlere Unternehmen des Maschinenbaus und der industriellen Automatisierungstechnik im globalen Wettbewerb. Im Fokus stehen Produkt- und Serviceinnovationen sowie mögliche Potentiale zur Effizienzsteigerung aller betrieblichen Kernprozesse. Das Fraunhofer IEM ist zentraler Forschungspartner für die Themen Digitalisierung und Systems Engineering und durch Prof. Trächtler im Vorstand vertreten.

Veranstaltungshighlights 2018

Hannover Messe 2018

Auf dem OWL-Gemeinschaftsstand präsentierten der Automobilzulieferer HELLA und das Fraunhofer IEM die Planung eines neuen Montagearbeitsplatzes mit Hilfe von Augmented Reality (AR). Der sogenannte Mixed-Mock-Up könnte in Zukunft eine nicht nur deutlich effizientere Arbeitsplatzplanung ermöglichen, sondern auch die Zusammenarbeit von Entwicklerteams revolutionieren. Mit einer AR-Datenbrille wurden in einem Pilotprojekt virtuelle Bauteile und Werkzeuge auf den Papp-Prototypen projiziert – aus dem Mock Up wird ein Mixed-Mock-up. Der künftige Arbeitsplatz und einzelne Arbeitsschritte der Montage können so realitätsnah getestet werden.

»Digital in NRW – Kompetenz für den Mittelstand« präsentierte auf der Messe seine Angebote und die Lösungen aus dem Projekt »Digitalisierung in der Montage«. Über eine Virtual Reality-Brille konnten verschiedene Assistenzsysteme und Arbeitsplatzgestaltungen kennengelernt und ausprobiert werden. Hohen Besuch gab es von Staatssekretär Christoph Dammermann (Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digita-

lisierung und Energie) und von Ministerialdirigent Dr. Andreas Goerdeler (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie).

Fachgruppe Industrie 4.0

Zu Gast bei GEA fand das dritte Treffen der Fachgruppe Industrie 4.0 zum Thema »Von Kundenanforderungen zu Smart Services« statt. Darüber, dass die Digitalisierung viel Potenzial für neue Geschäftsmodelle birgt, die über das eigentliche Produkt hinausgehen, waren sich die Referenten der dritten Fachgruppe Industrie 4.0 einig. Doch wie finden Unternehmen ihren individuellen Smart Service unter Einbindung des Kunden und wie setzen sie ihn Schritt für Schritt um? Mit rund 80 Teilnehmenden standen diese Fragen beim Treffen der Fachgruppe im Juni 2018 bei GEA in Oelde im Fokus der Diskussion.

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



Fraunhofer IEM und Digital in NRW auf der Hannover Messe 2018.

Fachgruppe Industrie 4.0

2014 die Fachgruppe Systems Engineering. Ziel der Treffen ist es, disziplinübergreifende Entwicklungsmethoden in die Praxis der ostwestfälischen Industrie zu bringen. 2018 traf sich die Fachgruppe zum Thema »Digitaler Zwilling« beim Antriebs- und Automatisierungsspezialisten Lenze. Zusammen mit 50 Gästen diskutierten Prof. Roman Dumitrescu und Dr. Lydia Kaiser, wie das Konzept Digitaler Zwilling auf den Produktlebenszyklus und das Engineering übertragen werden kann.

Gemeinsames Fachgruppen-Treffen

Im November 2018 versammelten die Fachgruppen Industrie 4.0 (Digital in NRW) und Systems Engineering (it's OWL) rund 100 Gäste im Miele-Forum zum Thema »Künstliche Intelligenz – Potenziale von der Entwicklung zum Produkt«. Das rege Interesse am Thema Künstliche Intelligenz (KI) zeigte die Relevanz für die Industrie. In Vorträgen und Workshops wurde deutlich, dass sich schon viele Unternehmen mit KI-Technologien beschäftigen, ihren Nutzen erkennen und nun in die Umsetzung gehen wollen. Prof. Eyke Hüllermeier (Universität Paderborn)

gab spannende Einblicke in die Entwicklung der KI-Technologie und zeigte Beispiele auf, wie sich die Universität Paderborn in Forschungsprojekten mit KI beschäftigt. Michael Hillebrand und Dr. Sebastian von Enzberg (Fraunhofer IEM) stellten dar, mit welchen KI-Fragestellungen die anwendungsorientierte Forschung an verschiedensten Stellen der Wertschöpfungskette ansetzt. Wertvolle Berichte aus der Praxis lieferten Dr. Robert Vollmer (Schuler Pressen) und Dr. Arnt Vienenkötter (Miele).

Fachgruppe IT-Sicherheit im Internet of Things (IoT)

Die Fachgruppe setzt sich aus Vertretern der angewandten Wissenschaft sowie Unternehmensexperten aus der Region zusammen und trifft sich mehrmals im Jahr, um sich über Erfahrungen und Best Practice-Konzepte rund um das wichtige Thema IT-Sicherheit im IoT auszutauschen. In 2018 kam die Fachgruppe gleich viermal zusammen: Im Januar wurde bei Phoenix Contact (Bad Pyrmont) über verschiedene Aspekte rund um Langzeitsicherheit und Remote Updates diskutiert. Im Mai ging es bei Jung Pumpen (Steinhagen) um sichere



Fachgruppe Systems Engineering



Gemeinsames Fachgruppen-Treffen



Fachgruppe IT-Sicherheit im IoT

Cloud-Anbindungen und Update-Mechanismen. Im Juli wurde die sichere Entwicklung von Mobile Apps bei Miele (Gütersloh) behandelt. Im Oktober stand bei KEB Automation (Barntrup) die mögliche Übertragung agiler Arbeitsweisen auf die mechanische Produktentwicklung im Fokus. Die Fachgruppe steht weiteren Entscheidern und Experten offen – Interessenten wenden sich zwecks Einladung bitte an Dr. Matthias Meyer.

Jahresauftaktveranstaltung Take off

Im Februar lud das Fraunhofer IEM zum »Take-off« ein. Über 60 Vertreter aus Industrie und Forschung diskutierten, wie Produkte, Produktion und Prozesse mit Advanced Systems Engineering (ASE) auch in Zukunft erfolgreich entwickelt werden. Prof. Roman Dumitrescu (Direktor Fraunhofer IEM) stellte zunächst das Themenfeld ASE am Standort Paderborn vor. Nico Michels (CLAAS) gab in seinem Vortrag Einblicke in die Entwicklung von der Landmaschine bis zum Farm-Management-System. Uwe Girschdies (Audi) stellte Visionen für die Mobilität der Zukunft vor, z. B. nachhaltige Antriebssysteme oder autonomes Fahren.

In einer Podiumsdiskussion diskutierten die Redner sowie Michael Amon (RK Rose+Krieger) und Caroline Junker (Universität Paderborn) über Trends und Perspektiven im SE.

FMB – Zuliefermesse Maschinenbau

In technischen Systemen stecken viele Funktionen auf möglichst kleinem Bauraum. Die Technologie MID (Molded Interconnect Device) verzichtet auf sperrige Platinen und platziert elektronische Schaltungen direkt auf dreidimensionale Kunststoffbauteile. Auf der Messe in Bad Salzfluhen stellte das Fraunhofer IEM diese platz- und ressourcensparende Technologie vor. Das Fraunhofer IEM betreibt zudem in Paderborn ein vollausgestattetes Labor für Konzeption, Entwicklung und Qualifizierung von MID-Prototypen in Kombination mit 3D-Druck.

ISSTA

Das ACM SIGSOFT International Symposium on Software Testing and Analysis (ISSTA) ist die weltweit führende wissenschaftliche Konferenz in den Bereichen des Testens und der



Jahresauftaktveranstaltung Take off



FMB – Zuliefermesse Maschinenbau



ISSTA

Programmanalyse. Auf der Konferenz werden jedes Jahr ca. 30 wissenschaftliche Beiträge veröffentlicht und präsentiert. Im April trafen sich unter der Leitung des Program Chairs Prof. Dr. Eric Bodden 26 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus der ganzen Welt in Paderborn, um in einem zweitägigen Treffen diese Beiträge aus 140 Einreichungen auszuwählen. Die sehr gut besuchte Konferenz fand im Juli in Amsterdam statt.

Infotag »Sichere Vernetzung von industriellen Anwendungen und Daten«

Im Juni 2018 trafen sich 55 Gäste aus Forschung und Industrie am Fraunhofer IEM, um über Herausforderungen der Vernetzung im industriellen Umfeld zu diskutieren. Im Fokus stand dabei die Technologie OPC UA, die die sichere Kommunikation zwischen automatisierten intelligenten Systeme unterstützt. Die Vorträge von Stefan Hoppe (OPC UA Foundation), Erich Barnstedt (Microsoft), Lutz Jänicke (Phoenix Contact), Christian Stickling (Miele) und Uwe Pohlmann (Fraunhofer IEM) gaben neue Impulse aus Wissenschaft und Praxis.



Infotag »Sichere Vernetzung«



Girls' Day



Besuch IG Metall

Girls' Day

Das Fraunhofer IEM beteiligte sich in 2018 erstmalig am Berufsorientierungstag Girls' Day, an dem bundesweit Unternehmen und Hochschulen ihre Türen für Schülerinnen öffnen. Die Mädchen lernen an diesem Tag Ausbildungsberufe und Studiengänge kennen, in denen Frauen bisher wenig vertreten sind. Das Fraunhofer IEM nutzte in 2018 die Hannover Messe, um 35 Schülerinnen eines Gymnasiums die Forschungsergebnisse des Instituts zu präsentieren. Gemeinsam mit dem Fraunhofer IEM erkundeten die Schülerinnen Exponate rund um die Digitalisierung in der Industrie und die Arbeitswelt der Zukunft.

Besuch IG Metall

Wie verändert sich Arbeit in der Industrie durch die Digitalisierung? Christiane Benner, zweite Vorsitzende der IG Metall, hat sich dazu in OWL umgesehen und unter anderem mit Prof. Dumitrescu ausgetauscht. An einem Demonstrator des Fraunhofer IEM konnte Benner zugleich den Praxistest am digital geplanten Montagearbeitsplatz machen.



Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Fraunhofer IEM auf dem Gelände der Zukunftsmeile 2. Ab Ende 2020 wird das IEM zusammen mit der Universität Paderborn, Weidmüller, it's OWL und Two Pillars im neuen Forschungs- und Innovationszentrum arbeiten.



