



**Hochschule  
Augsburg** University of  
Applied Sciences

gP

2018

# FORSCHUNG

gefragte Persönlichkeiten – Hochschule Augsburg



**Wissen ohne  
Grenzen  
Hochschule Augsburg**



**Liebe Leserin, lieber Leser,** die aktuellen Zukunftsfragen sind dringlich. Antworten darauf zu finden und aktiv nach Lösungen zu suchen, zählt zu den Triebfedern der Forscherinnen und Forscher der Hochschule Augsburg. Sie haben die Leitthemen ihrer Fachbereiche fest im Blick und sind mit Kooperationspartnern in unserer Region Bayerisch-Schwaben in engem Kontakt. Das treibt uns an.

Wir machen Forschung – und das wollen wir im gP Forschung 2018 – dem aktuellen Forschungsbericht der Hochschule Augsburg – auch zeigen. Zugleich wollen wir damit sichtbar werden lassen, wie groß das Innovationspotenzial ist, das in den vielfältigen Forschungsprojekten steckt.

In puncto Forschung sind wir breit aufgestellt. Wir forschen im Kleinen und wir forschen an großen Vorhaben. In Bandbreite und Tiefe widmen wir uns den gesellschaftlichen und technologischen Herausforderungen. Je nach Frage- und Problemstellung in kleineren Teams oder zusammen mit Kooperationspartnern.

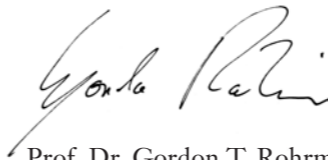
Ziel ist es, unsere Hochschule weiterzuentwickeln und ihre Position in der Forschung zu stärken. Im engen Austausch mit der Region Bayerisch-Schwaben und insbesondere dem Großraum Augsburg zu stehen, um aktuelle Entwicklungen aufzugreifen und neue Perspektiven zu entwickeln ist für uns eine Selbstverständlichkeit. Dabei ermitteln wir die Forschungsbedarfe gemeinsam mit unseren Kooperationspartnern. Zugleich forschen wir im laufenden Wissenschaftsbetrieb an Antworten auf komplexe Fragestellungen unserer Zeit.

Unser Forschungsportfolio gliedert sich in die zwei Forschungsschwerpunkte „Ressourceneffizienz“ sowie „Digitalisierung in Produktion und Dienstleistung“. Die Forschungsprojekte in der vorliegenden Ausgabe bilden daraus das breite Spektrum verschiedener Cluster und Kompetenzfelder ab.

Mein Dank gilt allen Kolleginnen und Kollegen, die mit ihren herausragenden Aktivitäten in Forschung und Lehre zum Erfolg der Hochschule Augsburg und zu der hochaktuellen und bedarfsgerechten Ausbildung unserer Studierenden beitragen.

Ich wünsche Ihnen spannende Einblicke und inspirierende Anregungen mit gP Forschung 2018.

Ihr



Prof. Dr. Gordon T. Rohrmair  
Präsident der Hochschule Augsburg



Prof. Dr.  
Gordon Thomas Rohrmair  
Präsident  
der Hochschule Augsburg



**Liebe Leserin, lieber Leser,** mit Freude und ein wenig Stolz darf ich Ihnen unseren inhaltlich neu konzipierten Forschungsbericht gP Forschung vorstellen.

Wir haben im Forscherkreis noch einmal über Zielsetzung, Zielgruppe und Form eines Forschungsberichts nachgedacht. Das Ergebnis halten Sie in Händen: eine kompakte Darstellung unserer wichtigsten Forschungsaktivitäten, gegliedert nach unseren beiden profilprägenden Forschungsschwerpunkten „Ressourceneffizienz“ und „Digitalisierung in Produktion und Dienstleistung“.

Wir möchten Sie als Leserin und Leser – sei es aus allgemeinem Interesse oder aus der Sicht eines potenziellen Kooperationspartners – für uns interessieren. Gerne würden wir Sie von unserer Leistungsfähigkeit überzeugen. Informieren Sie sich darüber im gP Forschung. Nehmen Sie gerne auch Kontakt mit uns auf und nennen uns Ihr Forschungsanliegen. Wir freuen uns bereits heute darauf!

gP Forschung wird künftig Teil eines Publikationspaars aus gP Forschung und gP Transfer sein. Denn wir haben mit den Mitteln der Förderinitiative „Innovative Hochschule“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und dem Bayerischen Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst nun die große Chance, das Zukunftsfeld Transfer an unserer Hochschule weiter auszugestalten. So erhalten auch die Themen um die Forschung herum die nötige Aufmerksamkeit.

Forschung ist einerseits Leidenschaft, andererseits strategisches Handlungsfeld. Sie erfüllt wichtige Funktionen für Wirtschaft, Gesellschaft und die Hochschule selbst. Sie bringt Innovationen hervor, resultiert in der Anmeldung von Patenten oder in Ausgründungen und unterstützt die Wirtschaft. Sie ermöglicht aber auch, Lehre auf aktuelle Erkenntnisse zu stützen und forschendes Lernen zu ermöglichen.

Im Hochschul-Entwicklungsplan 2015 bis 2020 haben wir uns für die Forschung einiges vorgenommen. Und erreicht: so konnten wir unser Drittmittelvolumen und die Anzahl der MAPR-Studierenden, die als Forschungsmaster Theorie und Praxis im Studium verbinden, sowie die Anzahl der Promovenden steigern. Ebenso konnten wir die Rahmenbedingungen für Forschende verbessern, von individueller zeitlicher Entlastung über die Einrichtung von Forschungsprofessuren. Auch die räumlichen Bedingungen für Forschung haben sich verbessert.

Forschung ist sichtbar, die Informationen umfangreicher und regelmäßiger. Damit wollen wir unsere Wertschätzung gegenüber Forschung und Forschenden zum Ausdruck bringen.

Doch nun: lesen Sie selbst. Ich bin der Meinung, die dargestellten Projekte sprechen für sich!

Ich danke allen Forscherinnen und Forschern für ihr Engagement sowie die angenehme und vertrauensvolle Zusammenarbeit.

Ganz besonders gilt dieser Dank dem Team im Ressort Forschung und Wissenstransfer:  
Prof. Dr.-Ing. Rita Hilliges,  
Gabriele Schwarz,  
Prof. Dr. Georg Erdmann,  
Prof. Dr. Norbert Gerth,  
Prof. Dr. Björn Häckel  
und Prof. Dr. Florian Kerber.

Ihre



Prof. Dr.-Ing. Elisabeth Krön  
Architektin  
Vizepräsidentin für Forschung  
und Wissenstransfer



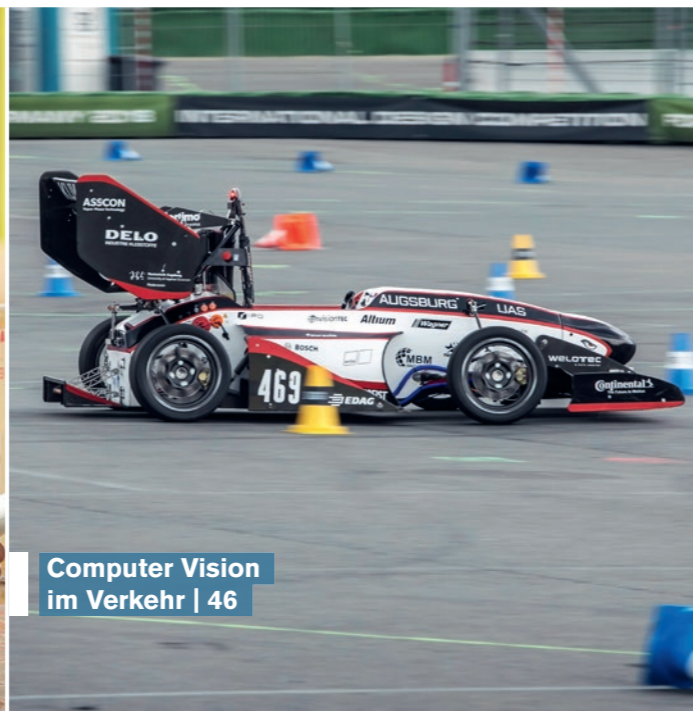
Foto: Matthias Leo

Prof. Dr.-Ing.  
Elisabeth Krön  
Architektin  
Vizepräsidentin  
für Forschung  
und Wissenstransfer





**Motivierte Mitarbeiter leisten im Lager mehr | 34**



**Computer Vision im Verkehr | 46**



**Intelligente autonome Systeme | 56**



**CERAMEC – Innovation mit Ultraschall | 30**

## Vorwort & Editorial

- 4 Prof. Dr. Gordon Thomas Rohrmair
- 6 Prof. Dr.-Ing. Elisabeth Krön

## Erfolge

- 10 **Leidenschaft Forschung – für Wirtschaft, Gesellschaft und die gesamte Hochschule**  
Prof. Dr.-Ing. Elisabeth Krön  
Gabriele Schwarz

## Projekte

- 18 **Ressourceneffizienz**
- 20 **Vereinfachung des EUROCODE 5**  
Prof. Dr.-Ing. François Colling
- 22 **Fassadenintegrierte Bioreaktorsysteme**  
Prof. Dr. Timo Schmidt
- 24 **Stromversorgung der Zukunft**  
Prof. Dr.-Ing. Michael Finkel
- 26 **Das Dilemma des Bürgermeisters**  
Prof. Jens Müller
- 28 **MAI CC4 FastMove**  
Prof. Dr.-Ing. André Baeten
- 30 **CERAMEC – Innovation mit Ultraschall**  
Prof. Dr.-Ing. Ralf Goller
- 32 **Diffusion erneuerbarer Energien**  
Prof. Dr. Jens Horbach
- 34 **Motivierte Mitarbeiter leisten im Lager mehr**  
Prof. Dr. Michael Krupp
- 36 **Erfolgsfaktor Best Agers**  
Prof. Dr. Erika Regnet

## 38 Digitalisierung in Produktion und Dienstleistung

- 40 **Das Projekt SynDiQuAss**  
Prof. Dr. Florian Kerber
- 42 **Assistenzsystem in der Lernfabrik**  
Prof. Dr.-Ing. Claudia Meitinger
- 44 **Radarsensoren für die Autobahn**  
Prof. Dr.-Ing. Carsten Markgraf  
Prof. Dr.-Ing. Reinhard Stolle  
Prof. Dr.-Ing. Gundolf Kiefer
- 46 **Computer Vision im Verkehr**  
Prof. Dr.-Ing. Gundolf Kiefer
- 48 **RiskViz**  
Prof. Dr. Alexander von Bodisco
- 50 **Datenanalyse in der Produktion**  
Prof. Dr. Björn Steven Häckel
- 52 **Interaktionsformen der Zukunft**  
Prof. Dr. Michael Kipp
- 54 **Situationsanalyse im E-Commerce**  
Prof. Dr.-Ing. Christian Märtin
- 56 **Intelligente autonome Systeme**  
Prof. Dr.-Ing. Honorary Doctor of ONPU  
Thorsten Schöler
- 58 **NetDiSC – Gefahrenpotenzialen digitaler Lieferketten entgegenwirken**  
Prof. Dr. Michael Krupp
- 60 **LogiPICs**  
Prof. Dr. Michael Krupp  
Prof. Michael Stoll

## Ausblick

- 62 **Raum für Interdisziplinarität und Kooperation – das neue MRM-Gebäude in Augsburg**
- 63 **Impressum & Kontakt**

# Leidenschaft Forschung – für Wirtschaft, Gesellschaft und die gesamte Hochschule

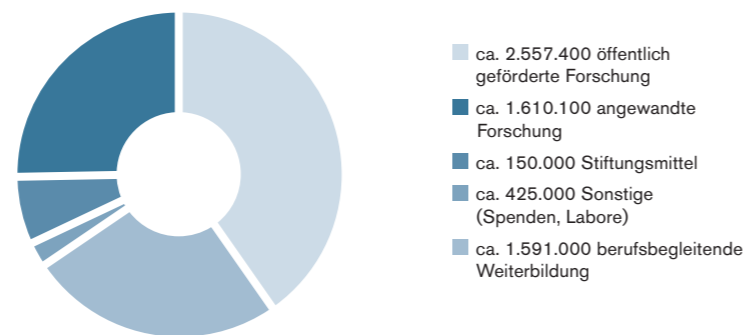
## Unsere Erfolge im Berichtszeitraum

### Forschungsleistung zeigt sich Drittmittelvolumen

Das im Berichtsjahr 2018 eingegangene Drittmittelvolumen von 6.333.545 Euro bedeutet für die Hochschule Augsburg einen neuen erfreulichen Rekord und eine Steigerung gegenüber dem Vorjahr um ca. 18 Prozent.

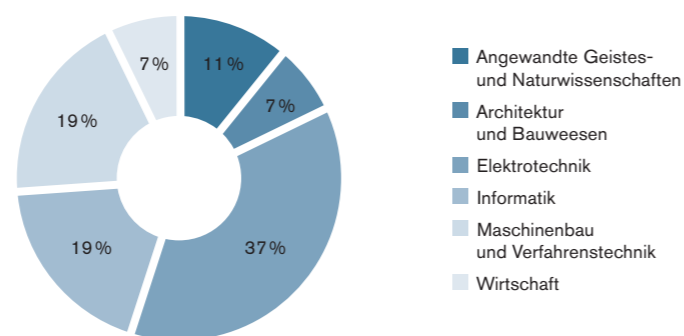
Ein Großteil davon kommt aus öffentlich geförderter Forschung. Angewandte Forschung macht zusammen mit der Anwendung gesicherter Erkenntnisse (Transfer) einen weiteren markanten Baustein aus. Hinzu kommt der Bereich berufsbegleitender Weiterbildung in Form von Bachelor- und Masterstudiengängen sowie Zertifikatsstudiengängen und Zertifikaten. Schließlich freuen wir uns auch sehr über die Unterstützung durch Stifter und Spender sowie die Einnahmen durch den Betrieb unserer Labore (s. Grafik 1).