Two Pillars – Die erste Ausgründung des Fraunhofer IEM feiert Kick-off

Am 16. Oktober 2018 feierte die Two Pillars GmbH mit 45 Gästen aus Industrie und Forschung seine Gründung. Das im Juni 2018 von Fraunhofer und dem japanischen IT-Konzern ISID gegründete Unternehmen arbeitet mit inzwischen 10 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern in der Zukunftsmeile 1 daran, die modellbasierte Produktentwicklung mit dem Tool iQUAVIS digital zu unterstützen.

»Die Zusammenarbeit mit ISID ist für uns ein Glücksgriff gewesen«, betonte Prof. Roman Dumitrescu (Direktor Fraunhofer IEM). Er berichtete von der erfolgreichen Entwicklung des Forschungsfeldes Model-Based Systems Engineering (MBSE), dass das Fraunhofer IEM seit 2011 vorantreibt. So ist zwar die Methode CONSENS, insbesondere durch Projekte im Spitzencluster it's OWL, in der industriellen Praxis angekommen. Die möglichst intuitive Integration von CONSENS in ein vorhandenes Werkzeug hat das Fraunhofer IEM aber oft vor Herausforderungen gestellt. »Die ideale Lösung fand sich im Tool iQUAVIS von ISID«, so Prof. Dumitrescu, »Wir freuen uns, dass in dem Joint Venture Two Pillars iQUAVIS nun weiterentwickelt wird und sind gespannt auf die nächsten Schritte des Unternehmens.«

Auch Atsushi Yoshimoto (Vorstandsmitglied von ISID) gratulierte zur Unternehmensgründung und gab den Teilnehmerinnen und Teilnehmern einen spannenden Einblick, wie Systems Engineering in Japan vorangetrieben wird. Die Geschäftsführer der Two Pillars GmbH Christian Bremer, Dr. Christian Tschirner und Atsushi Yoshida stellten ihren Gästen das Werkzeug iQUAVIS und seine Möglichkeiten in einer Live-Anwendung detailliert vor. Unterstützt wurden sie dabei von Marcel Renneke und Dieter Renneke (beide ELHA Maschinenbau Liemke), die das MBSE-Tool bereits im eigenen Unternehmen anwenden und

von den eigenen Erfahrungen berichteten.

Für Two Pillars ist die künftige Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IEM sehr wertvoll. »Durch die Zusammenarbeit mit einem führenden Forschungsinstitut im Bereich Systems Engineering und Digitalisierung können wir sicherstellen, immer am Puls der Zeit zu bleiben«, so Dr. Christian Tschirner, »Wir profitieren vom Austausch mit hervorragend qualifizierten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern und überwinden so die Lücke zwischen Forschung und Anwendung.«

two  pillars
MODEL-BASED SYSTEMS ENGINEERING

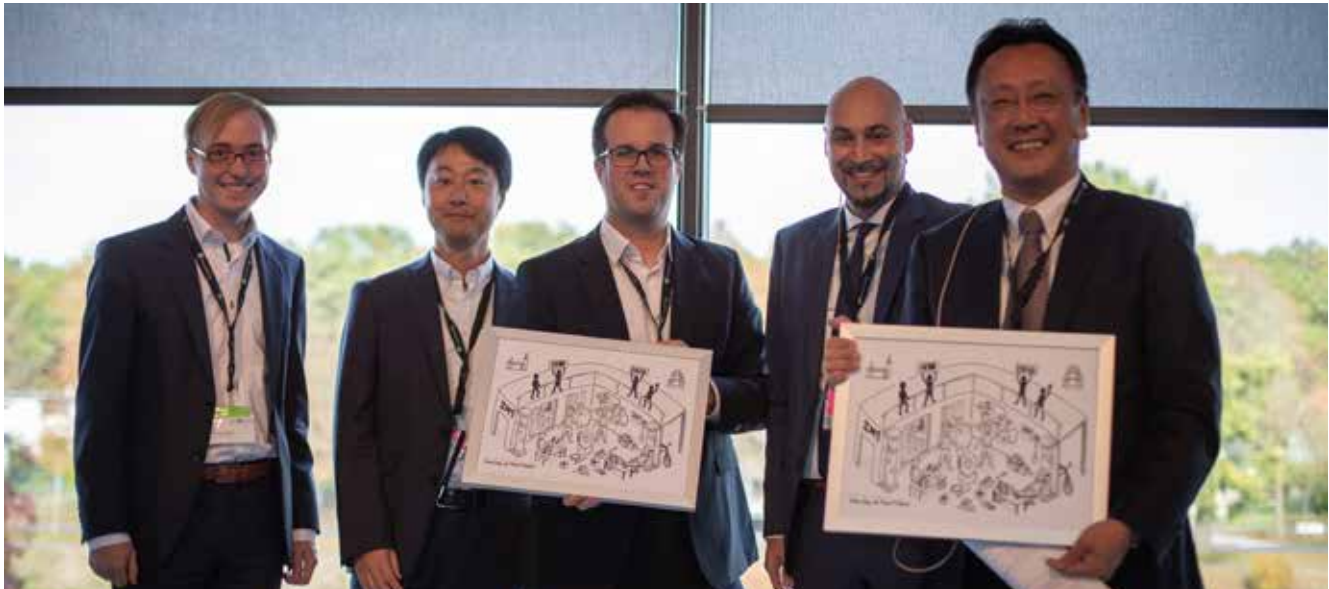


Kontakt

Dr.-Ing. Christian Tschirner
Two Pillars GmbH
christian.tschirner@two-pillars.de
05251 5465-334



Christian Bremer
Two Pillars GmbH
christian.bremer@two-pillars.de
05251 5465-173



Freuen sich über die Ausgründung: (v.l.) Christian Bremer, Atsushi Yoshida, Dr.-Ing. Christian Tschirner (alle drei Geschäftsführer Two Pillars GmbH), Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu (Direktor Fraunhofer IEM), Atsushi Yoshimoto (Managing Director ISID).



Forschungsbereich Scientific Automation

Intelligenz in Automatisierungssystemen

Scientific Automation verstehen wir als die Integration wissenschaftlicher Methoden und Verfahren in die Automatisierungstechnik. Wir überführen Methoden der Selbstoptimierung und künstlichen Intelligenz in fortgeschrittene Automatisierungssysteme, die adaptiv, robust, effizient und verlässlich sind. Dazu setzen wir verstärkt auf Informations- und Kommunikationstechnologien, um Steuerung, Regelung und Datenverarbeitung zusammenzuführen.

Moderne Entwurfsverfahren und die modellbasierte Entwicklung sind der Schlüssel, um die steigende Komplexität intelligenter Automatisierungssysteme zu beherrschen. Dabei betrachten wir Regelungen nicht isoliert, sondern immer mit dem System zusammen. Denn Aktuatorik, Sensorik und Kinematik sind Kernkompetenzen, die im Entwurf mechatronischer Systeme unbedingt berücksichtigt werden müssen. Durch eine detaillierte Modellbildung als Vorarbeit für Steuerungs- und Regelungsverfahren entsteht ein tiefergehendes Wissen über das Gesamtsystem. Die Einbeziehung wissenschaftlicher Methoden und Algorithmen zur Umsetzung von beispielsweise Condition Monitoring oder Predictive Maintenance Systemen ist für uns dabei selbstverständlich.

RoboticsLab: Transfer in die Praxis

Im letzten Jahr standen Aufbau und Inbetriebnahme unseres RoboticsLabs im Fokus, mit dem wir eine herausragende Infrastruktur für anwendungsorientierte Forschungsarbeiten geschaffen haben. Sensorgeführte Roboter sind Dreh- und Angelpunkt unserer Laborfläche, die Partnern aus Industrie und Forschung spannende Einblicke in die Digitalisierung der Automatisierungstechnik bietet. Unser Auftrag dabei: Transfer! Wir wollen neueste wissenschaftliche Erkenntnisse greifbar machen und ihren Nutzen vermitteln, um diese dann gemeinsam mit unse-

ren Kunden und Geschäftspartnern in der Praxis umzusetzen. In unseren Projekten verbinden wir moderne Entwicklungsmethoden und Schlüsseltechnologien aus der Automatisierungstechnik, um hochkomplexe technische Produkte zu entwickeln. Dazu erforschen wir integrierte Entwicklungs- und Testumgebungen. Diese X-in-the-Loop-Techniken, wie z. B. Model- oder Hardware-in-the-Loop, werden in den Produktentstehungsprozess eingebunden und unterstützen Unternehmen während der Entwurfs-, Integrations- und Testphase. Die Anforderungen, die über die Spezifikationen in den modellbasierten Entwurf einfließen, werden bei der Komponentenentwicklung weiter genutzt, um einen bereits umfangreich getesteten Prototypen und somit einen 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.

Künstliche Intelligenz in die Anwendung bringen

Ein Fokus unserer Arbeit liegt künftig in der Integration künstlicher Intelligenz in Produkte und Produktionsmaschinen, um wandlungs- und anpassungsfähige technische Systeme zu realisieren. Die Robustheit der Lösungen ist dabei ein wichtiger Erfolgsfaktor. Durch unsere Expertise machen wir maschinelles Lernen für Intelligente Technische Systeme nachhaltig verfügbar. Wir entwickeln mit unseren Kunden Digitalisierungsstrategien und integrieren maschinelles Lernen in agile Geschäftsmodelle und Prozessketten. Durch die Extraktion von Wissen aus digitalen Daten können auf allen Stufen der Unternehmensprozesse Mehrwerte generiert werden.

» Methoden der künstlichen Intelligenz erhalten zunehmend Einzug in regelungs- und automatisierungstechnische Anwendungen. Wir verbinden modellbasierte und datengetriebene Ansätze, um innovative Lösungen für die industrielle Praxis zu entwickeln. «

Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler
Institutsleiter | Direktor Forschungsbereich Scientific Automation



Stellen ihren Kunden die Potenziale der Automatisierung künftig im RoboticsLab vor: Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler, Institutsleiter und Direktor Forschungsbereich Scientific Automation (rechts) und Abteilungsleiter Dr.-Ing. Christian Henke.

Selbstkorrigierender Richtapparat für die Stahlumformung

Hochfeste Stahldrähte werden in der Regel auf Rollen, sogenannten Coils, zum Kunden transportiert und in Umformverfahren wie dem Radial-Stanz-Biegen weiterverarbeitet. Die beim Aufwickeln entstandenen Krümmungen im Draht müssen dazu durch einen Richtvorgang ausgeglichen werden. Die Qualität des herzustellenden Endprodukts hängt damit direkt von der Fähigkeit des Richtapparats ab, die Schwankungen im Material auszugleichen. Bisher werden Richtapparate vor oder auch während des Produktionsbetriebs manuell auf das Material eingestellt – ein aufwändiges Vorgehen, das viel Erfahrung verlangt.

Im Projekt »Einricht-Assistenzsystem für Richtapparate« soll durch intelligente selbstkorrigierende Anlagen die bestmögliche Richtqualität bei gleichzeitig minimaler Formänderung erreicht werden. Das Fraunhofer IEM übernimmt dabei die Mechatronisierung des Richtapparats, also die Integration von mechanischen, elektrischen und informationstechnischen Teilsystemen. Zusätzlich werden Algorithmen für die optimale Einstellung beim Einrichten und für den Ausgleich der Schwankungen während der Fertigung entwickelt. Diese minimieren die Belastung während des Richtens, sodass im Draht vorhandene Eigenspannungen ausgeglichen und unnötig starke Wechselbiegevorgänge vermieden werden. Die Weitergabe der während des Richtprozesses erfassten Daten (z. B. Schwankungen der Materialdicke) an Folgeprozesse und somit die Vernetzung aller an der Herstellung des Endbauteils beteiligten Maschinen führt zur Verbesserung der Bauteilqualität und zu einer deutlichen Steigerung der Produktivität des Herstellprozesses. Durch die Unterstützung des Bedienpersonals bei der Einrichtung und während des Betriebs der Richtapparate werden manuelle Eingriffe und Stillstandzeiten minimiert.



Richtapparate gleichen durch Wechselbiegungen Materialschwankungen aus.



Forschungsvereinigung
Stahlanwendung e. V.



UNIVERSITÄT PADERBORN
Die Universität der Informationsgesellschaft

Das IGF-Vorhaben (Nr. 19799 N) der Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. (FOSTA), Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf wurde über die AIF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.



Kontakt

Manuel Gräler
Gruppenleiter
Selbstoptimierung
manuel.graeler@iem.fraunhofer.de

Anpassungsfähige Werkstückträger im Sonderanlagenbau

In der Anlagen- und Fördertechnik wächst zunehmend der Bedarf an flexiblen Fertigungs- und Montageprozessen, um variantenreiche Produkte auch in kleinen Losgrößen wirtschaftlich fertigen zu können. Beim Produktwechsel sind schnelle Anpassungen der Trägersysteme unabdingbar, um Zeit und Kosten zu sparen. Gebraucht werden innovative Lösungen, um manuelle Umrüst- und Einstellvorgänge zu automatisieren.

Im Projekt »AWT – Aktiver kraftsensitiver Werkstückträger im Sonderanlagenbau« entwickelt das Fraunhofer IEM zusammen mit den Projektpartnern Rotte Anlagenbau und Fördertechnik, MSF-Vathauer Antriebstechnik und der Universität Paderborn einen flexiblen Werkstückträger, der sich selbständig individuellen Produkteigenschaften wie Form, Gewicht und Steifigkeit anpasst. Die Basis des cyber-physischen Systems ist eine energieeffiziente Kraft-Weg-Regelung, welche die automatische Rekonfiguration ermöglicht. Der Aufbau der Werkstückträger ist modular. Nach Bedarf kann neue Aktorik hinzugefügt werden, um unterschiedliche Werkstücke sensitiv aufzunehmen, einzuspannen und für weitere Bearbeitungsschritte exakt zu positionieren. Die skalierbaren Sensor- und Aktor-Kombinationen sorgen für die Abdeckung eines breiten Produktspektrums – vom Handy bis zur Autotür. Diese lassen sich auf kleinstem Bauraum integrieren. Die maßgeschneiderten Werkstückträger besitzen eine dezentrale Steuerung auf Basis von Algorithmen und Modellen, die eine hochdynamische Verarbeitung garantieren. Die intelligente Informationsverarbeitung kommuniziert drahtlos mit der Prozess- und Leitebene, wodurch dynamisch neue Produkthanforderungen zur Laufzeit berücksichtigt werden. Zusammen mit der integrierten, induktiven Energieversorgung ist der Einsatz in vielfältigen Szenarien in Fertigung und Montage möglich – autark, skalierbar und mobil.



Der Werkstückträger passt sich aktiv den individuellen Produkteigenschaften an.



Das ZIM-Vorhaben (16KN015224) des Kooperationsnetzwerkes Elektronik Forum OWL wird über den VDI/VDE-IT im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.



Kontakt

Dr.-Ing. Christian Henke
Gruppenleiter
Automatisierungstechnik
christian.henke@iem.fraunhofer.de

Virtuelle Entwicklung von Raupenlaufwerken

Die Landwirtschaft verändert sich und damit auch die Anforderungen an die Landtechnik. Als einer der weltweit führenden Hersteller setzt CLAAS daher in schweren Fahrzeugen immer häufiger bodenschonende Raupenlaufwerke ein. Wegen der stark variierenden Einsatzgebiete werden zahlreiche Anforderungen an das Fahrzeug gestellt. Zur Auslegung werden unter anderem Mehrkörpermodelle genutzt und kontinuierlich weiterentwickelt.

Das Fraunhofer IEM unterstützt CLAAS bei der systematischen und effizienten Nutzung dieser virtuellen Modelle. Dazu zählen neben dem Aufbau von Bibliotheken auch die Auswertung von Simulationsergebnissen, die Analyse des Systemverhaltens sowie virtuelle Testfahrten und eine anschließende Optimierung der Systeme. Denn obwohl Raupenlaufwerke sehr komplexe mechanische Erzeugnisse sind, lassen sich mit digitalen Werkzeugen die Entwicklungszeiten deutlich verkürzen und die Zahl der physischen Prototypen reduzieren. Dadurch können neue Ideen effizient ausprobiert und bewertet werden, ohne dass aufwändige Untersuchungen am realen Produkt durchgeführt werden müssen.

Die unterschiedlichen Einsatzbedingungen, in denen Raupenlaufwerke bestehen müssen, können in der Realität oft nur schwer oder mit hohem Aufwand nachgebildet werden. Ein Modell macht es möglich, unterschiedliche Bedingungen reproduzierbar darzustellen. So können die Auswirkungen selbst kleinster Änderungen bewertet werden, bevor sie im Feldversuch getestet werden. Die Modelle können auch als Teil des digitalen Zwillings verstanden werden: Das virtuelle Abbild eines realen Systems.



Ein Raupenlaufwerk im Einsatz an einem Mähdrescher.

CLAAS



Kontakt

Christopher Lankeit
Gruppenleiter Fahrzeugtechnik
christopher.lankeit@iem.fraunhofer.de

Elektrische Antriebe systemübergreifend simulieren und in Betrieb nehmen

Simulationstechnik, als Teil des Model-Based Systems Engineering, ist geprägt von einer Vielzahl an Tools, die es im Rahmen einer effizienten Systementwicklung zusammenzubringen gilt. Im Projekt »Simulationsmodelle für elektrische Antriebstechnik« arbeitet das Fraunhofer IEM im Auftrag der Forschungsvereinigung Antriebstechnik (FVA) gemeinsam mit einem Industriekreis an der Etablierung eines Standards, um erstmals elektrische Antriebe herstellerübergreifend zu simulieren.

Neben Modellformaten spielt dabei die Umsetzung einheitlicher Schnittstellen eine wichtige Rolle. Durch eine Vereinheitlichung ist es möglich, Modelle verschiedener Antriebskomponenten aus unterschiedlichen Tools miteinander zu verbinden. Zudem lassen sich Modelle in verschiedenen Entwicklungsphasen wiederverwenden und über Abteilungsgrenzen hinweg teilen. Auch Wechselwirkungen zwischen den Komponenten können auf diese Weise kostengünstig analysiert werden – ein echter branchenübergreifender Mehrwert für Hersteller und Kunden, vor allem auch für kleinere Unternehmen.

Einen weiteren Aspekt des Projekts stellt die virtuelle Inbetriebnahme dar. Dabei werden reale Steuerungen von Maschinen und Anlagen mit virtuellen Modellen verbunden. Dadurch können Funktionstests der Steuerungen durchgeführt und die spätere tatsächliche Inbetriebnahme deutlich verkürzt werden. Ein zentrales Element im Projekt bildet das Functional Mockup Interface, ein Standard-Austauschformat für Simulationsmodelle, das durch die Unterstützung des Fraunhofer IEM stetig weiterentwickelt wird und so den Anforderungen zukünftiger Herausforderungen standhalten kann. Ziel des Projekts ist eine unabhängige Plattform für eine herstellerübergreifende Systemsimulation zur Optimierung des kompletten Antriebsstranges (z. B. Wirkungsgrad, Lebensdauer, Performance).



Gefördert durch Mittel der Forschungsvereinigung Antriebstechnik (FVA).



Kontakt

Jan Michael
Gruppenleiter Smart Home
jan.michael@iem.fraunhofer.de

Forschungsbereich Produktentstehung

Advanced Systems Engineering

Wir sind überzeugt, dass die Digitalisierung nicht nur die Produkte von morgen verändert, sondern auch die Art und Weise, wie wir diese entwickeln. Die gemeinsame Klammer unseres Forschungsbereichs ist deshalb der Ansatz des Advanced Systems Engineering. Mit einer fachübergreifenden, technologiegestützten Entwicklung, die den gesamten Innovationsprozess von der strategischen Planung bis hin zum Markterfolg im Blick hat, wollen wir künftigen Herausforderungen immer einen Schritt voraus sein. In diese Klammer gehört auch unserer Lehrstuhl Advanced Systems Engineering, mit dem wir im interdisziplinären Umfeld des Heinz Nixdorf Instituts arbeiten.

Erfolgsrezept für die Innovationen von morgen

Wie müssen wir uns für ein erfolgreiches Advanced Systems Engineering aufstellen? Mit überzeugenden Antworten starten wir ins neue Jahr.