### DRITTMITTELVOLUMEN 2018



Grafik 1: Vereinnahmtes Drittmittelvolumen 2018. Angaben in Euro. Quelle: Hochschule Augsburg, Stand: Januar 2019

### PROMOVIERENDE NACH FAKULTÄTEN



Grafik 2: Die Promovierenden an der Hochschule Augsburg kommen aus allen Fakultäten. Sie leisten wertvolle Beiträge zu den Forschungsvorhaben. Quelle: HSA

FORSCHUNGSPROFESSUREN	FAKULTÄT
Prof. Dr.-Ing. André Baeten Leichtbau, Faserverbund und Technische Mechanik	Maschinenbau und Verfahrenstechnik
Prof. Dr.-Ing. Stefan Braunreuther Fabrikbetrieb und Produktion	Maschinenbau und Verfahrenstechnik
Prof. Dr.-Ing. Ralf Goller	Maschinenbau und Verfahrenstechnik
Prof. Dr. Björn Steven Häckel Digitale Wertschöpfungsnetze	Informatik
Prof. Dr.-Ing. Rita Hilliges Siedlungswasserwirtschaft und Umwelttechnik	Architektur und Bauwesen
Prof. Dr. Michael Krupp Logistik und Supply Chain Management	Wirtschaft
Prof. Andreas Muxel Physical Human-Machine Interfaces	Gestaltung
Prof. Michael Stoll Informationsdesign	Gestaltung

Tabelle 1

### Zeit für Forschung Forschungsprofessuren

Unsere Forschungsprofessorinnen und -professoren widmen ihre Arbeitskraft je hälftig der Forschung und Lehre und können damit Projekte initiieren, qualifiziert begleiten und ein Team aus Promovenden und Mitarbeitern aufbauen (s. Tabelle 1).

Außerhalb einer Forschungsprofessur stehen für Forschende wie bisher Entlastungsmöglichkeiten über Forschungsfreiemester und Entlastungsstunden zur Verfügung.

### Nachwuchs für Forschung Promotion

Die Zahl der Promovierenden in ganz Deutschland lag nach Angabe des Statistischen Bundesamtes im Wintersemester 2014/15 bei knapp 200.000; 37.000 davon in Bayern [1]. Ein Teil davon arbeitet auch an der Hochschule Augsburg an der Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde (s. Grafik 2).

Dies erfolgt im Rahmen von kooperativen Promotionen oder Verbundpromotionen. Über 20 Promovenden arbeiten und forschen derzeit an der Hochschule Augsburg und haben noch einen weiteren Doktorvater oder eine Doktor Mutter an einer Universität.

Von Vorteil für die Doktoranden an der Hochschule Augsburg ist das enge Betreuungsverhältnis zum betreuenden Professor, das oft intensiver ist als

an großen Lehrstühlen an den Universitäten.

Zur Unterstützung der Promovierenden wird an der Hochschule Augsburg durch das Graduiertenzentrum unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Rita Hilliges neben regelmäßigen Brown Bag Meetings – Treffen meist während der Mittagszeit – auch ein auf Doktoranden zugeschnittenes Weiterbildungsprogramm angeboten.

Um auch den hochschulübergreifenden Austausch zu fördern, hat im Juli 2018 bereits zum dritten Mal ein bayernweites Doktorandenforum erfolgreich stattgefunden.

### BAYWISS-KOLLEG

Die Hochschule Augsburg ist im Bayerischen Wissenschaftsforum (BayWISS) vertreten. Folgende Sprecherinnen bzw. Sprecher arbeiten in fünf von neun Fachforen für Verbundpromotionen mit:

**Ressourceneffizienz und Werkstoffe**  
Prof. Dr.-Ing. Rita Hilliges

**Mobilität und Verkehr**  
Prof. Dr.-Ing. Carsten Markgraf

**Ökonomie**  
Prof. Dr. Jens Horbach

**Sozialer Wandel**  
Prof. Dr. Tanja Kleibl

**Digitalisierung**  
Prof. Dr.-Ing. Dominik Merli

1 Statistisches Bundesamt (2016): Promovierende in Deutschland, Wintersemester 2014/2015, Artikelnummer: 5213104-14900-4 [PDF]

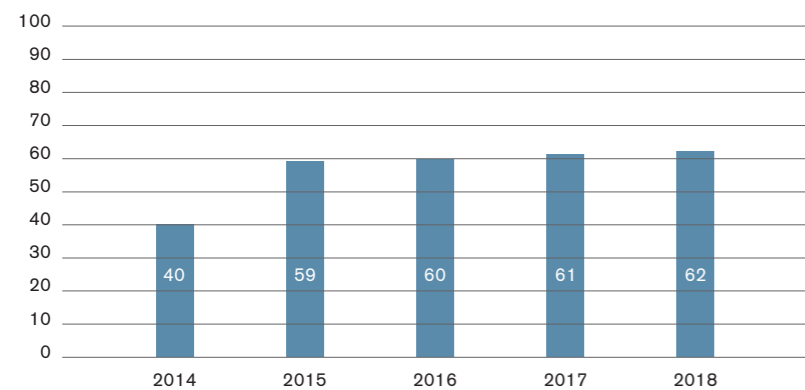


## Master of Applied Research

Für alle Studierenden, die bereits in einem Masterstudium an Forschungs- und Entwicklungsprojekten mitarbeiten wollen, gibt es – unter Leitung von Prof. Dr. Reinhard Stolle – an der Hochschule Augsburg den Master of Applied Research (MAPR). Der Forschungsmaster mit hervorragendem

Anwendungsbezug ist attraktiv für junge Nachwuchswissenschaftler, die Theorie und Praxis im Studium verbinden wollen. An der Hochschule Augsburg engagieren sich gut 60 Studierende in angewandter Forschung und Entwicklung. Für einige der erste Schritt zur darauffolgenden Promotion.

## MASTER OF APPLIED RESEARCH (MAPR)



Anzahl Studierende im Master of Applied Research (MAPR)  
Quelle: HSA

## Forschungsschwerpunkte

Unsere beiden für die Forschungslandkarte der Hochschulrektorenkonferenz gemeldeten profilbildenden Forschungsschwerpunkte sind:

- Ressourceneffizienz
- Digitalisierung in Produktion und Dienstleistung

Sie bilden nicht nur die inhaltliche Gliederung dieses Forschungsberichts, sondern sind auch Gegenstand infografischer Darstellung in den HSA-Forschungslandkarten.

## Forschungslandkarte

Prof. Michael Stoll, Fakultät für Gestaltung, derzeit Inhaber einer Professur, begleitet die Hochschule Augsburg in der Entwicklung von neuen Darstellungsmöglichkeiten von Forschung in Form von Infografiken. Die beiden Roll-Ups mit unseren Forschungslandkarten kamen erstmals zum Einsatz im Rahmen des TBS-Forschungstags am 20. Juni 2018 im Technologiezentrum Augsburg (s. Bild).



## Sichtbarkeit von Forschung

### Institute und Forschungsgruppen

Die Institutionalisierung von Forschung ist eine wichtige Voraussetzung, um die speziellen Kompetenzen und Forschungsbereiche adäquat auch für Dritte zu kommunizieren. Die Hochschule Augsburg setzt dabei auf transparente Qualitätskriterien, damit die vorhandenen Forschungsbereiche ein eindeutiges Profil erhalten und externe Partner klar die Forschungsaktivitäten an der Hochschule differenzieren können.

Um an der Hochschule Augsburg ein neues wissenschaftliches Institut zu gründen, müssen daher anspruchsvolle Kriterien erfüllt sein: gebündelte, fakultätsübergreifende Kompetenzen durch die beteiligten Forschenden, eine kritische Masse an Drittmittel-Projekten und regelmäßige Publikationen sind hier nur beispielhaft zu nennen. Somit kennzeichnen sie Qualität und Quantität der Forschungs- und Transferaktivitäten. Dies soll Auftraggeber und Fördermittelgeber bei ihrer Entscheidungsfindung unterstützen.

Auf der Forschungslandkarte der Hochschule Augsburg: die beiden zentralen Forschungsschwerpunkte „Ressourceneffizienz“ und „Digitalisierung in Produktion und Dienstleistung“. Von links: Prof. Michael Stoll, Fakultät für Gestaltung, Prof. Dr.-Ing. Elisabeth Krön, Vizepräsidentin für Forschung und Wissenstransfer, Gabriele Schwarz, Leiterin des ITW und Niklas Marienhagen.

## INSTITUTE

### HSA\_ibi – Institut für Bau und Immobilie

Das Institut für Bau und Immobilie (HSA\_ibi) ist eine wissenschaftliche Einrichtung der Hochschule Augsburg – angegliedert an die Fakultät für Architektur und Bauwesen. Es initiiert, konzipiert und realisiert weiterbildende Studienangebote im Bereich Bau und Immobilie. Daneben führt es Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Sicherung der wissenschaftlichen Qualität und Praxisnähe in den angebotenen Studienrichtungen durch. Das Institut für Bau und Immobilie richtet sich mit seinen Angeboten an Berufstätige in der Bau- und Immobilienwirtschaft.

### Professuren / Fakultäten

Prof. Dr.-Ing. Elisabeth Krön, A+B\*  
Prof. Dr.-Ing. François Colling, A+B  
Prof. Dipl.-Ing. Wolfgang Huss, A+B  
Prof. Dipl.-Ing. Manfred Schnell, A+B  
Prof. Dr.-Ing. Armin Schwab, A+B

### HSA\_ifh – Institut für Holzbau

Das Institut für Holzbau (HSA\_ifh) mit seiner Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle (PÜZ) ist als einzige Stelle einer (Fach-)Hochschule in Bayern seit 2005 dazu berechtigt, hoheitliche Aufgaben durchzuführen. Dazu zählen z. B. die Prüfung von Baustoffen und Bauteilen, die Durchführung der bauaufsichtlich vorgeschriebenen Überwachung von Holzbaubetrieben und die Vergabe der zugehörigen Übereinstimmungszertifikate (Ü-Zeichen). Seit 2017 ist das HSA\_ifh nach der Europäischen Bauproduktenverordnung akkreditiert und notifiziert. Damit darf das HSA\_ifh seine Tätigkeiten europaweit ausführen, wie z. B. die Vergabe des europäischen Übereinstimmungszeichens (CE-Zeichen).

### Professuren / Fakultäten

Prof. Dr.-Ing. François Colling, A+B  
Dipl.-Ing. (FH) Markus Brand M.Eng., A+B

### HSA\_innos – Institut für innovative Sicherheit

Der Auftrag des Instituts für innovative Sicherheit (HSA\_innos) ist es, IT-Sicherheitstechnologien und Sicherheitsprozesse zu entwickeln sowie IT-Sicherheitsexperten auszubilden, die in Wirtschaft und Gesellschaft gefragt sind und auf aktuelle Anforderungen der Gesellschaft 4.0 reagieren. Es ist an die Fakultäten für Informatik und Elektrotechnik angegliedert.

### Professuren / Fakultäten

Prof. Dr. Dominik Merli, I  
Prof. Dr. Helia Hollmann, E  
Prof. Dr. Gordon Thomas Rohrmair, I  
Prof. Dr. Alexander von Bodisco, I  
Prof. Dr. Rolf Winter, I  
Prof. Dr. Björn Steven Häckel, I

### HSA\_ired – Institut für ressourceneffiziente Datenverarbeitung

Das Institut für ressourceneffiziente Datenverarbeitung (HSA\_ired) entwickelt hochinnovative Lösungen zur schnellen Übertragung, Verarbeitung und Verteilung elektronischer Daten. Dies erfolgt im Rahmen öffentlich und privatwirtschaftlich geförderter Forschungs- und Entwicklungsprojekte in Kooperation mit akademischen Partnern und führenden Unternehmen. Das HSA\_ired bildet seinen Nachwuchs selbst aus innerhalb von Master-of-Applied-Research-Projekten und kooperativen Promotionen mit Partner-Universitäten.

### Professuren / Fakultäten

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Stolle, E  
Prof. Dr. Gundolf Kiefer, I  
Prof. Dr.-Ing. Carsten Markgraf, E  
Prof. Dr.-Ing. Hon. Dr. of ONPU  
Thorsten Schöler, I

## FORSCHUNGSGRUPPEN

### HSA\_aue

Die Forschungsgruppe Automation in Usability Engineering (HSA\_aue) ist spezialisiert auf pattern- und modellbasierte Entwicklungen und automatische Generierungen interaktiver Systeme (graphische Benutzungsoberflächen für Web-, Server-, Desktop- und mobile Software-Applikationen).

### Professuren / Fakultäten

Prof. Dr.-Ing. Christian Martin, I  
Dipl.-Inf. (FH) Jürgen Engel, M.Sc., I  
Dipl.-Wirtsch.-Inf. (FH)  
Christian Herdin, M.Sc., I

### HSA\_ops

Seit 2010 bearbeitet die HSA\_ops – Forschungsgruppe für optimierte Wertschöpfung – Fragestellungen aus der regionalen und überregionalen Wirtschaft. Dabei greifen die Professoren auf ihre Expertise aus langjährigen praktischen Erfahrungen zurück und kombinieren diese mit hochaktuellen Kenntnissen aus der theoretischen Wissenschaft. Im Fokus der Arbeiten stehen Prozessoptimierung, Lean Management, Change Management und Optimierung der IT-Landschaft. Begleitet werden Projekte von der Konzepterstellung bis zur erfolgreich abgeschlossenen Umsetzung.