Erstens: Die Entwicklung künftiger Systeme beginnt mit einer vorausschauenden strategischen Produktplanung. Innovative Arbeitsformen und Technologien sind dabei künftig unverzichtbar. Entsprechend stolz haben wir das Buch »Innovationen für die Märkte von morgen« gemeinsam mit Prof. Jürgen Gausemeier veröffentlicht. Was heute erfolgreich ist, kann morgen schon state-of-the-art sein. Wie halten Unternehmen mit diesen rasanten Innovationen Schritt? Wie schaffen sie Freiraum für frischen Wind zwischen Tagesgeschäft und Liefertermin? Wir glauben an den Erfolg innovativer Arbeitsformen wie den Makeathon und an neue Technologien, die wir im EU-Projekt BOOST 4.0 untersuchen. Vermehrt betrachten wir auch, wie Betriebe sich intern für einen optimalen digitalen Transformationsprozess aufstellen können. All diese Aktivitäten treibt die Abteilung Strategische Produkt- und Unternehmensgestaltung unter der Leitung von Dr. Arno Kühn voran.

Zweitens: Die Komplexität künftiger Entwicklungsprojekte

bedarf vor allem Methode: Mit Systems Engineering und dem Systemmodell als Dreh- und Angelpunkt betrachten wir Entwicklung aus verschiedenen Perspektiven und gestalten sie mit digitalen Technologien wie MID oder Augmented Reality kreativ, ganzheitlich und effizient. Bei der Frage, wie Unternehmen Systems Engineering einführen können und welche Methoden, Prozesse und Werkzeuge für sie geeignet sind, unterstützen wir Mittelstand und Konzern. Unsere Erfahrung in der Automobilindustrie setzen wir aktuell in den Forschungsprojekten Secfor-Cars und Ki4AS ein, um sichere und selbstheilende autonome Fahrzeuge zu entwickeln. Im Projekt RessiAR-MID unterstützen wir Betriebe, mit der Technologie MID Retrofit-Lösungen zu entwickeln. Wie ein digitales Kollaborationsnetzwerk aussehen kann, erforschen wir im Projekt DigiKAM. Unsere Engineering-Themen verantworten Dr. Harald Anacker und Dr. Lydia Kaiser in der Abteilung Systems Engineering.

Drittens: Forschung und Innovation sind nur möglich, wenn sie von gut ausgebildeten Menschen in vertrauensvollem Austausch miteinander vorangetrieben werden. Wichtiges Querschnittsthema ist deshalb die Entwicklung zukunftsfähiger Qualifizierungs- und Schulungsprogramme für die Industrie. Dabei verstehen wir die Digitalisierung nicht als rein technisches, sondern ebenso als organisatorisches und soziales Thema. Ebenso wichtig und wertvoll sind Netzwerke wie der Spitzencluster it's OWL oder das Kompetenzzentrum Digital in NRW, in denen wir Erfahrungen mit Industrie und Forschung austauschen und erfolgreiche Kooperationen pflegen.

Einladung ins IdeenTriebwerk

Der Ausbau unserer Labore für Innovation und Forschung steht in den nächsten Monaten im Fokus. Besonders freuen wir uns auf die Eröffnung unseres IdeenTriebwerks, das wir zu einer ostwestfälischen Hochburg für Innovationsthemen entwickeln – ein weiterer »Place to be« beim Besuch in der Paderstadt.

» Mit Advanced Systems Engineering begleiten wir den Innovationsprozess von der Idee bis zum Markterfolg. Immer dabei: Ein vertrauensvolles Netzwerk aus Forschung und Industrie. «

Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu
Direktor Forschungsbereich Produktentstehung



Freuen sich auf neue Labore für vielfältige Forschung: Direktor Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu (links) mit Abteilungsleiterin Dr.-Ing. Lydia Kaiser und Abteilungsleitern Dr.-Ing. Arno Kühn (Mitte) und Dr.-Ing. Harald Anacker.

Corporate Makeathon: Schneller zu neuen Ideen in produzierenden Unternehmen

Ein Blick auf die Zusammensetzung des Begriffs Makeathon («to make» und »Marathon«) zeigt bereits, was sich hinter dem Format verbirgt: In ein- bis zweitägigen Events werden in Teams neue Ideen entwickelt, in Prototypen überführt und potentiellen Nutzern zugänglich gemacht. Mit dem speziell auf produzierende Unternehmen zugeschnittenen Corporate Makeathon bietet das Fraunhofer IEM ein kompaktes Format, um mit der agilen und schlanken Vorgehensweise von Start-Ups das Innovationstempo erheblich zu beschleunigen.

Ausgangspunkt für einen Makeathon ist eine konkrete Innovationsaufgabe. Unter Zeitdruck arbeiten mehrere interdisziplinär besetzte Teams im Wettbewerb zueinander an einer geeigneten Lösung. Wahlweise setzen sich die Teams aus Mitarbeitenden des beteiligten Unternehmens, Auszubildenden, Studierenden oder einer Kombination dieser zusammen. Diese enge Zusammenarbeit fördert das Teambuilding, die Beteiligten erlernen interaktiv den Umgang mit agilen Methoden und über die Einbindung von Studierenden eröffnet sich Unternehmen ein Zugang zu jungen Talenten.

Da die Bedeutung digitaler Geschäftsmodelle ansteigt, wird beim Corporate Makeathon viel Wert auf die Überführung der entwickelten Ideen in erste Prototypen gelegt. So können auch abstrakte Ideen anschaulich dargestellt werden, was die Kommunikation im Unternehmen und zu potentiellen Kunden maßgeblich verbessert. Die Prototypen erlauben es zudem, bereits in frühen Phasen belastbares Kundenfeedback zu erhalten und dieses bei der weiteren Ausgestaltung zu berücksichtigen. Mit dem in 2019 geplanten Start des IdeenTriebwerks steht am Fraunhofer IEM eine modern ausgestattete, kreativitätsfördernde Arbeitsumgebung zur Verfügung, die speziell auf die Anforderungen eines Corporate Makeathons ausgerichtet ist.



Corporate Makeathon im IdeenTriebwerk – Eine moderne Infrastruktur für das kreative Arbeiten.



Kontakt

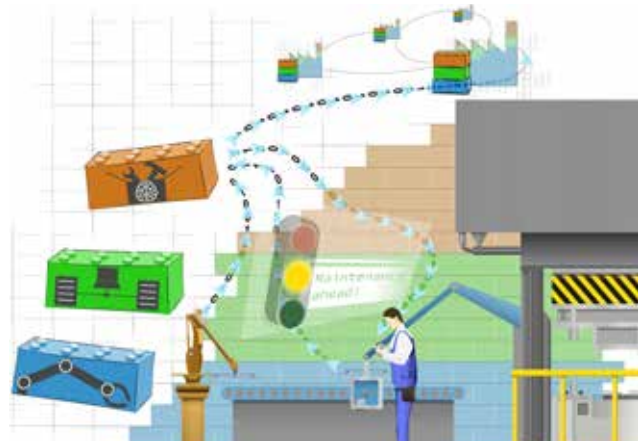
Daniel Röltgen
Gruppenleiter
Innovationsmanagement
daniel.roeltgen@iem.fraunhofer.de

Big Data für die intelligente Instandhaltung

Mit Daten aus der Produktion Betriebsausfälle von Maschinen vorhersehen und sogar vermeiden: Das ist Ziel des Projekts »BOOST 4.0 – Big Data for Factories«, in dem das Fraunhofer IEM und Benteler im Spitzencluster it's OWL eine Pilotfabrik zur industriellen Datenanalyse und -verwertung aufbauen. Denn das Sammeln großer Datenmengen allein führt nicht automatisch zu einer Verbesserung der Wertschöpfung.

Beim international tätigen Automobilzulieferer Benteler werden im Rahmen des Projekts die Maschinendaten einer hydraulischen Presse und einer Materialfördereinrichtung systematisch erfasst, ausgewertet und daraus Muster im Produktionsprozess abgeleitet. Mit datengetriebenen Modellierungsverfahren und maschinellen Lernverfahren lassen sich dann z.B. Maschinenfehler erkennen, lange bevor diese passieren. Basierend auf den bei Benteler gewonnenen Daten entwickelt das Fraunhofer IEM ein Vorgehensmodell für die Einführung einer intelligenten Instandhaltung. Dies erfordert eine ganzheitliche Betrachtung aller Komponenten und Abläufe. Neben der individuellen Weiterentwicklung von Verfahren der Datenanalyse werden Datenquellen wie Sensoren oder Maschinendaten in der Fertigung systematisch analysiert und mit Expertenwissen, also Wissen über die Funktionsweise und das Zusammenspiel von Anlagen, angereichert. Diese Verfahren werden dann in bestehende Fertigungs- und Instandhaltungsprozesse eingebettet, um Mitarbeitende bei der Wartung und Inspektion der Maschinen zu unterstützen und so Betriebsausfälle zu vermeiden.

Das Potenzial der entwickelten Lösung ist groß: Unternehmen können dadurch Störungen vorbeugen, Ausfallzeiten besser vorhersagen und das Produktionsmanagement effizienter gestalten. Für Maschinenhersteller bieten die Daten über ihre Anlagen zudem wertvolle Informationen zur Produktoptimierung.



Pilotfabrik Smart Maintenance: Von Maschinendaten zum intelligenten Instandhaltungsprozess.

Boost 
BIG DATA FOR FACTORIES



European
Commission

Horizon 2020
European Union funding
for Research & Innovation

Kofinanziert durch das Forschungs- und Innovationsprogramm »Horizon 2020« der Europäischen Union unter Fördervertrag Nr. 780732.

BENTELER 
makes it happen

www.benteler.com



Kontakt

Dr.-Ing. Sebastian von Enzberg
Gruppenleiter
Produktionsmanagement
sebastian.von.enzberg@iem.fraunhofer.de

Digitale Transformation in der Nutzfahrzeugindustrie

Schmitz Cargobull ist ein Hersteller von Sattelaufiegern, Aufbauten und Anhängern. Bereits heute sind digitale Technologien wie die Trailer-Telematik ein zentraler Bestandteil der Produkte und ein wesentlicher Erfolgsgarant für die Marktführerschaft des Unternehmens. Doch die Digitalisierung verändert nicht nur Produkte und Geschäftsmodelle, sondern hat ebenso massive Auswirkungen auf alle Wertschöpfungsprozesse des Unternehmens.