### Professuren / Fakultäten

Prof. Dr. Michael Krupp, W  
Prof. Dr. Florian Waibel, W  
Prof. Dr. Peter Richard, W

### HSA\_sim

Die HSA\_sim bündelt folgende Kompetenzen im Bereich „Simulation“:

- Fluidmechanische Berechnung & Simulation
- Strukturmechanische Berechnung & Simulation

### Professuren / Fakultäten

Prof. Dr.-Ing. Joachim Voßiek, M+V  
Prof. Dr.-Ing. Andrea Joerdening, M+V  
Prof. Dr.-Ing. Matthias Schlägel, M+V

## TECHNOLOGIETRANSFERZENTRUM

### TTZ Nördlingen

Ziel des Technologietransferzentrums für flexible Automation und kooperative Robotik (TTZ) ist es, Lösungen für die Migration von regionalen Unternehmen im Bereich Industrie 4.0 zu finden: Die Kompetenzen und Tätigkeitsschwerpunkte der Professoren und Mitarbeiter, die Ausstattung und der Standort des TTZ sind darauf ausgerichtet, die überwiegend mittelständisch geprägte regionale Industrie auf die Herausforderungen der Industrie 4.0 vorzubereiten und sie auf diesem Weg in Richtung Produktion 2020 zu unterstützen.

### Professuren / Fakultäten

Prof. Dr.-Ing. Florian Kerber, E  
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Zeller, E  
Dipl.-Ing. Michael Hueber, E

\* Die Buchstaben beziehen sich auf die Fakultäten der Hochschule Augsburg.



# Raum für Forschung

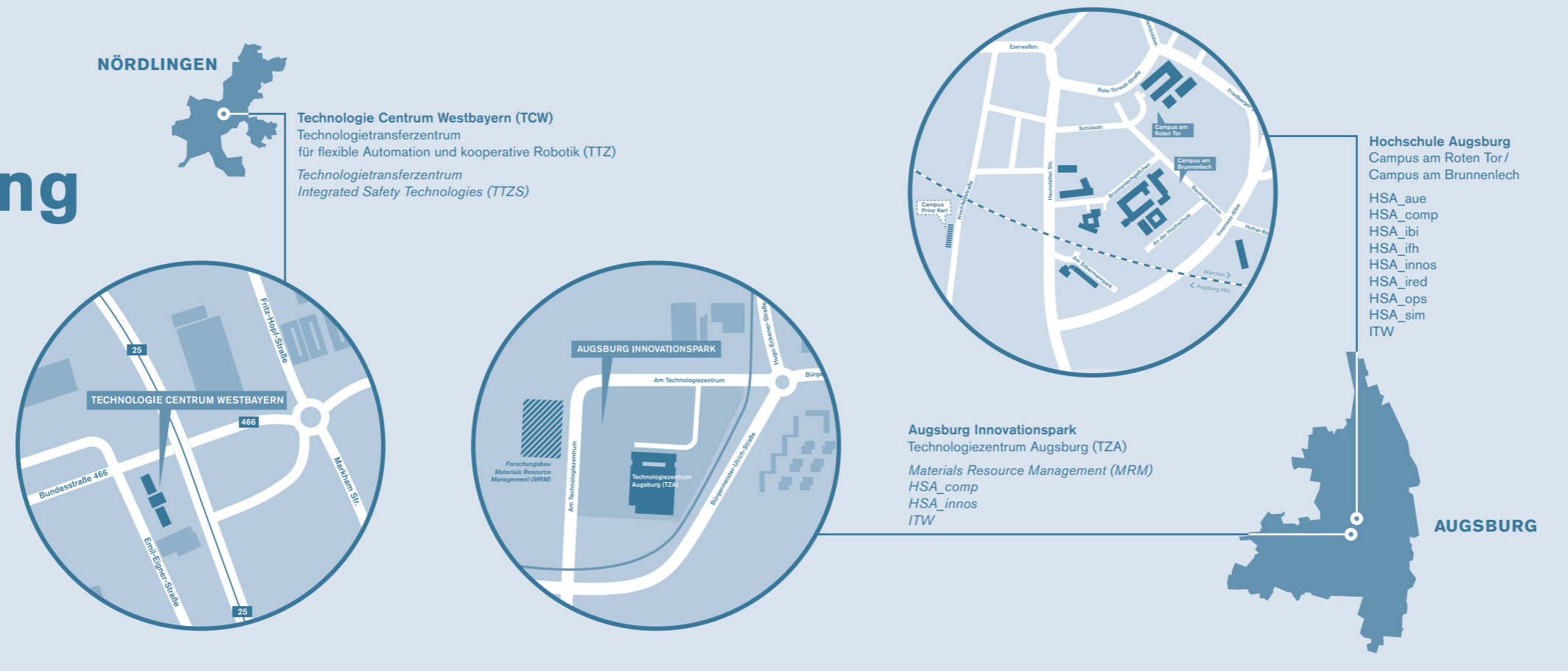


Abbildung: Forschungsstandorte der Hochschule Augsburg

## Raum für Forschung

Die Forschungslabore, Werkstätten und Büros der Forschenden befinden sich sowohl auf den beiden Campus der Hochschule Augsburg, als auch im Stadtsüden im Augsburg Innovationspark und in Nördlingen am TTZ. Somit gelingt der Kontakt zur Lehre, zur Industrie und zu anderen Forschungseinrichtungen hervorragend.

### Technologietransferzentrum in Nördlingen (TTZ)

Das TTZ verfolgt das Ziel, den Forschungs- und Wissenstransfer für kleinere und mittlere Unternehmen in der Region auf- und auszubauen. Die Außenstelle der Hochschule Augsburg am Standort Nördlingen ist in den Räumlichkeiten des TCW (Technologiezentrum Westbayern) angesiedelt und wird von Prof. Dr. Florian Kerber geleitet. Er ist Professor für Mechatronik und Regelungstechnik an der Fakultät für Elektrotechnik und forscht in zahlreichen Projekten mit Unternehmen z. B. zum Thema Industrie 4.0, flexible Automation und kooperative Robotik.

Gemeinsam mit seinem Team und weiteren Professorinnen und Professoren der Hochschule unterstützt er die Unternehmen auf ihrem Weg in Richtung Produktion 2020. In der Robotikhalle steht ein Testfeld für die digital vernetzte Produktion zur Verfügung, das für Industrie- und Förderprojekte genutzt wird, in teils unmittelbarer Nachbarschaft zu den nachfragenden Unternehmen, und somit ganz im Sinne der bayerischen Regionalisierungsstrategie.

### Technologiezentrum Augsburg (TZA)

Die Hochschule Augsburg ist mit der Forschungsgruppe HSA\_comp im TZA aktiv und freut sich, damit im Augsburger Innovationspark schon jetzt präsent zu sein. Prof. Dr. Ralf Goller forscht mit seinen Mitarbeitern dort zum Thema Bearbeitung von Composites.

### Forschungsbau Materials Resource Management (MRM)

Ebenfalls im Augsburger Innovationspark – nämlich im Forschungsbau Materials Resource Management (MRM) – finden unsere Forscherinnen und Forscher schon bald ein hervorragendes Umfeld, um kreativ und fokussiert Forschung zu betreiben. Der Bau entstammt dem vom Freistaat Bayern geförderten „Technologie-Netzwerk Bayerisch-Schwaben für Ressourceneffizienz und Health Care Management“, kurz TBS. Es stellt den Zusammenschluss der drei bayrisch-schwäbischen Hochschulen für angewandte Wissenschaften Augsburg (HSA), Kempten (HKE) und Neu-Ulm (HNU) mit der Universität Augsburg (UA) dar. Das Netzwerk fördert dabei die Zusammenarbeit in den Handlungsfeldern Ressourceneffizienz und Health Care Management. Das MRM-Gebäude wird gemeinsam mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der Universität Augsburg genutzt und schafft hier die Möglichkeit zu weiterer, vertiefter Kooperation. Der Standort in unmittelbarer Nähe zu den Instituten und Einrichtungen von der Fraunhofer

Gesellschaft und des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) ist darüber hinaus ein klarer Vorteil bei der Initiierung gemeinsamer, kooperativer Projekte und erleichtert so den unbürokratischen Austausch über die Einrichtungsgrenzen hinweg.

Die Hochschule Augsburg wird zunächst mit folgenden Einrichtungen im MRM-Forschungsbau vertreten sein:

**HSA\_innos** forscht aktiv zu den Schwerpunkten IT-Sicherheit, Industrie 4.0, Embedded Systems und Kommunikation in Kooperation mit Partnern der Wirtschaftsregion Bayerisch-Schwaben. Für Forschung und Lehre steht außerdem die produktionstechnische Industrieanlage mit dem Schwerpunkt industrielle Sicherheit für den Laborbetrieb zur Verfügung.

**HSA\_comp** – Composite Design & Engineering – legt seine Forschungs-Schwerpunkte auf die Auslegung, Berechnung und die Bearbeitung von composites sowie die Nachhaltigkeit von Carbon-Faserverstärktem Kunststoff (CFK).

**ITW** – das Institut für Technologie- und Wissenstransfer bietet Raum und Services für fakultäts- und hochschulübergreifende Forschungsprojekte im Co-Research-Space.

### Campus Prinz Karl

Der dritte Campus der Hochschule im Prinz-Karl-Viertel in Augsburg ist zwar noch in der Phase des städtebaulichen Wettbewerbs, nichtsdestotrotz sind im Raumprogramm neben den Räumlichkeiten für die Lehre und die Studierenden auch Multifunktionsflächen für die Forschung vorgesehen. Diese werden von den Forschern bereits heiß ersehnt.

## Support für Forschung ITW – Institut für Technologie- und Wissenstransfer

Das Institut für Technologie- und Wissenstransfer (ITW) koordiniert mit einem Team von fünf MitarbeiterInnen als zentrale Kontaktstelle der Hochschule Augsburg die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft – fakultätsübergreifend und interdisziplinär. Damit erhält die anwendungsorientierte und zukunftsgerichtete Forschung an der Hochschule Augsburg noch mehr Gewicht.

Mit Expertise für öffentlich geförderte Forschungs- und Transferprojekte sowie langjähriger Erfahrung im Management von Forschungsprojekten unterstützt das ITW die Anbahnung, Planung und Durchführung von Kooperations- und Transfer-Vorhaben. Die Bandbreite der Kooperationsmöglichkeiten reicht von Abschlussarbeiten, Qualifizierungen und Beratung über Gutachten und Untersuchungen bis hin zu Auftragsforschung und privat/öffentlich finanzierten Forschungs-kooperationen.

### IP-Fonds der HSA: Erfindergeist ist wertvoll

Erfolgversprechende Erfindungen werden seit 2018 ebenso gefördert, wenn keine ausreichende Finanzierung vorhanden ist. Mit dem IP-Fonds – zur Förderung von Intellectual Property/ Geistiges Eigentum – stellt die Hochschule Mittel zur Verfügung, um eine Finanzierungslücke zu schließen, wenn eine aussichtsreiche Idee ansonsten brachliegen würde. Die Bewertung der Idee übernimmt dabei die Bayerische Patentallianz (BayPAT), die als Hochschul-Patentverwertungsagentur (PVA) den Be- und Verwertungsprozess begleitet.

Vom IP-Fonds profitieren übrigens alle Erfinderinnen und Erfinder mit aussichtsreichen Anmeldungen. Bekommt eine Erfindungsmeldung ein positives Votum, wird eine Erfinderprämie ausbezahlt.

THEMA	PROJEKTLEITUNG
Sensorfusion beim vollautomatisierten Fahren	Prof. Dr. Carsten Markgraf, E*
Labor zur Erforschung und Entwicklung von Interaktionsmodellen mit virtuellen Realitäten	Prof. Robert Rose, G
NextCyPhREE	Prof. Dr. Martin Bauer, A+B
Offene digitale Werkzeuge in der Mathematik- und Programmierausbildung	Prof. Dr. Nik Klever, I
Micromat	
Effizienzsteigerung von Microgasturbinen durch Material- und Prozessinnovation	Prof. Dr. Ralf Goller, M+V
Produktionstechnische Industrieanlage mit dem Schwerpunkt industrielle Sicherheit für den Laborbetrieb	Prof. Dr. Helia Hollmann, E

HSA\_Projektbudget 2017–2018

THEMA	PROJEKTLEITUNG
<b>HSA Modellbrauerei</b> Modellbasierte Steuerung einer automatisierten Bierbrauanlage	Prof. Dr. Thomas Frommelt, E
<b>HF Wasser</b> Hochfrequenzsonden zur Weiterentwicklung der Siedlungswasserwirtschaft	Prof. Dr.-Ing. Rita Hilliges, A+B
<b>Diamant 3D</b> Diamantbeschichtete Werkzeuge zum Fräsen von 3D-Bauteilen aus schwerstzerspanbaren Kompositmaterialien	Dr. Hadwig Sternschulte, AGN

HSA\_Projektbudget 2019–2020

\* Die Buchstaben beziehen sich auf die Fakultäten der Hochschule Augsburg.

### HSA\_Projektbudget: Hochschulinterne Projektfinanzierung für Forschung und Lehre

Auf das HSA\_Projektbudget als hochschulinternes Förderinstrument sind wir besonders stolz. Es wird im Zweijahresturnus aus Hochschul- bzw. Fakultätsmitteln auf Basis eines internen Bewerbungsprozesses mit einem fünfköpfigen Gutachtergremium vergeben. Für die Projektlaufzeit von bis zu zwei Jahren stellt die Hochschule den fakultätsübergreifenden Vorhaben eine Fördersumme von maximal 250.000 Euro zur Verfügung.

### Anwendung für Forschung Gründerförderung an der Hochschule Augsburg

Forschung ist kein Selbstzweck. Unser Know-how soll Nutzen stiften innerhalb und ganz besonders auch außerhalb der Hochschule. Unsere Studierenden haben in ihrer Ausbildung an der Hochschule Augsburg die Möglichkeit, an Innovation mitzuwirken und auch eigene Ideen in Projekten zu realisieren. Und manche (Forschungs-) Ideen haben das Potenzial, in einem neu zu gründenden Unternehmen umgesetzt zu werden.

Wir unterstützen bei der Entwicklung von unternehmerischem Denken und Handeln auf dem Weg zur fragten

## DAS TEAM FORSCHUNG UND WISSENSTRANSFER DER HOCHSCHULE AUGSBURG



**PROF. DR.-ING. M. ENG. ELISABETH KRÖN**  
Vizepräsidentin für Forschung und Wissenstransfer



**PROF. DR. NORBERT GERTH**  
Existenzgründung



**PROF. DR. GEORG ERDMANN**  
Existenzgründung



**GABRIELE SCHWARZ**  
Institut für Technologie- und Wissenstransfer



**PROF. DR. BJÖRN STEVEN HÄCKEL**  
Forschung



**PROF. DR.-ING. RITA HILLIGES**  
Graduierenzentrum



**PROF. DR.-ING. REINHARD STOLLE**  
Studiengang Master of Applied Research



**PROF. DR. FLORIAN KERBER**  
Technologietransferzentrum Nördlingen



**PROF. DR.-ING. M. ENG. ELISABETH KRÖN**  
Weiterbildung

Persönlichkeit und auch wenn es darum geht, für die Idee den geeigneten Rahmen oder Mitstreiter zu finden. So entstehen marktfähige Geschäftskonzepte, die wir durch verschiedenste Initiativen und Projekte an der Hochschule Augsburg begleiten. Zu nennen sind hier: Das Referat für Existenzgründung, im geförderten Projekt HSA\_digit, in Kooperation mit dem Digitalen Gründerzentrum Schwaben und ganz besonders die zahlreich engagierten Professorinnen und Professoren im Hause.

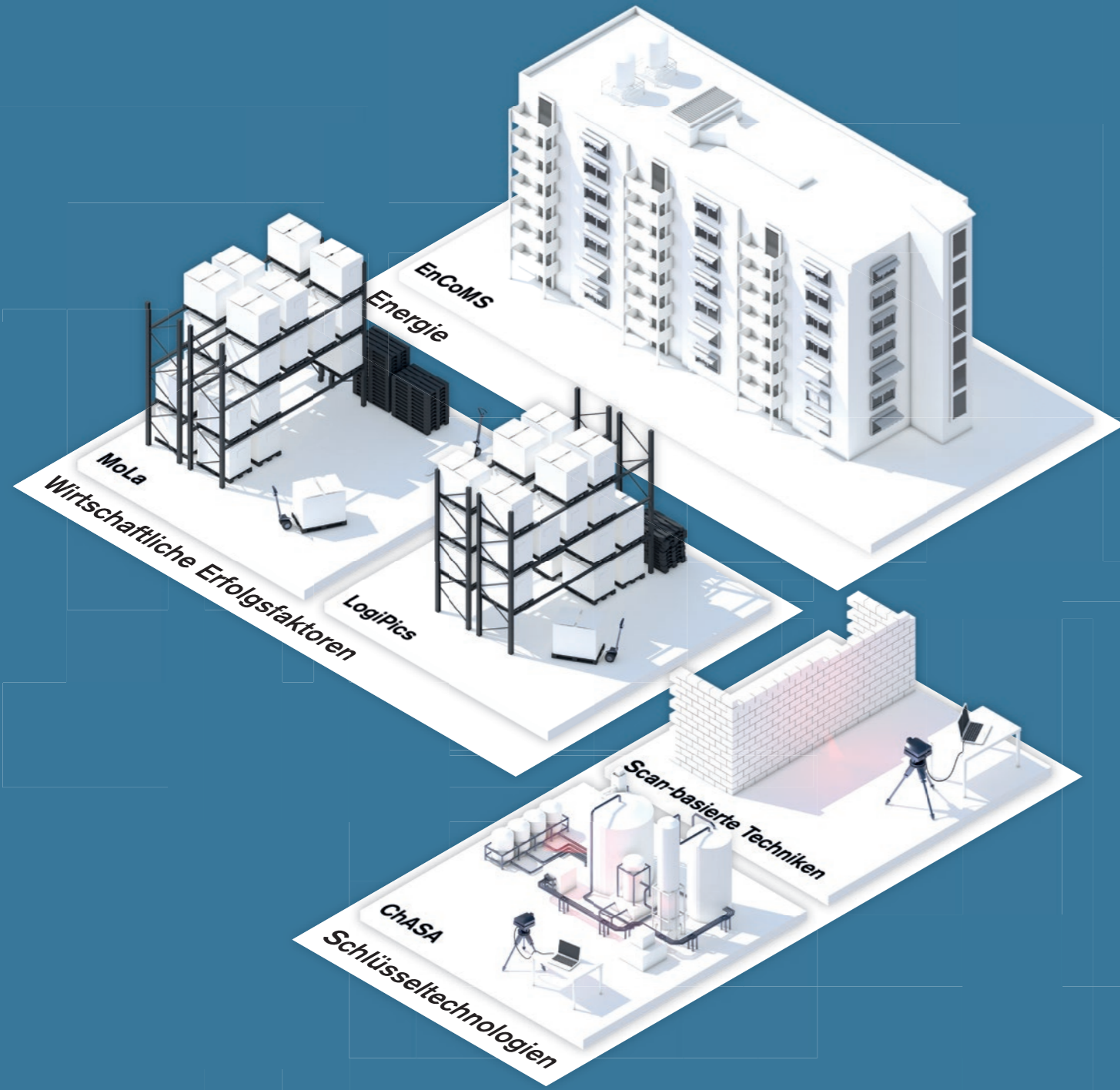
**Perspektiven für Forschung**  
Die umfangreichen Forschungsaktivitäten unserer Hochschule sollen im Bereich der Digitalisierung nochmals erheblich ausgebaut werden. Für den Doppelhaushalt 2019/2020 sind als Teil der gemeinsamen Initiative „Wissens- und Technologietransfer Digitalisierung“ der Hochschulen im Regierungsbezirk Schwaben folgende zwei Vorhaben unserer Hochschule angemeldet:

Das bestehende TTZ in Nördlingen soll zum Technologietransferzentrum „Integrated Safety Technologies“ mit dem Schwerpunkt auf Sicherheitstechnik für flexible Automatisierungssysteme ausgebaut werden. Komplementär hierzu soll

der Fokus des geplanten Technologietransferzentrums „Data Analytics“ am Standort Donauwörth auf der intelligenten Datenanalyse in Produktions- und Logistikprozessen sowie auf der Entwicklung sicherer datenbasierter Dienstleistungen liegen. Die geplanten TTZ in Donauwörth und Nördlingen tragen somit der immer stärkeren Verschmelzung von physischen Prozessen und Informationsflüssen in digitalen Wertschöpfungssystemen Rechnung und sollen die regionale Wirtschaft bei der Transformation zur Industrie 4.0 unterstützen.

Autoren: Prof. Dr.-Ing. M. Eng. Elisabeth Krön, Vizepräsidentin für Forschung und Wissenstransfer und Gabriele Schwarz, Leiterin des Instituts für Technologie- und Wissenstransfer





**Ressourcen-  
effizienz**



# Vereinfachung des EUROCODE 5

## Praxisgerechte Ansätze zur Verbesserung der Holzbau-Bemessungsnorm

> Die Einführung der europäischen Bemessungsnormen im Bauwesen – die sog. EUROCODES – hatte nach Meinung vieler Baupraktiker einen erhöhten Rechenaufwand zur Folge und sorgte zudem teils für Verwirrung. Aus diesem Anlass wurde die Initiative „PraxisRegelBau“ (PRB) gegründet, die sich mit finanzieller Förderung des Bundesprogramms „Zukunft Bau“ für die Vereinfachung und Verbesserung dieser Normen durch die Unterstützung von Forschungsvorhaben einsetzt. In diesem Zuge wurden u. a. am Institut für Holzbau der Hochschule Augsburg (HSA\_ifh) einige Verbesserungsansätze für die Holzbau-Norm EUROCODE 5 erarbeitet.

Für die nachfolgend aufgeführten Themenbereiche der Holzbau-Bemessungsnorm EUROCODE 5 (EC 5) wurden erweiterte und vereinfachte Regelungen ausgearbeitet und vorgeschlagen.

### Querdruckbemessung

Die Bemessung von Holzbauteilen unter Druckbeanspruchung quer zur Faser ist im aktuellen EC 5 nur unzureichend geregelt. Für einige praxisrelevante Situationen fehlen passende Bemessungsvorschriften oder Ansätze. Dies betrifft u. a. das Durchleiten von Kräften, die Berücksichtigung von auflagenahen Einzellasten und deren Abminderung sowie fehlende Beiwerte für weitere Anwendungsgebiete.

Auf europäischer Ebene wurden neue Vorschläge zur Querdruck-Bemessung vorgelegt, die auf Grundlage eines theoretischen, mechanischen Modells hergeleitet wurden. Im Rahmen eines PRB-Projektes wurden diese Bemessungsvorschläge evaluiert. Einige unstimmmige Punkte wurden diskutiert und in einen modifizierten Bemessungsvorschlag eingearbeitet. Dieser berücksichtigt die Zusammenhänge zwischen Spannungen und zugehörigen Verformungen (Steifigkeiten) konsequenter und realistischer als dies bisher der Fall war. Falls auftretende Verformungen keine negativen Auswirkungen auf die Tragfähigkeit oder Lagesicherheit von Bauteilen oder einer Konstruktion haben, werden – je nach Größe der

zulässigen Verformung – sog. Robustheitsnachweise vorgeschlagen. Diese Nachweise berücksichtigen, dass eine Querdruckbeanspruchung meist kein Standsicherheitsproblem darstellt, sondern eher eine Frage der Gebrauchstauglichkeit ist.

### Decken- und Wandtafeln

In Zusammenarbeit mit der TU Braunschweig wurde mithilfe des „Schubfeldträgermodells“ zunächst ein genaueres Nachweisverfahren für Deckentafeln hergeleitet. Auf der Grundlage einfacher mechanischer Zusammenhänge wurden Gleichungen zur Berechnung von Beanspruchungen und Tafeldurchbiegungen hergeleitet, mit deren Hilfe bisherige konstruktive Einschränkungen aufgehoben und der Einsatz vorgefertigter Deckentafeln erleichtert werden.

Darauf aufbauend wurden umfangreiche Parameterstudien durchgeführt, auf deren Grundlage stark vereinfachte Bemessungsvorschläge ausgearbeitet werden konnten. Sogar eine Ausführung von Deckentafeln ohne rechnerischen Nachweis wurde dadurch ermöglicht.

Analog zu den Deckentafeln wurden die grundlegenden mechanischen Zusammenhänge für Wandtafeln aufbereitet und unter Berücksichtigung der Praxisrelevanz in vereinfachte Bemessungs- und Nachweisformate überführt.

Bisher fehlende oder unpräzise Regelungen und Berechnungsannahmen wurden für relevante Anwendungsfälle wie beispielsweise Wandtafelgruppen, kleinere Öffnungen oder auch nicht rechteckige Wandtafeln ergänzt.

### Lastkombinationen

Bei der Bemessung von Holzkonstruktionen ist derzeit eine Vielzahl von Lastkombinationen zu berücksichtigen. Durch den Einfluss der Lasteinwirkungsdauer und der Umgebungsbedingungen kann – anders als bei anderen Baustoffen – eine Lastkombination maßgebend werden, die nicht den größten Wert der Einwirkung liefert.

Für praxisübliche Fälle wurde eine Vereinfachung erarbeitet, die die Anzahl der zu betrachtenden Lastkombinationen deutlich reduziert. Diese Alternative liegt meist auf der sicheren Seite, nur in einzelnen Fällen gibt es Abweichungen zur „unsicheren“ Seite von max. 5 Prozent.

Da der Rechenaufwand im Holzbau durch die hohe Anzahl an Klassen der Lasteinwirkungsdauer und zugehörigen Beiwerten entsteht, wurde auch deren mögliche Reduzierung als zusätzliche Vereinfachung thematisiert. Hierzu wurden von einem Mitarbeiter des HSA\_ifh im Rahmen der COST Action FP1402 in einem dreiwöchigen Forschungsaufenthalt an der NTNU (Norwegen) mit der Unterstützung führender Wissenschaftler die benötigten mathematischen Grundlagen für Vereinfachungsvorschläge erarbeitet.

### Fazit und Ausblick

Die am HSA\_ifh erarbeiteten Ansätze stellen eine deutliche Verbesserung der Praxistauglichkeit der Holzbau-Bemessungsnorm dar und reduzieren den Aufwand erheblich, was letztendlich zu einer wirtschaftlicheren Bemessung von Tragwerken führen kann. Voraussetzung hierfür ist, dass diese Vorschläge in die neue Generation der EUROCODEs aufgenommen werden.

Aktuell werden die ausgearbeiteten Vorschläge in nationalen und europäischen Normungsgremien vorgestellt und diskutiert. Bisher war die Resonanz zu den Vorschlägen überwiegend positiv.

Text: Prof. Dr. F. Colling und M.Sc. Michael Mikoschek <

### LITERATUR

- Colling, F.; Kessel, M.-H.: Vereinfachte Regeln für die Querdruckbemessung. Forschungsbericht PraxisRegelnBau 2017.
- Colling, F.; Kessel, M.-H.; Sieder, M.; P. Janssen: Deckentafeln – Parameterstudien zur Ableitung von vereinfachten Vorschlägen für die Bemessung. Forschungsbericht PraxisRegelnBau 2017.
- Colling, F.; Mikoschek, M.: Vereinfachte Regeln für Lastkombinationen. Forschungsbericht. PraxisRegelnBau 2016.