Zur erfolgreichen Gestaltung der digitalen Transformation entwickelt Schmitz Cargobull gemeinsam mit dem Fraunhofer IEM eine passgenaue Digitalisierungsstrategie für die gesamte Wertschöpfungskette – von der Produktentwicklung bis zur Rechnungsstellung. Die Grundlage dafür bietet eine umfangreiche Standortbestimmung, die den digitalen Reifegrad aller Unternehmensbereiche ermittelt und Potenziale der Digitalisierung aufzeigt. Darauf aufbauend werden digitale Zielbilder entwickelt. Diese Zielbilder zeigen, wie die einzelnen Funktionsbereiche in Zukunft organisiert sein sollen und welche Leistungen mit Hilfe der Digitalisierung neu angeboten werden können. Aus den digitalen Zielbildern der Funktionsbereiche entsteht schließlich ein unternehmensweites digitales Gesamtbild, das als Leitlinie für die Ausrichtung sämtlicher Digitalisierungsaktivitäten dient. Begleitet wird die Erarbeitung der Digitalisierungsstrategie durch ein umfangreiches Change Management, im Rahmen dessen Mitarbeitende, Betriebsrat, Gewerkschaft und Aufsichtsrat aktiv in Diskussionen rund um das Thema Digitalisierung einbezogen werden.

Im nächsten Schritt erfolgt die Operationalisierung der Digitalisierungsstrategie in Form von konkreten Umsetzungsprojekten. Die Definition und das Roadmapping der Projekte wird gemeinsam mit Experten des Fraunhofer IEM durchgeführt.



Erarbeitung einer Digitalisierungsstrategie mithilfe von LEGO Serious Play.



Kontakt

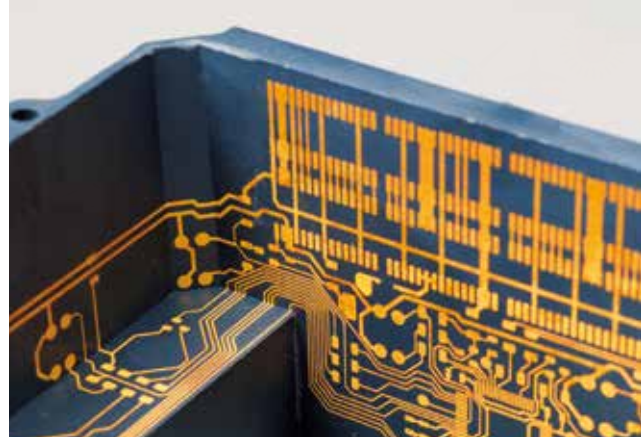
Dr.-Ing. Arno Kühn
Gruppenleiter Unternehmensgestaltung
arno.kuehn@iem.fraunhofer.de

Individuelle Retrofit-Lösungen mit 3D-MID

Die Implementierung neuartiger Industrie 4.0-Technologien ist für kleine und mittelständische Unternehmen häufig schwer zu realisieren. Eine große Herausforderung liegt in der unterschiedlichen »Lebensdauer« von Mechanik und Software: So ist die Mechanik in Maschinen auf viele Jahre und Jahrzehnte ausgelegt, während Software und IT-Systeme schnell veralten. Um eine veraltete Maschine oder Fertigungslinie zu vernetzen und die Prozesse zu digitalisieren, müssen sowohl die Maschinen intelligent als auch deren Informationen und Daten in eine intelligente Software überführt werden, die daraus einen Mehrwert schafft. Auch bestehende Steuerungen müssen nach- beziehungsweise aufgerüstet werden. Diese Modernisierung von Maschinen und Anlagen wird als Retrofit bezeichnet und geht oft mit der Digitalisierung gesamter Informations- und Bussysteme sowie der damit verbundenen Sensoren und Messinstrumente einher.

Im Projekt Ressiari-MID forscht das Fraunhofer IEM an Problemstellungen, Sensorsystemen und Lösungsansätzen, um individuelle Sensorprinzipien und Digitalisierungsarchitekturen für unterschiedliche Anwendungsfälle zu identifizieren. Dabei werden neuartige MID-Prozesstechnologien (Molded Interconnect Devices) eingesetzt, die es ermöglichen, Leiterbahnen auf beliebig geformte Bauteile zu platzieren und die Retrofit-Sensorsysteme in Maschinen und Anlagen zu integrieren. Ein wesentlicher Schwerpunkt des Projekts liegt auf der Fertigung individueller Sensorsysteme in kleinen Losgrößen. Hierfür werden hybride, generative Technologieansätze genutzt.

Das Projekt unterstützt kleine und mittlere Unternehmen dabei, erste Schritte in den Bereichen Design, Fertigung, Test und Inbetriebnahme beim Retrofit von Anlagen mit smarten Sensorsystemen zu tätigen.



Hohe Funktionsdichte auf kleinem Bauraum: Molded Interconnect Devices eröffnen den Weg in die dritte Dimension.

Hochschule Ostwestfalen-Lippe
University of Applied Sciences

KU LEUVEN

sirris
driving industry by technology

Das IGF-Vorhaben 231 EN der Forschungsvereinigung Räumliche Elektronische Baugruppen 3-D MID e.V. wird über die Aif im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.



Kontakt

Dr.-Ing. Christoph Jürgehake
Gruppenleiter Integrierte
mechatronische Systeme
christoph.juergehake@iem.fraunhofer.de

Sichere Entwicklung von vernetzten, autonomen Fahrzeugen

Sensoren wie Kameras, Radar oder Laser verschaffen Fahrzeugen ein sehr genaues Abbild ihrer Umwelt und ebnen so den Weg zum autonomen Fahren. Intelligente Algorithmen verarbeiten diese Daten, treffen Fahrentscheidungen und setzen diese in Anweisungen für das System um. Neue intelligente Funktionen im Fahrzeug sind jedoch nur eine Teillösung zukünftiger Mobilität. Ebenso wichtig sind vernetzte Systeme. Sie sorgen dafür, dass Fahrzeuge nicht nur intelligent agieren und den Fahrer unterstützen, sondern auch von der Kommunikation mit anderen Fahrzeugen und der Infrastruktur profitieren, um sich zum Beispiel untereinander vor Straßenschäden oder Glatteis zu warnen. Das birgt allerdings auch Gefahren: Je vernetzter ein Fahrzeug, desto mehr Angriffspunkte bietet es für Manipulationen von außen oder für Datenmissbrauch.

Während die funktionale Sicherheit – also die Korrektheit und Zuverlässigkeit von Fahrfunktionen – bereits auf einem hohem Niveau ist, muss der Schutz vor Angriffen auf die Bordelektronik verbessert werden. Im Projekt SecForCARs (Security For Connected, Autonomous caRs) werden Methoden, Verfahren und Werkzeuge zur Absicherung sensibler Fahrzeugkommunikation erforscht. Das Fraunhofer IEM erarbeitet im Projekt eine fachdisziplinübergreifende Entwurfsmethodik zur frühzeitigen Anforderungsbestimmung und Absicherung von autonomen vernetzten Fahrzeugen. Die Methodik ist Grundlage für Anforderungs- und Funktionstests sowie für die Entwicklung und Einbettung sicherheitsrelevanter Bauteile. Herausfordernd sind dabei die hohe Vernetzung und Komplexität sowie die fachübergreifende Verzahnung der Systeme. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Berücksichtigung wirksamer Sicherheitsarchitekturen und -mechanismen während der Konzepterstellung.



Das Verbundprojekt aus 14 Partnern wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen der Bekanntmachung »IT-Sicherheit und Autonomes Fahren« unterstützt. Die Projektlaufzeit beträgt drei Jahre (04/2018-03/2021).



Kontakt

Dr.-Ing. Harald Anacker
Gruppenleiter Entwicklungsmethodik
und -management
harald.anacker@iem.fraunhofer.de

Validierung Künstlicher Immunsysteme für Autonome Systeme – KI4AS

Intelligente Technische Systeme besitzen die Fähigkeit, komplexe Aufgaben zu lösen, zu lernen, Entscheidungen zu treffen und ohne Eingriff von Menschen auf unbekannte Situationen zu reagieren. Diese Systeme stellen in Hinblick auf die Verlässlichkeit eine besondere Herausforderung dar. Systeme müssen in der Lage sein, Funktionsstörungen eigenständig auszugleichen und die Fehlerursache zu beheben.

Zur Entwicklung solcher Systeme bedarf es einer interdisziplinären Herangehensweise, die über die klassische Mechanik hinausgeht. Dabei müssen übergreifende Aspekte wie künstliche Intelligenz, maschinelles Lernen sowie biologisch inspirierte Algorithmen betrachtet werden. Das Fraunhofer IEM entwickelt hierzu eine Methodik, die alle Aspekte in Betracht zieht und dabei die interdisziplinäre Zusammenarbeit fördert. Die Entwicklungsmethodik setzt auf digitalen Modellen auf. Dabei wird von der Spezifikationsphase beginnend ein abstraktes Modell der Architektur erarbeitet. Diese stellt sicher, dass alle Beteiligten ein einheitliches Verständnis vom System haben und Schnittstellen abgestimmt vorliegen. Ergänzt wird die Beschreibung durch Verhaltensaspekte, die die Selbstheilungseigenschaften frühzeitig integrieren. Dies geschieht durch eine stetige Überwachung des Gesundheitszustands des autonomen Systems sowie eine Anomaliedetektion. Mithilfe einer Verhaltensklassifikation erfolgt eine eigenständige Ursachendiagnose, die eine anschließende Verhaltensanpassung ermöglicht und somit schlussendlich die Systemverlässlichkeit erhöht.

Das Fraunhofer IEM ist Projektleiter und bearbeitet das Projekt in Kooperation mit dem Software Innovation Campus (SICP) der Universität Paderborn. Als Innovationsmentor begleitet Prof. Dr. Otthein Herzog von der Universität Bremen das Projekt.



Dashboard zur Systemgesundheit eines autonomen Fahrzeugs.



Künstliche Immunsysteme
für Autonome Systeme

Das Forschungsprojekt wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen der Fördermaßnahme »Validierung des technologischen und gesellschaftlichen Innovationspotenzials wissenschaftlicher Forschung – VIP+« unterstützt. Die Projektlaufzeit beträgt drei Jahre (05/2017-04/2020).



Kontakt

Dr.-Ing. Lydia Kaiser
Gruppenleiterin
Digitale Produktentstehung
lydia.kaiser@iem.fraunhofer.de

Digitales Netzwerk für additive Fertigung

Durch additive Fertigung können auch Produkte mit komplexen Bauteilen und vielen technischen Funktionen in kleinen Stückzahlen wirtschaftlich entwickelt und gefertigt werden. Die Erschließung dieser Technologie ist jedoch bislang vorrangig großen Industriekonzernen vorbehalten. Kleinen und mittleren Unternehmen fehlt es häufig an Ressourcen, um das erforderliche Wissen über Einsatzgebiete und Anforderungen an das Produktdesign aufzubauen. Diese Unternehmen sind daher auf die Zusammenarbeit mit Fachexperten angewiesen.

Hier setzt das Projekt DigiKAM (Digitales Kollaborationsnetzwerk zur Erschließung von Additive Manufacturing) an: Durch eine digitale Plattform werden branchenübergreifend Anwender und Dienstleister additiver Fertigung über den gesamten Entstehungsprozess vernetzt. Der Schwerpunkt liegt dabei auf den wissensintensiven frühen Phasen der Produktentstehung, in denen die Wertschöpfungspartner gemeinsam eine Lösung entwickeln.

Das Fraunhofer IEM bringt innovative Technologien wie 3D-Scanning und Augmented Reality in die digitale Kollaborationsplattform ein. So kann z. B. ein Bauteil mittels mobiler 3D-Scanner erfasst und dem Dienstleister schnell eine Vorstellung der Entwicklungsaufgabe gegeben werden. Abstimmungsprozesse können durch Augmented-Reality-basierte Design Reviews verbessert werden. Die realitätsnahe Visualisierung eines Bauteils am späteren Einsatzort und dessen gemeinsame Betrachtung mit dem Dienstleister ermöglichen eine schnelle und aussagekräftige Beurteilung der Konstruktionsdaten. Für den erfolgreichen Einsatz der Kollaborationsplattform definiert das Fraunhofer IEM neue Wertschöpfungsstrukturen sowie Kollaborationsformen und entwickelt unternehmensübergreifende Geschäftsmodelle.



Das Verbundprojekt aus 5 Partnern wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Technologieprogramm »PAiCE – Digitale Technologien für die Wirtschaft« unterstützt. Die Projektlaufzeit beträgt drei Jahre (01/2017-12/2019).



Kontakt

Daniel Eckertz
Gruppenleiter Augmented und
Virtual Reality
daniel.eckertz@iem.fraunhofer.de

Alumni-Verein KOMMIT e.V. – Aktivitäten 2018



In dem gemeinnützigen Verein vernetzen sich seit 1995 ehemalige wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Heinz Nixdorf Instituts (Fachgruppe Prof. Gausemeier) sowie des Fraunhofer IEM (Forschungsbereich Prof. Dumitrescu). Der KOMMIT e.V. fokussiert den Wissenstransfer zwischen Universität und Wirtschaft auf den Gebieten Unternehmensführung und Informationstechnik. Die Initiative bietet einerseits den Ehemaligen die Möglichkeit, im Austausch zu bleiben und unterstützt andererseits Studierende im MINT-Bereich. Das Netzwerk zählt mittlerweile 174 Mitglieder.

Studierendenexkursion

13 Studierende besuchten am 6. Juni das familiengeführte Unternehmen WAGO Kontakttechnik. Beim Weltmarktführer der Federklemmtechnik erhielten die Studierenden Einblicke in die Produktion und informierten sich über Einstiegs- und Karrieremöglichkeiten im Unternehmen.

Career Night OWL

Das Jahreshighlight war ein Karriereevent am 18. Dezember, zu dem der Verein Studierende ins Fraunhofer IEM einlud. Prof. Dumitrescu und Dr. Mareen Vaßholz (WAGO) eröffneten die Abendveranstaltung mit einem Einführungs- und Karrierevortrag. Der Abend ging in eine Firmenkontaktbörse über, bei der sich ca. 40 Studierende mit Fachexperten von 12 regionalen Unternehmen über Karriereperspektiven austauschten.

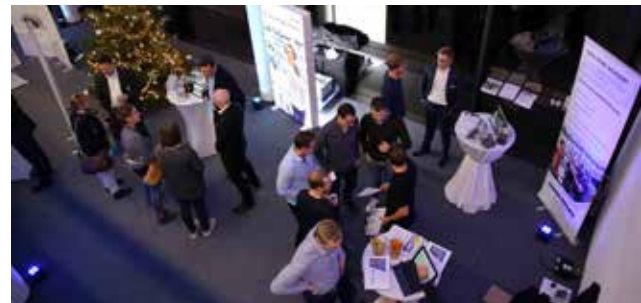
Mitgliederversammlung und Jahresabschlussfeier

Besonderer Höhepunkt war die Jahresabschlussveranstaltung für Mitarbeitende und Ehemalige des Heinz Nixdorf Instituts und Fraunhofer IEM am 20. Dezember. Nachmittags besuchten einige Mitglieder die Sparkasse Paderborn-Detmold und informierten sich über die Themen Digitalisierung und »Sparkasse 4.0«. Im Anschluss fand die Mitgliederversammlung statt.

Studierendenförderung

Die Nachwuchsförderung ist dem KOMMIT ein wichtiges Anliegen. Erneut wurden zwei Stipendien im Namen der Stiftung Studienfonds OWL an Studentinnen des Maschinenbaus und Wirtschaftsingenieurwesens vergeben. Außerdem wurden zwei Studierende für ihre herausragenden studentischen Arbeiten am Heinz Nixdorf Institut und Fraunhofer IEM ausgezeichnet.

www.kommit.de



KOMMIT-Mitglieder und Studierende tauschen sich bei der »Career Night OWL« über Karrieremöglichkeiten aus.



Besuch der Sparkasse Paderborn-Detmold zu den Themen Digitalisierung und »Sparkasse 4.0«.

Forschungsbereich Softwaretechnik und IT-Sicherheit

Software Engineering – aber sicher!

Innovative Funktionen von Intelligenten Technischen Systemen basieren überwiegend auf Software. Dieser Trend nimmt mit fortschreitender Digitalisierung weiter zu. Die Qualität von Produkten und produktbegleitenden IT-unterstützten Dienstleistungen hängt also unmittelbar von der Qualität der Software ab.

Unternehmen stehen vor der Herausforderung, zunehmend komplexe Software effizient und gleichzeitig in hoher Qualität zu entwickeln und zu betreiben. Für Betriebe mit traditionell wenig Erfahrung in der Softwareentwicklung ist die Herausforderung besonders groß. Hinzu kommt die Vernetzung von technischen Systemen und IT-Systemen (z. B. Cloud-Services, Mobile Apps, Backend-Systeme) zum Internet of Things and Services: Ehemals geschlossene Systeme verfügen nun über Schnittstellen nach außen. Dies erfordert Maßnahmen sowohl für ihre funktionale Sicherheit als auch ihren Schutz gegenüber Angriffen – denn: wenn die »Security« unzureichend ist, kann dies schwerwiegende Konsequenzen für die »Safety« haben.

Erfolgreiche Teams mit vielen Projekt-Highlights

Um Unternehmen bei der Bewältigung dieser Herausforderungen optimal zu unterstützen, fokussieren wir seit 2018 verschiedene Themen in drei Gruppen. In der Gruppe Softwarelebenszyklus bündeln wir unsere Expertise rund um Prozesse für den zielgerichteten Entwurf, die sichere Entwicklung sowie den effektiven und sicheren Betrieb softwareintensiver Systeme. Mit der Gruppe Digitale Services & Apps unterstützen wir die zunehmende Einführung von Plattformen, Services und Apps mit speziellen Entwicklungsmethoden und -werkzeugen. In der Gruppe IoT-Systeme entwickeln wir maßgeschneiderte Verfahren und Werkzeuge, die den besonderen Anforderungen vernetzter technischer Systeme Rechnung tragen, wie etwa lange Lebenszyklen und komplizierte Echtzeitbedingungen.

Unsere Abteilung Softwaretechnik und IT-Sicherheit bündelt die Expertise unserer Gruppen, um Unternehmen erfolgreich bei der effizienten und sicheren Gestaltung von Prozessen, Methoden und Werkzeugen entlang des gesamten Softwarelebenszyklus zu unterstützen. Besonders haben wir uns über das TÜV-Zertifikat unseres Partners Phoenix Contact gefreut, mit dem der Automatisierer für seinen mit uns gestalteten Softwareentwicklungsprozess ausgezeichnet wurde. Weitere Schwerpunkte unserer Arbeit bildeten das Requirements Engineering, der Softwareentwurf und die Softwarearchitektur. Auch die Forschung an modellbasierten Methoden, an frühzeitigen Qualitätsanalysen sowie an automatischer Codegenerierung und Codeanalyse konnten wir vorantreiben. Einen Meilenstein hat unser Tool CogniCrypt erreicht, das wir nun als Eclipse-Open-Source-Projekt mit anderen Forscherinnen und Forschern weiterentwickeln können. Kooperationen mit Industrie und Wissenschaft sind für uns eine Selbstverständlichkeit, zum Beispiel in unserer Fachgruppe IT-Sicherheit im Internet of Things.

Unser Paradigma: Safety und Security by Design

Das Paradigma unserer Arbeit wird auch in 2019 weiter Safety und Security by Design sein: Wir fokussieren die Systemsicherheit bereits mit Beginn jeder Softwareentwicklung und über den gesamten Systemlebenszyklus hinweg. Wichtiger Aspekt ist dabei die Integration von Technologien der künstlichen Intelligenz zur Verbesserung und Weiterentwicklung unserer Entwicklungsmethoden und -werkzeuge. Zusätzlich werden maßgeschneiderte didaktische Konzepte in unsere Werkzeuge integriert, um auch Entwicklerinnen und Entwickler mit geringer Security-Vorbildung bestmöglich zu unterstützen.