PROF. DR.-ING.  
FRANÇOIS COLLING  
Projektleitung

Fakultät für Architektur und Bauwesen  
HSA\_ifh  
francois.colling@hs-augsburg.de

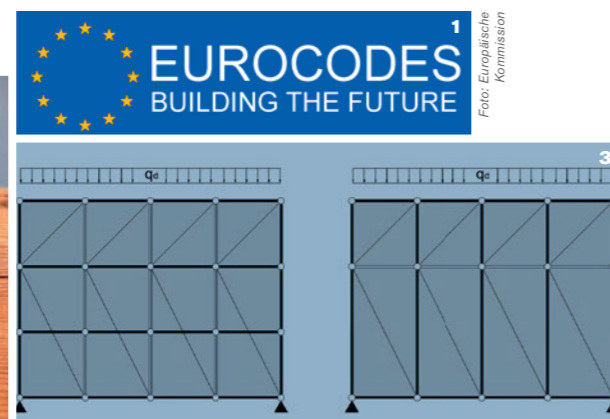
Weitere Beteiligte  
MICHAEL MIKOSCHEK, M.SC.  
Fakultät für Architektur und Bauwesen  
HSA\_ifh  
michael.mikoschek@hs-augsburg.de

Förderung  
Initiative Praxisgerechte Regelwerke  
im Bauwesen e. V., Berlin (gefördert  
durch die Forschungsinitiative  
Zukunft Bau)

COST Action FP1402 “Basis of  
Structural Timber Design” – from  
research to standards (TU München)

Laufzeit  
2015 – 2018

www.initiative-prb.de  
www.costfp1402.tum.de



- EUROCODES – Europäische Bemessungsnormen im Bauwesen.
- Holz unter Querdruckbeanspruchung.
- Den Berechnungen zugrunde gelegte Schubfeldträger.
- Lastkombinationen mit unterschiedlichen Klassen der Einwirkungsdauer.







# Stromversorgung der Zukunft

## Forschung für eine sichere und effiziente Elektrizitätsversorgung

> Das Team um Prof. Dr.-Ing. Michael Finkel forscht an einer sicheren und effizienten Elektrizitätsversorgung, um einen aktiven Beitrag zum Gelingen der Energiewende zu leisten. Die Forschungsschwerpunkte sind Microgrid-Lösungen zur Erhöhung der Versorgungssicherheit sowie die technisch-wirtschaftlich optimierte Integration zukünftiger Erzeugungs- und Lasteinheiten in das Verteilnetz. Dabei werden Inselnetzlösungen, innovative Planungsansätze, neue Betriebsmittel und zukunftsfähige Marktmodelle untersucht. Die methodische Bandbreite reicht von Analysen, Simulationen, Labormessungen, bis hin zu Feldversuchen.

Bild 2 gibt einen Überblick über die angesprochenen Forschungsschwerpunkte. Nachfolgend werden aus diesem Bereich zwei aktuelle Forschungsprojekte näher dargestellt.

### LINDA

Diese Abkürzung steht für das Projekt: Lokale Inselnetzversorgung und beschleunigter Netzwiederaufbau mit dezentralen Erzeugungsanlagen bei großflächigen Stromausfällen.

Im Forschungsprojekt LINDA hat die Hochschule Augsburg gemeinsam mit sieben weiteren Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft ein wegweisendes Notstromkonzept entwickelt, welches erneuerbare Energien zum Aufbau eines stabilen Inselnetzes nutzt. In Feldtests, die in ihrem Umfang in Bayern und Deutschland bisher einzigartig sind, wurde das Konzept erfolgreich umgesetzt. Es lässt sich besonders gut übertragen und kann so einen wichtigen Beitrag zur Krisenvorsorge leisten.

Ein Bericht des Büros für Technikfolgenabschätzung beim deutschen Bundestag (TAB-Bericht) zeigt die gravierenden Folgen eines langandauernden und großflächigen Stromausfalls auf. Unsere moderne Gesellschaft ist an die hohe Versorgungssicherheit gewöhnt und nur unzureichend auf einen langandauernden Stromausfall vorbereitet. Bei solch einem Szenario ist die Notversorgung kritischer Infrastrukturen wie z. B. Krankenhäuser, Trinkwasserversorgung, etc. essentiell. Diese verfügen zwar teilweise über Notstromsysteme, allerdings sind die Ressourcen zeitlich stark begrenzt.

Deshalb wurde im Projekt LINDA ein Konzept entwickelt, welches einen stabilen Inselnetzbetrieb auf Basis von dezentralen Erzeugungsanlagen ermöglicht. Im Rahmen des Forschungsprojekts wurden mitunter folgende Ergebnisse erzielt:

- Beweis der Funktionstüchtigkeit des Systemkonzepts in Simulation und Feldversuchen
- Neue Erkenntnisse hinsichtlich des frequenzabhängigen Verhaltens von Erzeugungs- und Lasteinheiten im Verteilnetz basierend auf realen Messdaten
- Weiterentwicklung dynamischer Simulationsmodelle für die Anforderungen im Inselnetzbetrieb
- Erhöhung der Inselnetzstabilität durch Optimierung der Betriebsanlagen

Das entwickelte Konzept zeichnet sich durch eine gute Integrierbarkeit in das bestehende Netz sowie eine einfache Übertragbarkeit aus.

### Next M-Grid

In diesem Projekt geht es um die zukunftsorientierte Konzeption städtischer Verteilnetze. Durch die Energiewende sind städtische Verteilnetzbetreiber in den nächsten Jahren mit immensen Herausforderungen konfrontiert. Nachfolgend sind neue elektrische Erzeugungs- und Verbraucheranlagen und deren Einfluss aufgeführt:

- Flächendeckende Versorgung mit Ladestationen für Elektromobilität
- Wärmepumpen zur Sektorkopplung von Wärme und Strom
- Dezentrale Erzeugungsanlagen zur Eigenversorgung und Teilnahme am Regelenergiemarkt
- Batteriespeicher zur Erhöhung des Eigenverbrauchs und Lastmanagementanwendungen

Vor allem die bereits bestehenden Verbrauchsstrukturen sind einem Wandel durch die genannten Anwendungen ausgesetzt. Die Kombination von bestehender Verbrauchsanlage mit Lastmanagement, dezentraler Erzeugungsanlage und Speicher ermöglichen einen eigenverbrauchsoptimierten Betrieb.

Der Anreiz dafür ist die Einsparung von Stromkosten. Beim Verteilnetzbetreiber resultiert das in einem stark veränderten Lastgang.

Gleiches gilt für den Zusammenschluss mehrerer steuerbarer Lasten und dezentraler Erzeugungsanlagen zu einem virtuellen Kraftwerk. Damit ist die Teilnahme am Regelenergiemarkt möglich, was die Fahrweise der Anlagen beeinflusst und zu Netzengpässen führen kann. Diese neuen Anforderungen müssen zukünftig bei der Konzeption städtischer Verteilnetze berücksichtigt werden. Die in ländlichen Verteilnetzen eingesetzten innovativen Planungs- und Betriebskonzepte sowie die intelligenten Technologien können im Stadtnetz nur bedingt verwendet werden, da diese primär auf das Niederspannungsnetz abzielen. Im Stadtnetz findet die Energiewende aber primär im Mittelspannungsnetz und auf der Verbraucherseite statt. Das Forschungsprojekt konzentriert sich auf die Ermittlung der Herausforderung aus der Energiewende spezifisch für städtische Verteilnetze. <



**PROF. DR.-ING. MICHAEL FINKEL MBA**  
Projektleitung

Fakultät für Elektrotechnik, Hochspannungstechnik und Energietechnische Anlagen  
michael.finkel@hs-augsburg.de

**Weitere Beteiligte**  
**SIMON KREUTMAYR, M.ENG.**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
simon.kreutmayr@hs-augsburg.de

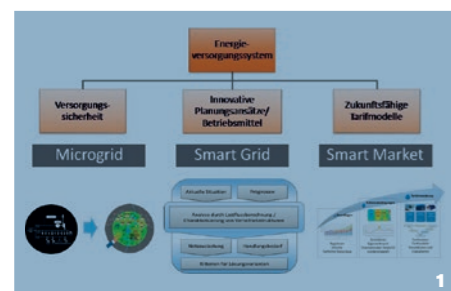
**CHRISTOPH STEINHART, M.ENG.**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
Fakultät für Elektrotechnik  
christoph.steinhardt@hs-augsburg.de

**Partner**  
LINDA:  
LEW Verteilnetz GmbH, Augsburg  
TU München

Next M-Grid:  
SWM Infrastruktur GmbH & Co KG,  
München

**Förderung**  
LINDA: BMWi, Zukunftsfähige  
Stromnetze

[www.hs-augsburg.de/Elektrotechnik/Michael-Finkel/Forschung.html](http://www.hs-augsburg.de/Elektrotechnik/Michael-Finkel/Forschung.html)



1 Die Forschungsgebiete im Detail.  
2 Die Forschungsschwerpunkte im Überblick.



Foto: Simon Kreutmayr



Foto: Simon Kreutmayr



Foto: LEW / Timian Hopf



# Das Dilemma des Bürgermeisters

BMBF-Projekt verbindet Gamedesign mit ökonomischer Spieltheorie

> Die App „Das Dilemma des Bürgermeisters“ erhebt empirische Daten in Bezug auf die Frage, welche ökonomischen Instrumente zur Internalisierung externer Effekte des Energieverbrauchs effizient sind. Mittels Gamedesign wird ein immersives Setting erzeugt und abstrakte Entscheidungen in einen sichtbaren Zusammenhang zur Idee des guten Lebens gesetzt. Die App wurde im Rahmen des BMBF-Forschungsprojektes „Synergien“ in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Clausthal, der Helmut-Schmidt-Universität Hamburg und der Hochschule Augsburg realisiert.

## Ausgangslage, Methodik und Benefits

Die komplexe ökonomische und soziokulturelle Dynamik von Transformationsprozessen wie der Energiewende kann mit empirischen Methoden wie der Spieltheorie untersucht oder komplementär durch narrative Formate dargestellt werden. Beide Methoden sind in unserer spielerischen App miteinander verknüpft. Die komplementäre Kombination dieser Perspektiven schafft ein hohes Innovationspotenzial in Bezug auf die Datenerhebung und das Bewusstsein für konkrete Probleme und Lösungen. Dies ermöglicht den Zugriff auf die folgenden innovativen Anwendungen:

- Die anschauliche Visualisierung ermöglicht ein immersives Erleben der Entscheidungsumgebung, ohne die notwendige Kontrolle über die experimentelle Treatmentstruktur aufzugeben.

- Bisher unzugängliche Zielgruppen (Internet-Community, Gamer) können angesprochen werden, während in vorherigen Experimenten (Menges und Traub, Beyer et al. 2018) Probanden zur persönlichen Teilnahme motiviert werden mussten. Durch die Nutzung der vorhandenen digitalen Infrastruktur für den Download von Computerprogrammen (z. B. Apple AppStore, Google Playstore, Steam) können Transaktionskosten, Schwellenängste und lokale Besonderheiten vermieden werden.
- Unser Ansatz eröffnet neue Möglichkeiten der Datenverfügbarkeit. Das Verhalten von Spielergruppen kann als Datenbank für vergleichende Studien verwendet werden. Die gewonnenen Erkenntnisse können durch den modularen Aufbau des Spieldesigns als alternative Entscheidungssituationen umgesetzt werden.

Mit diesen Möglichkeiten kann ein innovativer Beitrag zur Akzeptanzforschung für nachhaltige Entwicklungen geleistet werden.

## Die Rolle des Gamedesigns

Computerspiele sind inzwischen ein beliebtes und verbreitetes Medienformat. Spiele-Elemente schaffen daher nicht nur eine vertraute Atmosphäre, sie können außerdem Engagement und intrinsische Motivation fördern (Rist und Müller, 2015). Es war für uns daher entscheidend, Spielprinzipien wie direktes Feedback, beherrschbare Herausforderungen und eine immersive Umgebung zu implementieren.

## Design und Gameplay

Die App folgt den Schritten eines Testlaufs in einem Computerlabor. Zum Spielbeginn übernehmen die Probanden die Rolle von Bürgermeistern. Sie entscheiden sich für eine von sechs Stadtlandschaften, die auf verschiedenen Arten der Energieerzeugung basieren. Durch einen modularen Aufbau sind diese Welten konfigurierbar. Die Konnotationen sind variabel und Gegenstand unserer Bewertung.

Jeweils drei Spieler teilen sich ein fiktives Budget, das sie ohne Kenntnis der Entscheidungen ihrer beiden Mitspieler in ihre Stadt investieren können. Die Folgen kooperativer und nicht kooperativer Entscheidungen werden als Bevölkerungswachstum und Lebensqualität visualisiert. Abhängig von den Aktionen des Spielers verändert sich die Stadt zu einem mehr oder weniger lebenswerten Ort.

Nach der zehnten Runde erfolgt auf der Grundlage eine Auszahlung in bar in einem zuvor bekannt gegebenen Wechselkurs (Eurocent pro Einwohner). Die Auszahlung hängt von den einzelnen Investitionsentscheidungen ab, aber auch von den Investitionen der anderen Mitglieder der Gruppe (Spill-over-Effekte). Die Auszahlung ist der Anreiz für die Spieler, Entscheidungen ernst zu nehmen und sich auf die Behandlungen zu konzentrieren.

## Technische Umsetzung

In einem solchen Entscheidungsumfeld prognostiziert die Verhaltenshypothese, dass die Spieler die Auswirkungen ihrer Investitionen nur für den eigenen Gewinn berücksichtigen werden, während es aus sozialer Sicht besser wäre, die positiven Effekte für die Teammitglieder zu berücksichtigen und damit einen entsprechend höheren Betrag zu investieren. Das Entscheidungsverhalten kann anhand der vom System generierten Protokolldatei in der zugehörigen Datenbank untersucht werden. Die mit SQL realisierte Datenbank erfasst die Login- und persönlichen Konfigurationsdaten, die Entscheidungen der Spieler für jede Runde und die Einträge im Fragebogenformular.

## Fazit und Ausblick

Die Herausforderung bestand darin, Gameplay-Elemente für den Entscheidungsprozess nutzbar zu machen, ohne die Nutzer davon abzuhalten, sich auf das sogenannte Nash-Gleichgewicht zu konzentrieren. Die Verfügbarkeit und Transparenz von Spielerinformationen über die relevanten Merkmale der Ablauffunktion ist aus spielerischer Sicht ein wesentliches Element, das auch im Spieldesign sichtbar sein muss. Obwohl die endgültige Anwendung für den Einsatz in einem Testlabor optimiert wurde, wurde bei der Implementierung bereits die mögliche Erweiterung für eine mobile Version berücksichtigt. <

Gameplay-Elemente werden in der App „Das Dilemma des Bürgermeisters“ für die Visualisierung von Entscheidungsprozessen genutzt - Die Spieler investieren als Bürgermeister in einer von sechs Stadtlandschaften, die sich durch die Art ihrer Energieerzeugung unterscheiden. Der Erfolg ihrer kooperativen bzw. nicht kooperativen Entscheidungen wird als Bevölkerungswachstum und Lebensqualität visualisiert. Abhängig von den Aktionen der Spieler verändert sich die Stadt zu einem mehr oder weniger lebenswerten Ort.