» *Schwachstellen effektiv vermeiden – dafür benötigen Entwicklerinnen und Entwickler Methoden und Werkzeuge, die optimal auf ihre individuellen Bedürfnisse zugeschnitten sind. Deshalb haben wir in 2018 begonnen, maßgeschneiderte Secure Engineering-Schulungen zu entwickeln. Auch unsere Engineering-Werkzeuge passen wir kontinuierlich an, um die Software-Entwicklung messbar effektiver zu gestalten.* «

Prof. Dr. Eric Bodden
Direktor Forschungsbereich Softwaretechnik und IT-Sicherheit

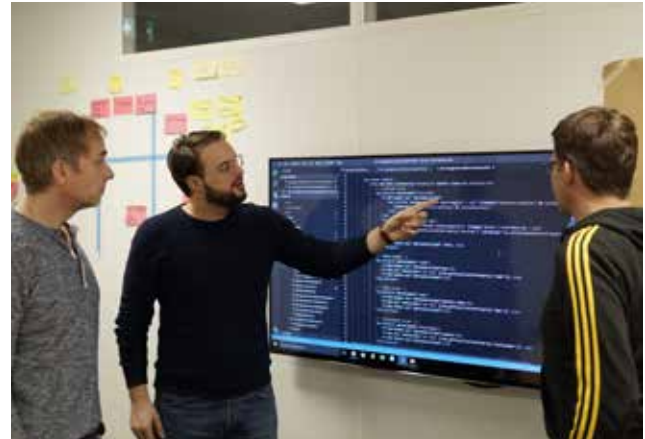


Setzen bei der Softwareentwicklung von Beginn an auf hohe Qualität und Sicherheit: Direktor Prof. Dr. Eric Bodden (links) mit Abteilungsleiter Dr. Matthias Meyer.

Coaching on the Job: Agile Softwareentwicklung für Ingenieure

GEA Germany ist einer der größten Systemanbieter für die nahrungsmittelverarbeitende Industrie. Das Unternehmen konzentriert sich auf Prozesstechnik und Komponenten für anspruchsvolle Produktionsverfahren und fertigt z. B. Separatoren, Dekanter und Industriezentrifugen. Vor der Inbetriebnahme beim Kunden stellt GEA die speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) der Produktionsanlagen für den jeweiligen Prozess vor Ort ein. Dies geschieht bisher überwiegend manuell über eine grafische Oberfläche der Anlagen. Der Vorgang nimmt jedoch viel Zeit in Anspruch und ist zudem fehleranfällig.

Das Fraunhofer IEM begleitete GEA bei der Weiterentwicklung eines prototypischen Administrationswerkzeugs, mit dem die Steuerungen automatisch eingestellt werden können. Zum einen unterstützen Experten bei der Konzipierung, Technologieauswahl und Entwicklung der Software sowie dem Aufbau einer modernen Entwicklungsinfrastruktur mit Continuous Integration, wodurch neue Programmteile sofort getestet und zusammengeführt werden können. Zum anderen wurden den GEA-Mitarbeitenden fortgeschrittene Kenntnisse der Softwaretechnik vermittelt und in der kundenzentrierten, agilen Entwicklungsmethode Scrum ausgebildet. Diese einzigartige Kombination aus inhaltlicher Mitarbeit und bedarfsgerechten Schulungsformaten stellt eine hohe Qualität der zu entwickelnden Software sicher. Zusätzlich sorgt sie für einen nachhaltigen Kompetenzaufbau und befähigt die GEA-Mitarbeitenden für die kontinuierliche Weiterentwicklung und Pflege der eigenen Softwareprodukte. Aus dem Prototyp des Administrationswerkzeugs entstand ein modernes, webbasiertes Tool, welches erfolgreich in unterschiedlichen Bereichen des Unternehmens, z. B. in der Softwareentwicklung, auf dem Prüfstand und sogar von Kunden selbst, eingesetzt wird.



Schulung an realem Quellcode anstelle von konstruierten Beispielen.



Kontakt

Dr. Masud Fazal-Baqaie
Gruppenleiter Softwarelebenszyklus
masud.fazal-baqaie@iem.fraunhofer.de

Sicherere und kürzere Testzeiten in der Geldautomaten-Fertigung

Diebold Nixdorf (DN) gehört zu den weltweit führenden Herstellern von IT-Lösungen für Retailbanken und Handelsunternehmen. Zum Hardware-Produktportfolio zählen Geldautomaten, Kiosksysteme und Computerkassen. Die meisten dieser Produkte sind komplexe mechatronische Systeme, bei denen eine Vielzahl mechanischer, elektronischer oder mechatronischer Komponenten in Verbindung mit Softwarekomponenten eingesetzt werden.

Die Geräte müssen höchsten Ansprüchen genügen. Diebold Nixdorf testet daher jedes gefertigte Produkt einzeln und umfänglich. Bereits seit 2013 arbeitet Diebold Nixdorf kontinuierlich mit dem Fraunhofer IEM an der Verbesserung der systematischen Qualitätssicherung in der Produktion. Unter anderem wurden Leistungskennzahlen, sogenannte Key Performance Indicators (KPI), definiert und das Werkzeug »KPI-Analyzer« entwickelt. Dies überprüft die Qualität der Geldautomaten während Tests in verschiedenen Fertigungsschritten. Hierzu werden KPI automatisiert berechnet und bewertet. Das zusätzliche Werkzeug »SPC-Reporting« nutzt die berechneten KPI zur statistischen Steuerung des Fertigungsprozesses.

Seit 2018 arbeitet Diebold Nixdorf mit dem Fraunhofer IEM daran, die Testdauer zu reduzieren, ohne dabei die Qualitätssicherung einzuschränken. Der Einsatz des KPI-Analyzers wird dazu weiter ausgebaut. Der zuvor prototypisch entwickelte KPI-basierte Ansatz wird für neue Systemfamilien schon während des Systementwurfs eingeplant. Zukünftig wird die Durchführung der Tests durch die Kennzahlen gesteuert. Mitarbeiter werden umgehend auf Fehler hingewiesen und Hinweise zur Fehleranalyse und -behebung angezeigt. Produkttests werden so bedarfsgerechter durchgeführt. Dies reduziert die Testdauer und spart Kosten – bei gleichbleibend hoher Qualität.



Kontakt

Dr. Matthias Becker
Gruppenleiter Digitale Services & Apps
matthias.becker@iem.fraunhofer.de

Cybersicherheit für vernetzte Produkte mit Product Security Incident Response Teams

Produkte des Hausgeräteherstellers Miele werden immer smarter und sind immer häufiger miteinander und dem Internet of Things vernetzt. So können Kunden heute schon per App den Betriebszustand ihrer angeschlossenen Miele-Geräte überprüfen und diese von unterwegs steuern. Um diese Funktionalität bereitzustellen, müssen die Geräte mit einem Netzwerk und im Falle des Fernzugriffs mit dem Internet verbunden sein. Die Öffnung der Geräte gegenüber dem Internet machen sie aber auch zu einem möglichen Ziel für Hacker-Angriffe. Um die Kundendaten und Geräte zu schützen, setzt Miele bei allen vernetzten Geräten auf ein umfassendes Sicherheitskonzept. Die Tatsache, dass Miele-Produkte sehr langlebig und Einsatzzeiten von mehr als 10 Jahren die Regel sind, erhöht dabei die Sicherheitsanforderungen zusätzlich. Denn mit der Zeit verändern sich Technologien und Angreifer finden neue Wege, um heute noch als sicher geltende Schutzmaßnahmen zukünftig zu umgehen.

Aus diesem Grund baut Miele mit Unterstützung des Fraunhofer IEM ein sogenanntes Product Security Incident Response Team (PSIRT) auf. Dieses nimmt sich der immer wichtiger werdenden Aufgabe an, neu entdeckte Sicherheitsschwachstellen zu analysieren und möglichst schnell Abhilfe für möglicherweise betroffene Produkte bereitzustellen. Dabei übernimmt das PSIRT zum einen die passive Aufgabe einer zentralen Anlaufstelle für jeden, der eine Schwachstelle in einem Miele-Produkt findet. Zum Anderen überprüft es aktiv die eigenen Produkte auf neu bekanntgewordene Schwachstellen. Durch den Aufbau des PSIRT schafft Miele klar definierte Prozesse für die Meldung und Behebung von Schwachstellen und stellt sicher, dass auch lange nach Markteinführung Miele-Produkte sicher bleiben.



Die IT-Sicherheit vernetzter Produkte, z. B. im Smart Home, muss auch nach Markteinführung gewährleistet werden.

Miele



Kontakt

Dr. Matthias Meyer
Gruppenleiter IoT-Systeme
matthias.meyer@iem.fraunhofer.de

Karriere am Fraunhofer IEM

Die Menschen sind das Wichtigste am Fraunhofer IEM. Deshalb sind wir stets auf der Suche nach exzellentem Nachwuchs sowohl für die Wissenschaft als auch für wichtige Tätigkeiten in unserer Verwaltung. Erste Adresse dafür ist die Universität Paderborn. Über unsere Lehrveranstaltungen in den Bereichen Ingenieurwissenschaften und Informatik pflegen wir einen direkten Kontakt zu den Studierenden. Unser größter Erfolg ist, wenn wir sie für zukunftsrelevante Themen und für die Arbeit an unserem Institut gleichermaßen begeistern können. Das gelingt, denn viele Studierende entscheiden sich für eine studentische Arbeit oder eine Tätigkeit als studentische Hilfskraft am IEM. Wir machen sie mit unseren Forschungsthemen vertraut und zeigen, wie die Arbeit bei uns aussehen kann. Nicht selten springt der Funke über und aus geschätzten Studierenden werden geschätzte Kolleginnen und Kollegen.

Vernetzung mit dem Nachwuchs der Region

Mit regelmäßigen Karriereevents ermöglichen wir Studierenden, uns näher kennenzulernen. Gerne nehmen wir Einladungen wie z. B. zur studentischen Jobmesse LOOK IN! oder zum Fallstudienwettbewerb TIMES an, der von Studierenden im Bereich Wirtschaftsingenieurwesen an der Universität Paderborn organisiert wird. Wir stellen aber auch eigene Veranstaltungen auf die Beine, wie zum Beispiel Treffen mit dem Alumni-Verein des Bereichs Produktentstehung (KOMMIT e.V.). Hier organisieren wir etwa Unternehmensbesuche oder Karriereabende mit Unternehmen aus der Region, um über Einstiegsmöglichkeiten und den Karriereweg mit Promotion zu informieren. Für 2019 planen wir derzeit ein weiteres Recruitingevent in der Zukunftsmesse.