PROF. JENS MÜLLER  
Projektleitung

Fakultät für Gestaltung  
jmueller@hs-augsburg.de

Weitere Beteiligte  
FARUQ SURIAGANDA  
Spielentwickler

Partner  
Prof. Dr. Traub,  
HSU Hamburg

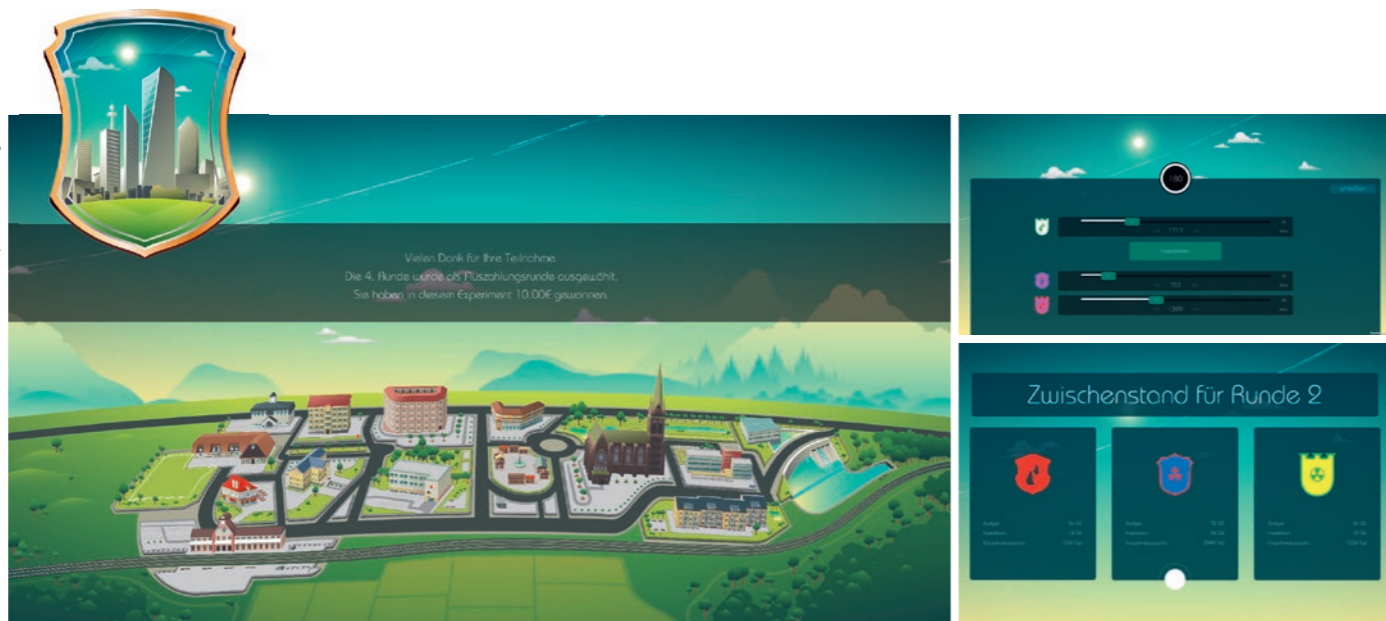
Roland Menges,  
TU Clausthal-Zellerfeld

Förderung  
BMBF

[www.hs-augsburg.de/ecochampion](http://www.hs-augsburg.de/ecochampion)

## LITERATUR

- Hipp, C, Kaelber, C. and Müller, J. (ed. 2017) Medien für eine erneuerbare Energieversorgung, e-transform issue 3, University of Applied Sciences Augsburg and Brandenburg Technical University in Cottbus, Augsburg and Cottbus.
- Menges, R.; Traub, S. (2009) Who Should Pay the Bill for Promoting Green Electricity? An Experimental Study on Consumer Preferences, International Journal of Environment and Pollution 39, pp. 44-60.
- Müller, J.; Kreuz, S.; Höhl, W.; Lüdecke, V. (2017) A process full of challenges: A serious game about the German energy transition. Proceedings of the 11th European Conference on Game Based Learning, Graz 2017.





# MAI CC4 FastMove

## Carbon-Hochgeschwindigkeits-5-Achssystem für Bearbeitungsaufgaben der Zukunft

> Im Rahmen des Forschungsprojektes MAI CC4 FastMove werden der Querbalken und der Z-Schlitten einer 5-Achs-Bearbeitungsmaschine in Gantry-Bauweise (Bild 1) aus carbonfaserverstärktem Kunststoff (CFK) hergestellt und getestet. Außerdem soll eine Zustandsüberwachung der Bauteile und des Bearbeitungsprozesses während des Betriebs durchgeführt werden. Durch die geringere Masse der CFK-Komponenten im Vergleich zu Metallbauteilen sind höhere Beschleunigungen der einzelnen Achsen möglich. Dadurch kann die Bearbeitungszeit von Bauteilen bei gleicher Genauigkeit deutlich gesteigert werden.

### Motivation und Forschungsziele

Durch höhere Beschleunigungen und größere Geschwindigkeiten im Eilgang kann die Zeit bei langen Fahrwegen (z. B. Werkzeugwechsel), besonders bei großen Werkzeugmaschinen, deutlich verkürzt werden. Dabei hat die maximale Geschwindigkeit und die Beschleunigung der Achsen einen großen Einfluss (Bild 2). Außerdem wirkt sich die hohe Maschinendynamik positiv auf Schlichtprozesse aus, welche mit hohen Vorschüben erfolgen. Durch höhere Beschleunigungen kann die Sollposition schneller erreicht werden und somit sind auch größere Vorschubgeschwindigkeiten bei vielen Richtungswechseln möglich. Dies gilt vor allem für das HSC-Fräsen (High Speed Cutting).

Durch die hervorragenden gewichtsspezifischen mechanischen Eigenschaften im Vergleich zu Metallen ist CFK besonders für die Konstruktion leichter und zugleich steifer Strukturen geeignet. Da das Eigengewicht der Bauteile bei Beschleunigung einen großen Einfluss auf die Verformung am Werkzeug der Werkzeugmaschine hat, können mit leichten, steifen CFK-Strukturen die Achsbeschleunigungen der Werkzeugmaschine, bei gleicher Genauigkeit, deutlich erhöht werden und die Produktivität der Maschine wird somit gesteigert. Die Strukturbauteile Querräger und Z-Schlitten haben dabei das größte Masseinsparungspotential.

Die Hochschule Augsburg ist bei dem Forschungsprojekt mitverantwortlich für die Konstruktion und Auslegung des CFK-Querbalkens und des CFK-Z-Schlittens. Außerdem werden Reparaturkonzepte für die CFK-Komponenten im Falle eines Crashes entwickelt.

### Anforderungen an die Komponenten

Die Anbindungen an die Maschine (z. B. Führungsschienen, Zahnstange) sollen erhalten bleiben, um eine Umrüstung von vorhandenen Maschinen zu ermöglichen. Die Anforderungen an Maß-, Form-, Lageabweichungen und Rauheit am Werkstück müssen erfüllt werden (Bild 3). Deshalb erfolgt die Auslegung der Werkzeugmaschinen überwiegend auf die absolute Steifigkeit und nicht wie bei Automobil oder Luftfahrtanwendungen auf Festigkeit [vgl. 2, S. 143]. Deshalb sollte eine hohe statische Steifigkeit vorliegen, um Verformungen aufgrund von Schnittkräften möglichst gering zu halten. Außerdem sollte eine hohe dynamische Steifigkeit und eine hohe Dämpfung vorhanden sein, um ein Aufschwingen der Maschine durch

Fremdanregung zu verhindern und den Zerspanprozess stabil zu halten. Durch die unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten bei Führungsschienen (Stahl) und den Grundkörpern (CFK) kann es zu ungewollten Deformationen kommen. Diese Deformationen müssen möglichst klein gehalten werden, um einen Betrieb der Maschine bei schwankenden Umgebungstemperaturen zu ermöglichen. Außerdem ist eine Resistenz gegenüber Reinigungs- und Betriebsmitteln erforderlich.

### Konstruktion und Berechnung

Für die Konstruktion wurden verschiedene Bauweisenkonzepte entwickelt und bewertet. Dabei wurde ein Konzept in Plattenbauweise ausgewählt. Dadurch entstehen keine Kosten durch ein Formwerkzeug und nachträgliche konstruktive Änderungen. Ebenso ist die Skalierbarkeit relativ einfach durchzuführen. Um die Verformung der aktuellen Maschine zu bestimmen, wurde eine FEM-Analyse mit verschiedenen Lastfällen durchgeführt. Diese Anforderungen müssen mit den CFK-Komponenten unter einer höheren Beschleunigung erfüllt werden. Für eine erste Abschätzung der Verformung wurde eine Berechnung eines Balkenmodells mit der Finiten Differenzen Methode durchgeführt. Dazu wurden Ersatzsteifigkeiten für den Balken auf Grundlage der klassischen Laminattheorie berechnet. Mit diesem Lagenaufbau erfolgt die Berechnung und Anpassung mittels eines FEM-Programms.

### Fazit und Ausblick

Nach dem derzeitigen Forschungsstand ist eine höhere Maschinendynamik durch Substitution von Stahlkomponenten eines 5-Achs-Bearbeitungszentrums möglich. Dadurch kann die Produktivität der Maschine gesteigert werden. Nach der Auslegung und Fertigung wird die Maschine an einem Demonstratorbauteil getestet, um die höhere Produktivität nachzuweisen. Bei erfolgreichen Tests kann das Konzept

auch auf andere Bereiche des Maschinenbaus (z. B. Logistiksysteme, Verpackungsmaschinen) übertragen werden. Dies ist aufgrund der leicht adaptierbaren Plattenbauweise relativ einfach möglich. <



PROF. DR.-ING. ANDRÉ BAETEN  
Projektleitung

Fakultät für Maschinenbau  
und Verfahrenstechnik  
HSA\_comp  
andre.baeten@hs-augsburg.de

Weitere Beteiligte  
M. SC. MATTHIAS KORNMANN  
Fakultät für Maschinenbau  
und Verfahrenstechnik  
HSA\_comp  
matthias.kornmann@hs-augsburg.de

Partner  
Hufschmied Zerspanungssysteme  
GmbH, Bobingen

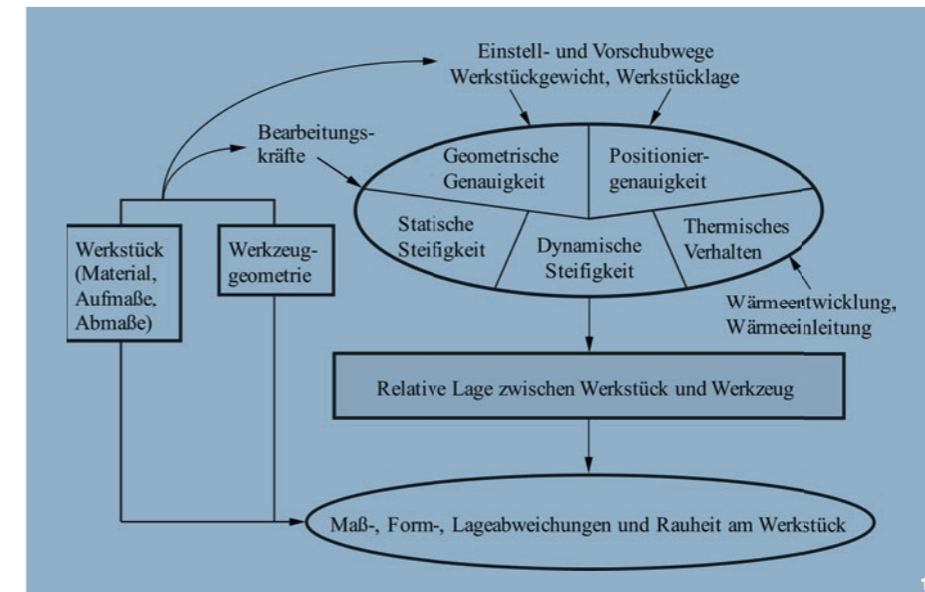
Förderung  
Campus Carbon 4.0  
StMWi

Laufzeit  
2018 – 2021

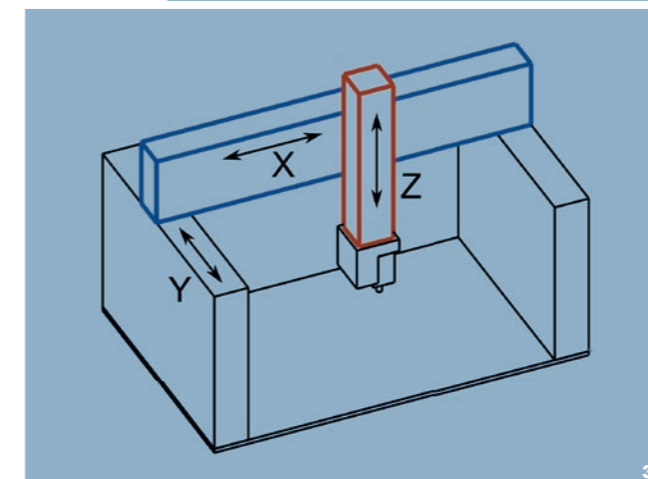
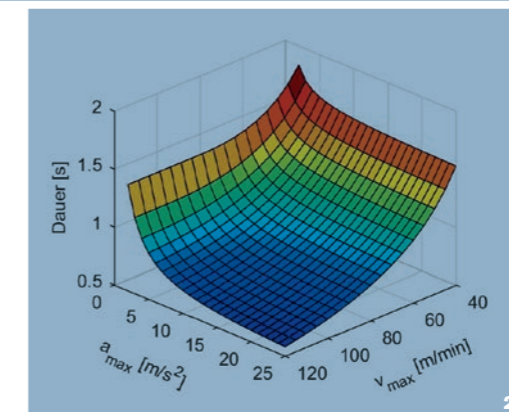
[www.carbon-composites.eu/de/projekte/mai-carbon-fe-projekte/produktionssysteme/mai-cc4-fastmove/?division=3472](http://www.carbon-composites.eu/de/projekte/mai-carbon-fe-projekte/produktionssysteme/mai-cc4-fastmove/?division=3472)

### LITERATUR

- Hirsch, A: Werkzeugmaschinen. Anforderungen, Auslegung, Ausführungsbeispiele. 3. überarbeitete und aktualisierte Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2016.
- Haugk, B: Beitrag zur Bewertung des Einsatzes von Faser-Verbund-Kunststoffen im Werkzeugmaschinenbau. Dissertation. Technische Universität München. München: Verlag Dr. Hut, 2014.



- Einfluss der Maschineneigenschaften auf die Werkstückoberflächen [1, S. 50].
- Positionierungsdauer für verschiedene Beschleunigungen und Geschwindigkeiten der Fräsmaschine bei einem Fahrweg von 1000 mm.
- Prinzipisckizze einer Portalfräsmaschine in Gantry-Bauweise mit dem Querbalken (blau) und dem Z-Schlitten (rot).





# CERAMEC – Innovation mit Ultraschall

## Ultraschallgestützte mechanische Bearbeitung von CMCs

> **Keramische Verbundwerkstoffe (CMCs = Ceramic Matrix Composites) gewinnen in der Automobilindustrie und der Luft- und Raumfahrt wegen ihrer Leichtigkeit, Festigkeit und Temperaturbeständigkeit an Bedeutung.**

Die Bearbeitung von keramischen Verbundwerkstoffen stellt im Vergleich zu homogenen Werkstoffen wesentlich höhere Anforderungen an Prozesse, Werkzeuge und Maschinen. Die Grundlagen der Bearbeitungsprozesse mit diesen neuen Werkstoffen sind noch weitgehend unerforscht.

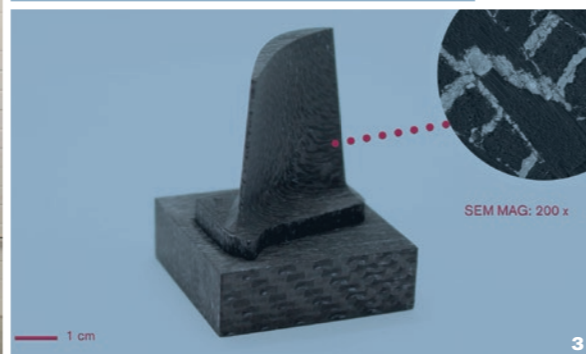
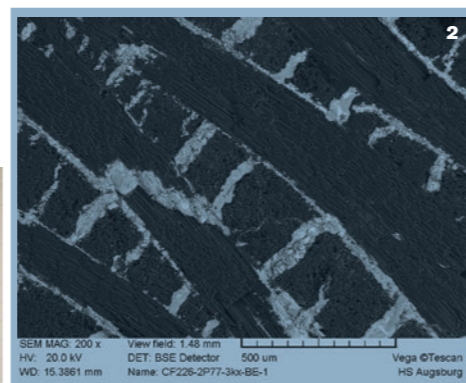
Ziel ist es, zusammen mit industriellen Herstellern und Anwendern im Projekt CERAMEC innovative Bearbeitungsmethoden zu untersuchen und bis zur Produktionsreife weiterzuentwickeln.

### Wachsende Bedeutung keramischer Verbundwerkstoffe und deren ressourcenschonende Bearbeitung

Keramische Verbundwerkstoffe sind eine Werkstoffklasse mit besonderen Eigenschaften und sehr hohem Zukunftspotenzial. Sie sind leicht, flexibel, extrem

fest und auch bei hohen Temperaturen beständig. Die neuen Werkstoffe erobern die Luftfahrt im Turbinenbau, die Raumfahrt mit Satellitenspiegeln und den Automobilbau mit Hochleistungsbremsen.

Die großen Vorteile in der Anwendung müssen allerdings bei der Herstellung und Bearbeitung der keramischen Verbundwerkstoffe noch teuer bezahlt werden. Hier fehlt es an grundlegenden Erkenntnissen und an Erfahrung in der Serienfertigung.



- 1 5-Achs-Ultraschall-Bearbeitungszentrum Ultrasonic 40 TZA.
- 2 REM-Aufnahme eines CMC-Gefüges nach der Bearbeitung.
- 3 Aus CMC-Werkstoff gefräste Turbinenschaufel (Foto: hergestellt im Rahmen des öffentlich geförderten Projekts MAI-Pro-Cut von DLR, Material und Bearbeitung: Fa. Hufschmied).

Genau an diesem Punkt setzt das Projekt CERAMEC an: Wie kann der Bearbeitungsprozess möglichst schnell, präzise, verschleißarm und ressourcenschonend erfolgen?

### Bearbeitung keramischer Verbundwerkstoffe mit innovativen Methoden

Mit CERAMEC wird ein innovativer Ansatz verfolgt, keramische Verbundwerkstoffe mit ultraschallgestütztem Schleifen und Fräsen zu bearbeiten und das Ergebnis mit Hilfe optischer und mechanischer Prüfungen zu analysieren.

Neueste Untersuchungen zeigen beispielsweise, dass diese ultraschallgestützten Verfahren bei der Bearbeitung einen positiven Einfluss auf den Werkzeugverschleiß haben können. Der Ultraschall sorgt nicht nur für die Reinigung der Werkzeuge, sondern ersetzt auch die „Zerspan“-Kräfte herab. Ultraschall schont somit Werkzeuge und Material. Die optimale Abstimmung der Maschinen-, Werkzeug- und Prozessparameter auf den jeweiligen Verbundwerkstoff sind dabei von entscheidender Bedeutung.

Die Fördergelder des Bundes für dieses Projekt wurden in ein speziell für keramische Verbundwerkstoffe ausgerüstetes 5-Achs-Bearbeitungszentrum mit ultraschallgestützter Arbeitsspindel, hoher Drehzahl (bis 40.000 U/min) und Drehmomentmessung in der Spindel investiert.

Die Hochschule Augsburg wird mit dem Projekt CERAMEC erstmals die Prozesstechnologie der ultraschallgestützten Bearbeitung von keramischen Verbundwerkstoffen in Forschung und Lehre einsetzen.

Schwerpunktt Themen sind die Optimierung der Prozesszeiten, die Reduktion des Werkzeugverschleißes, die Untersuchung der Einflüsse auf den Werkstoff (Rauheit, Festigkeit) und nicht zuletzt die Entsorgung der beim Bearbeitungsprozess entstehenden Mikropartikel.

Gemeinsam mit Partnern aus der mittelständischen Industrie werden neue Wege der Bearbeitung beschritten.

### Zukunftspotenzial – ultraschallgestützte Bearbeitung

Die ultraschallgestützte mechanische Bearbeitung besitzt hohes Potenzial zur Optimierung der Bearbeitungsprozesse bei keramischen Verbundwerkstoffen. Dabei wird im Projekt CERAMEC ein ganzheitlicher Ansatz verfolgt, der Material, Werkzeug und Prozessparameter betrachtet und für die jeweilige Anwendung optimiert. Der Technologietransfer in die Wirtschaft steht neben Forschungs- und Lehrprojekten im Vordergrund. <



**PROF. DR.-ING. RALF GOLLER**  
Projektleitung

Fakultät für Maschinenbau  
und Verfahrenstechnik  
HSA\_comp  
ralf.goller@hs-augsburg.de

### Weitere Beteiligte ACHIM RÖSIGER, M.ENG.

Fakultät für Maschinenbau  
und Verfahrenstechnik  
HSA\_comp  
achim.roesiger@hs-augsburg.de

**Partner**  
ECM Engineered Ceramic Materials GmbH, Moosinning  
FCT Ingenieurkeramik GmbH, Frankenblick

**Förderung**  
BMWf

**Laufzeit**  
2017 – 2019

[www.hs-augsburg.de/fmv/FuE-CERAMEC.htmlv](http://www.hs-augsburg.de/fmv/FuE-CERAMEC.htmlv)

### LITERATUR

- 01 CompositesWorld: GE9X engine for the 777X to feature fewer, thinner composite fan blades, [www.compositesworld.com/news/ge9x-engine-for-the-777x-to-feature-fewer-thinner-composite-fan-blades](http://www.compositesworld.com/news/ge9x-engine-for-the-777x-to-feature-fewer-thinner-composite-fan-blades).
- 02 Weinert, K.; Jansen, T.: Machining Aspects for the Drilling of C/C-SiC Materials, in: Krenkel, W. (ed): Ceramic Matrix Composites, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Germany 2008.
- 03 Goller, R.; Rösiger, A.: Damage of Ceramic Matrix Composites (CMCs) during machining operations, Proceedings of the 11th International Conference on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications (2015).

ZUKUNFTSPOTENZIAL VON CMCs IN SCHLÜSSELINDUSTRIESEGMENTEN	
INDUSTRIE	Anwendungsbeispiel
LUFTFAHRT	Turbinenbauteile
RAUMFAHRT	Satellitenspiegel
AUTOMOBIL	Keramikbremsen

Anwendungen von CMCs 1, 2, 4, 6.



# Diffusion erneuerbarer Energien

## Die Bedeutung regionaler Spill-over-Effekte

> Der Erfolg der Energiewende in Deutschland hängt von den technischen Möglichkeiten, aber auch von der Bereitschaft der Unternehmen ab, ihre Energieerzeugung von fossilen auf erneuerbare Energien umzustellen. Bisherige Studien zur Erforschung der Diffusion erneuerbarer Energien in Unternehmen betonen die Rolle von Regulierungsmaßnahmen und Energiepreisen, ignorieren dabei aber die in Deutschland deutlichen regionalen Unterschiede. Im Rahmen des Forschungsprojekts werden die regionalen Bestimmungsgründe der Verbreitung erneuerbarer Energien auf der Basis eines ökonomischen Modells analysiert.

Im Jahre 2016 erreichten erneuerbare Energien einen Anteil von 29 Prozent an der Stromerzeugung in Deutschland, während der entsprechende Wert für fossile Energiequellen immer noch knapp 54 Prozent betrug. Die Bundesregierung hat sich zum Ziel gesetzt, bis zum Jahre 2025 den Anteil der erneuerbaren Energien auf 45 Prozent und bis 2050 sogar auf 80 Prozent zu erhöhen. Laut den bisher vorliegenden wissenschaftlichen Studien hat das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) eine sehr wichtige Rolle für die Verbreitung

erneuerbarer Energien gespielt. Allerdings kann dieses deutschlandweit gültige Gesetz nicht die durchaus beträchtlichen regionalen Unterschiede in der Diffusion erneuerbarer Energien erklären (siehe Abbildung 1). Vor allem Baden-Württemberg, Bayern, Rheinland-Pfalz und Bremen weisen einen deutlich überdurchschnittlichen Anteil an Unternehmen auf, die von 2012 bis 2014 erneuerbare Energien neu eingeführt haben. Ziel des vorliegenden Forschungsprojekts ist es daher, sowohl aus theoretischer als auch empirischer Sicht, regionale Unterschiede in der Verbreitung erneuerbarer Energien in Deutschland zu erklären.

### Theoretische Grundlage

In regionalwissenschaftlichen Theorien spielen Agglomerationseffekte eine wichtige Rolle. Diese Effekte resultieren aus der räumlichen Nähe vieler Unternehmen und öffentlicher Infrastruktur. Ein Unternehmen, das sich in einer Agglomeration befindet, kann u. a. von einem umfangreichen Arbeitskräfteangebot, vielen Zulieferbetrieben oder auch Kultureinrichtungen, die eine Region für gut ausgebildete Arbeitskräfte attraktiv machen, profitieren. Im Fall der sogenannten Lokalisationseffekte führt die räumliche Nähe ähnlicher Betriebe zu positiven regionalen Spill-over-Effekten. So können Betriebe von einem regionalen Erfahrungsaustausch mit anderen Betrieben, die schon verstärkt erneuerbare Energien eingesetzt haben, lernen bzw. inspiriert werden, nach ähnlichen Lösungen zu suchen. Neben derartigen Lerneffekten kann gerade in Regionen, die durch ein hohes Umweltbewusstsein geprägt sind, der Ersatz fossiler Energieträger durch erneuerbare zu einer Erhöhung der Reputation der Unternehmen führen. Auf der anderen Seite kann dagegen für Unternehmen in „grünen“ Regionen ein sozialer Druck entstehen.

### Empirische Analyse

Für die empirische Analyse des Einflusses regionaler Faktoren auf die Diffusion erneuerbarer Energien in Unternehmen wurden drei Datenquellen kombiniert. Die Hauptdatenbasis ist das Community Innovation Survey (CIS) aus dem Jahre 2014, das Daten zum Innovationsverhalten von ca. 8.500 Unternehmen über alle Wirtschaftsbereiche enthält. Für das Berichtsjahr 2014 wurde ein zusätzliches Modul zur Analyse von Innovationen eingeführt, die zu positiven Umweltwirkungen führen. Diese Daten wurden durch

regionale Variablen für ca. 400 Kreise und kreisfreie Städte aus der amtlichen Statistik sowie durch eine Datenbank zur regionalen Ausstattung mit Anlagen zur Produktion von Elektrizität aus erneuerbaren Energien (Solar, Wind, Wasser und Biomasse) ergänzt.