Interesse schon in der Schulklasse wecken

Neben den Studierenden wollen wir aber auch Schülerinnen und Schüler für unsere Arbeit begeistern und Talente frühzeitig

247 MENSCHEN, DIE GEMEINSAM AN EINEM STRANG ZIEHEN, GIBT'S NICHT.

DOCH.

Am Fraunhofer IEM arbeiten alle Mitarbeitenden und Studierenden Hand in Hand.

auf uns aufmerksam machen. So waren wir Anfang 2018 erstmals beim bundesweiten Girls'Day dabei: Der Berufsorientierungstag ist ein attraktives Format und bietet uns die Möglichkeit, Schülerinnen einen ersten wichtigen Zugang zu Wissenschaft und Forschung zu ermöglichen. Darüber hinaus organisieren wir Praktika, die den nächsten Schritt für junge Schülerinnen und Schüler in Richtung Wissenschaft bilden.

Neben der Region OWL wollen wir aber auch überregional für potenzielle Kandidatinnen und Kandidaten oder Mitarbeitende sichtbar sein. Deshalb nutzen wir das Netzwerk der Fraunhofer-Gesellschaft und beteiligen uns an Karriere-Formaten großer Messen. So organisieren wir etwa Standführungen für Studierende oder Schulklassen.



Kontakt

Hanna Busemann
Personalentwicklung
hanna.busemann@iem.fraunhofer.de

Auszeichnungen, Preise und Promotionen

Christoph Jürgehake gewinnt den MID-Förderpreis für seine Dissertation

Dr.-Ing. Christoph Jürgehake wurde auf dem 13. Internationalen Kongress MID mit dem Förderpreis der Forschungsvereinigung Räumliche Elektronische Baugruppen 3-D MID e.V. ausgezeichnet. Mit dem Förderpreis werden bereits seit 1996 wegweisende wissenschaftliche Arbeiten zur Weiterentwicklung der MID-Technologie ausgezeichnet.

Dr.-Ing. Christoph Jürgehake erhielt den Preis für seine Dissertation »Systematik für eine prototypenbasierte Entwicklung mechatronischer Systeme in der Technologie MID« (2017). Der internationale Kongress findet alle zwei Jahre statt und ist mit über 150 Teilnehmenden aus aller Welt der größte Kongress im Bereich der räumlich-integrierten Elektronik.



Dr.-Ing. Christoph Jürgehake gewann den MID Advancement Award für seine Dissertation.

Masud Fazal-Baqaie ist Sprecher der Fachgruppe Vorgehensmodelle

Die Gesellschaft für Informatik e.V. ist mit rund 20.000 persönlichen und 250 korporativen Mitgliedern die größte und wichtigste Fachgesellschaft für Informatik im deutschsprachigen

Raum. Ihre Fachgruppe Vorgehensmodelle beschäftigt sich mit Methoden für die Planung, die Entwicklung und den Betrieb von IT-gestützten Systemen und organisiert eine jährliche Fachtagung für Wissenschaftler und Praktiker zu diesem Thema mit. Dr. Masud Fazal-Baqaie wurde auf der Fachgruppensitzung im Oktober 2018 von den Mitgliedern zum Sprecher der Fachgruppe gewählt.

Lydia Kaiser und Arno Kühn in Fraunhofer-Karriereprogramme aufgenommen

Die Fraunhofer-Gesellschaft bietet gezielte Personalentwicklungsprogramme, welche PotenzialträgerInnen für Schlüsselpositionen identifizieren und auf diese vorbereiten. Im Vordergrund der Programme steht die Unterstützung der Karriere durch Qualifizierung, Vernetzung und Sichtbarkeit. In 2018 haben sich erneut zwei Führungskräfte im Auswahlprozess durchgesetzt und erhalten eine zweijährige Förderung.

Dr.-Ing. Lydia Kaiser (Abteilungsleiterin Systems Engineering) erhielt die Zusage für »TALENTA excellence« und ist damit eine von nur zehn Teilnehmerinnen. Das Karriereprogramm adressiert exklusiv etablierte Wissenschaftlerinnen, die eine gehobene Führungsposition bei Fraunhofer anstreben oder bereits innehaben. Zielsetzung ist eine individuelle, auf die persönliche Situation zugeschnittene Karriereentwicklung.

Dr.-Ing. Arno Kühn (Abteilungsleiter Strategische Produkt- und Unternehmensgestaltung) zählt zu den 20 Teilnehmenden der ersten »Advanced Management Class«. Diese richtet sich an Führungskräfte und LeistungsträgerInnen im oberen Institutsmanagement. Das Programm setzt an den konkreten Herausforderungen der Teilnehmenden an und ermöglicht ihnen, ihre Führungskompetenzen durch passgenaue Qualifizierungsbausteine zu vertiefen und zu erweitern.



Uwe Pohlmann

Promotionsdatum: 16. Feb. 2018

Thema »A Model-driven Software Construction Approach for Cyber-physical Systems« bei Prof. Tichy. Uwe Pohlmann war von 01/2013-06/2018 Mitarbeiter am Fraunhofer IEM und ist aktuell Product Manager MES bei BENTELER Automobiltechnik.



Marcel Schneider

Promotionsdatum: 23. Nov. 2018

Thema »Spezifikationstechnik zur Beschreibung und Analyse von Wertschöpfungssystemen« bei Prof. Gausemeier und Prof. Dumitrescu. Marcel Schneider war von 11/2015-12/2018 Mitarbeiter am Fraunhofer IEM und ist jetzt bei Phoenix Contact im Bereich Corporate Development & New Business tätig.



Sebastian von Enzberg

Promotionsdatum: 18. Dez. 2018

Thema »Spline-Methoden für die modellbasierte 3D-Oberflächeninspektion« bei Prof. Al-Hamadi. Sebastian von Enzberg ist seit 12/2016 Mitarbeiter am Fraunhofer IEM und leitet hier seit 04/2018 die Gruppe Produktionsmanagement.



Daniel Kruse

Promotionsdatum: 18. Dez. 2018

Thema »Teilautomatisierte Parameteridentifikation für die Validierung von Dynamikmodellen im modellbasierten Entwurf mechatronischer Systeme« bei Prof. Trächtler. Daniel Kruse war von 07/2012-06/2016 Mitarbeiter am Fraunhofer IEM und ist aktuell Teamleiter bei der IAV GmbH.

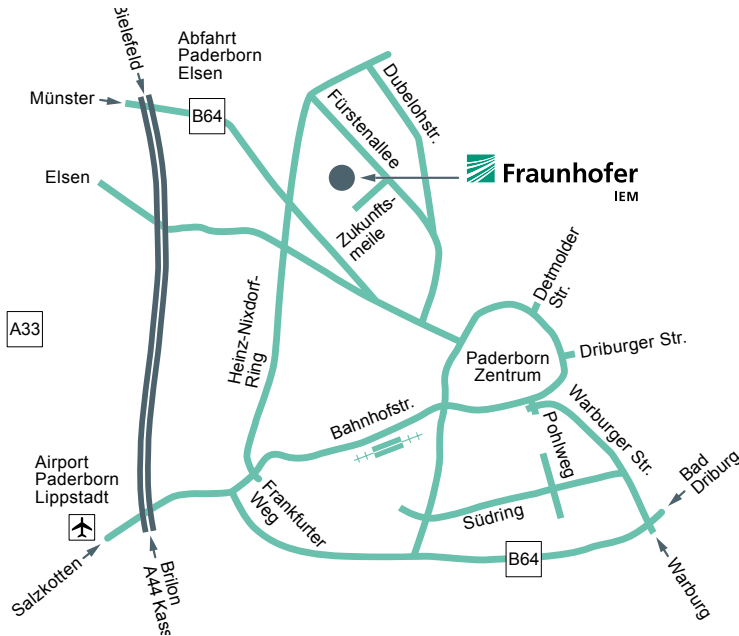


Markus Fockel

Promotionsdatum: 19. Dez. 2018

Thema »Safety Requirements Engineering for Early SIL Tailoring« bei Prof. Bodden. Markus Fockel ist seit 04/2011 Mitarbeiter am Fraunhofer IEM in der Gruppe Softwarelebenszyklus.

Ihr Weg zu uns



Fraunhofer-Institut für
Entwurfstechnik Mechatronik 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.
- Das Fraunhofer IEM liegt auf der linken Seite in der Zukunftsmeile 1.

Impressum

Herausgeber	Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler Prof. Dr. Eric Bodden Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu
Redaktion	Anell Bernard, Kirsten Harting
Gestaltung und Satz	Anell Bernard
Druck	STRAUSDRUCK

Fraunhofer-Institut für
Entwurfstechnik Mechatronik IEM
Zukunftsmeile 1 | 33102 Paderborn
Telefon +49 5465-101
info@iem.fraunhofer.de
www.iem.fraunhofer.de

Bildnachweise

- Audi AG (S. 46)
- BOOST 4.0 – Big Data for Factories (S. 43)
- Claas KGaA mbH (S. 38)
- David Gense / Fraunhofer IEM (S. 10 u. 11, 36, S. 37, S. 47)
- David Gense / Two Pillars GmbH (S. 7 oben, S. 33)
- Diana Jill Mehner / Fraunhofer IEM (S. 4, S. 6 oben links, unten links u. rechts, S. 7 unten, S. 16 links, S. 30 u. 31, S. 35, S. 41, S. 51)
- Diebold Nixdorf (S. 53)
- Digital in NRW (S. 20, S. 26 rechts)
- Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (S. 39)
- Heinz Nixdorf Institut (S. 19)
- it's OWL (S. 6 oben rechts, S. 21, S. 26 Mitte, S. 27 links, S. 29 rechts)
- Kuratorium (S. 15): Alle Bildrechte liegen bei der jeweils abgebildeten Person.
- Matern Architekten BDA (S. 42)
- Miele & Cie. KG (S. 54)
- Promotionen (S. 57): Alle Bildrechte liegen bei den jeweils abgebildeten Personen.
- alle anderen Fotos und Grafiken: Fraunhofer IEM

Alle Rechte vorbehalten. Vervielfältigung und Verbreitung – auch von Auszügen – nur mit Genehmigung der Redaktion.

© Fraunhofer IEM, Paderborn 2019
Auflage: 800
Erscheinungstermin: März 2019