Die Ergebnisse der ökonometrischen Analyse (two-level mixed effects probit model) zeigen, dass eine stärkere grüne Ausrichtung einer Region, die am Wahlergebnis der Partei der Grünen gemessen wurde, über den oben geschilderten Reputationseffekt die Bereitschaft der Unternehmen erhöht, erneuerbare Energien einzuführen. Außerdem lassen sich Lokalisationseffekte nachweisen: Befinden sich in einer Region schon viele Betriebe, die erneuerbare Energien verwenden, sind auch in der Folge andere Betriebe bereit, fossile durch erneuerbare Energiequellen zu ersetzen. Die schon vorhandene Ausstattung mit erneuerbaren Energiequellen in einer Region führt zu positiven Innovationseffekten im Bereich erneuerbarer Energien. Neben den regionalen Variablen wurden viele weitere Kontrollvariablen in das ökonometrische Modell integriert, so auch der Einfluss von Gesetzen. Insbesondere künftige, von den Unternehmen erwartete gesetzliche Regelungen, scheinen die Diffusion erneuerbarer Energien zu befördern.

Die Analyse zeigt, dass neben Gesetzen wie dem EEG oder hohen Energiepreisen auch „weiche“ Maßnahmen wie die Förderung der grünen Ausrichtung einer Region oder die Verbesserung der öffentlichen Infrastruktur die Diffusion erneuerbarer Energien beschleunigen kann. <

### LITERATUR

- 01 Das Forschungsprojekt wurde in Kooperation mit dem Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) in Mannheim durchgeführt. Die ausführliche Fassung der Forschungsergebnisse ist in der (peer-reviewed) Zeitschrift Energy Policy erschienen: Horbach, Jens, Rammer, Christian (2018): Energy Transition in Germany and Regional Spill-overs: The Diffusion of Renewable Energy in Firms. Energy Policy 121 (2018): 404–414.

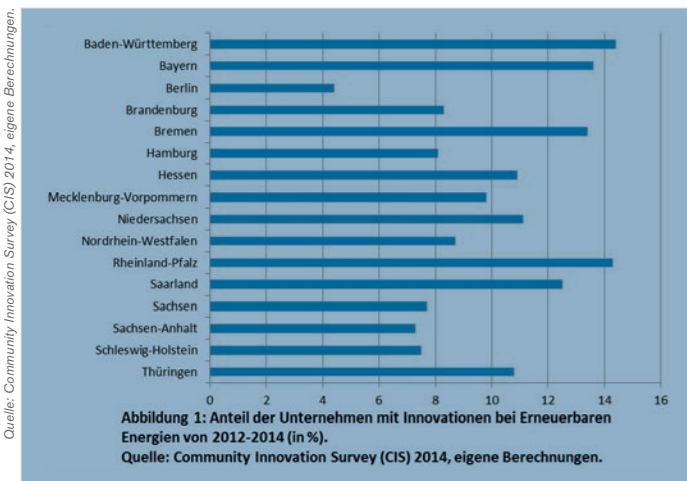


**PROF. DR. JENS HORBACH**  
Projektleitung

Fakultät für Wirtschaft  
Fachgruppe Volkswirtschaftslehre  
jens.horbach@hs-augsburg.de

**Partner**  
Dr. Christian Rammer, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), Mannheim

**Laufzeit**  
bis 2020



# Motivierte Mitarbeiter leisten im Lager mehr

Motivationssteigerung für logistische Fach- und Hilfskräfte

> Wer effizientere Prozesse im Lager will, sollte auf die Motivation seiner Mitarbeiter achten. Welche Instrumente dafür am sinnvollsten sind, untersuchte das Forschungsprojekt MoLa („Motivation im Lager“). Eine der wichtigsten Erkenntnisse: Die Leute, die im Lager arbeiten, tun das zum größten Teil sehr gerne. Schlechte Rahmenbedingungen im Lager sorgen jedoch für Demotivation.

Dass motivierte Mitarbeiter im Lager mehr leisten hat ein Team aus Forschern der HSA\_ops der Hochschule Augsburg um Prof. Dr. Michael Krupp, des Lehrstuhls für Psychologie im Arbeitsleben der Friedrich-Alexander-Universität Nürnberg von Prof. Cornelia Niessen sowie der Fraunhofer SCS gemeinsam mit lagertreibenden Unternehmen in zweijähriger Forschungsarbeit im Projekt „MoLa – Motivationssteigerung für logistische Fach- und Hilfskräfte im Lager“ herausgefunden.

Die Wissenschaftler konnten außerdem nachweisen, dass sich die Motivation der Mitarbeiter durch eine ganze Reihe nicht-monetärer Maßnahmen steigern lässt. In zwei Untersuchungen mit ca. einem Jahr Abstand ermittelten die Forscher in einer Benchmarking-Untersuchung die Lagerleistung zu beiden Messzeitpunkten sowie die Ursachen für Veränderungen. Gleichzeitig wurden Mitarbeiterbefragungen zur Motivation durchgeführt.



Foto: Colourbox

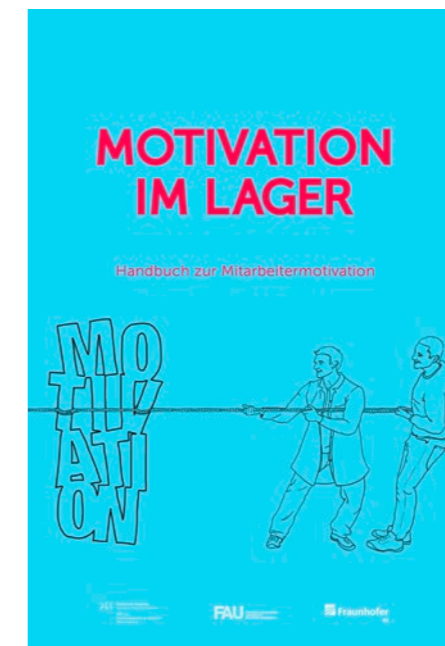
Gewerbliche Mitarbeiter in Logistiklagern haben Spaß an ihrer Arbeit, sofern die Rahmenbedingungen stimmen.

Die Befragung der Mitarbeiter deckte eine Tatsache auf, die manchen überraschen dürfte: Lagermitarbeitern macht ihre Arbeit grundsätzlich Spaß! Sie werden allerdings oft von schlechten Rahmenbedingungen demotiviert. Hier haben die Unternehmen die Möglichkeit, die Verhältnisse zu verbessern. So helfen Prozessverbesserungen, „Feuerwehr-Aktionen“ zu vermeiden. Eine gute Ausstattung mit Arbeitsmitteln (z.B. ausreichende Zugänge zur IT oder pannenresistente Stapler) vermeidet Frustrationen. Eine besonders wichtige Rolle für die Motivation der Mitarbeiter spielen die operativen Führungskräfte, welche die Schnittstelle zwischen der Unternehmensleitung bzw. der oberen Führungsebene und den Mitarbeitern bilden. Sie müssen wertschätzend führen und dafür sorgen, dass HR-Maßnahmen der Unternehmensleitung auch bei den Mitarbeitern ankommen.

Das Projektteam hat deshalb einen Maßnahmenkatalog für operative Führungskräfte entwickelt. Dieser beruht auf den Erkenntnissen der Benchmarking-Untersuchung, der Mitarbeiterbefragung und aus Motivations-Workshops mit Führungskräften. Operative Führungskräfte erfahren im Katalog konkret, welche Maßnahmen es zur Motivationssteigerung der Lagermitarbeiter gibt und wie sie angewendet werden.

Eingebettet wird der Maßnahmenkatalog in eine im Herbst 2018 erschienene Studie, die die Ergebnisse der Forschungsarbeit praktikergerecht darstellt. Hier erfahren übergeordnete Führungskräfte und Lagerleiter, wie sich Lagerleistung messen lässt und welche Faktoren die Lagerleistung beeinflussen. Sie erhalten Einblicke in die Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Zielen und Maßnahmen und erfahren, wie sie die operativen Führungskräfte dazu befähigen, Mitarbeiter motivationsfördernd zu führen.

Bei der MoLa-Abschlussveranstaltung am 6. Februar 2018 in Nürnberg stieß das Thema in der Praxis auf so reges Interesse, dass das Forscherteam nun einen Arbeitskreis zur Motivation im Lager plant. Hier werden Praktiker



Gestaltung des Covers:  
Alexandra Kornacher,  
Hochschule Augsburg

nicht nur Erfahrungen austauschen, sondern auch ihre Lagerleistung und deren Ursachen vergleichen. Denn nur wer weiß, wo er steht, kann Maßnahmen gezielt einsetzen.

Der Arbeitskreis wird sich auch mit Zukunftsfragen beschäftigen, z. B. wie sich die Digitalisierung auf die Motivation der Lagermitarbeiter auswirkt. Im Zuge der Digitalisierung stehen Lagern viele Veränderungen bevor. Anforderungen an die Mitarbeiter werden sich zwar ändern, die Mitarbeiter werden aber auf absehbare Zeit weiterhin eine wichtige Rolle im Lager spielen. Deshalb gilt:

Wer die Leistung seines Lagers steigern will, muss sich um seine Mitarbeiter kümmern! <



**PROF. DR. MICHAEL KRUPP**  
Projektleitung

Fakultät für Wirtschaft  
HSA\_ops  
michael.krupp@hs-augsburg.de

Weitere Beteiligte  
**MARJAN ISAKOVIC M.SC.**  
Fakultät für Wirtschaft  
HSA\_ops  
marjan.isakovic@hs-augsburg.de

**Partner**  
Hochschule Augsburg,  
Lehrstuhl für Psychologie im Arbeitsleben der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg,  
Fraunhofer-Arbeitsgruppe für Supply Chain Services,  
Ausschuss:  
Spedition Benedikt Biehle GmbH & Co.KG  
Hagebau süd Logistik GmbH  
Max Müller Spedition GmbH  
Spedition Nuber GmbH  
Konrad Kleiner GmbH & Co. KG  
PIEL Die Technische Großhandlung GmbH,  
Eisen-Fischer GmbH  
C. Schrade GmbH,  
Lotter Metall GmbH + Co. KG.

**Förderung**  
BVL, AiF, BMWi

**Laufzeit**  
2016 – 2018

[www.hs-augsburg.de/Wirtschaft/Motivationssteigerung.html](http://www.hs-augsburg.de/Wirtschaft/Motivationssteigerung.html)

## LITERATUR

- 01 MoLa – Motivation im Lager. Handbuch zur Motivationssteigerung, 2018 – Herausgeber: Hochschule Augsburg / HSAOps, Friedrich-Alexander-Universität Nürnberg, Fraunhofer SCS.



# Erfolgsfaktor Best Agers

Erfahrungen und Ziele älterer Fach- und Führungskräfte im Beruf

> Der spätere Renteneintritt betrifft alle Berufstätigen – seit 2012 müssen alle stufenweise länger arbeiten, bis im Jahr 2031 für alle Geburtsjahrgänge ab 1964 das 67. Lebensjahr als Schwelle gilt. Firmen benötigen Fachkräfte – doch benötigen sie auch Ältere? Und sind diese überhaupt noch leistungsfähig und bereit, also kompetent und motiviert?

In Fortführung der ersten Best Agers Studie aus dem Jahr 2015 [1] wurden in Kooperation mit borisgloger consulting 534 Fach- und Führungskräfte nach ihren Erfahrungen, Bewertungen und Zielen befragt.

Im Folgenden sollen einige zentrale Ergebnisse veranschaulicht werden.

In der Studie werden die Arbeitssituation von Führungskräften 50+ sowie die Zusammenarbeit zwischen den Generationen beleuchtet. Welche beruflichen Ziele sind für Ältere noch reizvoll, welche realistisch? Wie bewerten sie die Veränderungen in der Arbeitswelt?

Um Vergleiche durchzuführen, sollten unterschiedliche Altersgruppen, hierarchische Ebenen und beide Geschlechter erreicht werden. Teilgenommen haben

- 91 Vorstände, Geschäfts- und BereichsleiterInnen,
- 102 AbteilungsleiterInnen,
- 193 Projekt- und GruppenleiterInnen sowie Personen in der Fachkarriere,
- 107 SpezialistInnen ohne Führungsverantwortung und
- 41 Selbständige.

Der Frauenanteil liegt bei 44 Prozent, was durch die Kooperation mit Frauennetzwerken erreicht werden konnte und natürlich nicht repräsentativ für Führungsebenen ist.

**Ältere Fach- und Führungskräfte fühlen sich fit, einige betreiben Raubbau an ihrer Gesundheit**  
Inzwischen wird sogar eine Lebensarbeitszeit bis 70 Jahren diskutiert. Doch sind Menschen tatsächlich so lange leistungsfähig, können sie in einer komplexen, agilen Arbeitswelt noch mithalten?

In Bezug auf die Arbeitsanforderungen bewerten 87 Prozent der TeilnehmerInnen ihre Arbeitsfähigkeit als sehr gut oder gut. Und auf einer Skala von 0 = völlig arbeitsunfähig bis 10 = derzeit beste Arbeitsfähigkeit liegt der Mittelwert bei 8,1 (Abb. 2).

Interessanterweise schätzen alle Altersgruppen – ausgenommen die über 60-Jährigen – ihre Arbeitsfähigkeit als (sehr) gut ein. Dies gilt gleichermaßen für die verschiedenen Hierarchieebenen und im Geschlechtervergleich. Vor allem gesunde Ernährung, Sport und die Work-Life-Balance sind den Fach- und Führungskräften wichtig. Gesundheitsprogramme des Unternehmens werden zwar positiv bewertet, jedoch von der Zielgruppe der Manager kaum genutzt, wahrscheinlich da sie zeitlich zu wenig Flexibilität bieten.

Dies klingt positiv, doch:

- im mittleren Lebensalter (40 – 50 Jahre), also in der Rushhour des Lebens, achten die Befragten am wenigsten auf Ernährung und Sport,
- 11 Prozent sehen sich selbst als in (sehr) hohem Maße gefährdet von einem Burnout,
- 20 Prozent können in ihrer Freizeit nur schwer oder gar nicht abschalten,
- 14 Prozent können sich in ihrer Freizeit nicht ausreichend erholen.

## Lange Arbeitszeiten sind gebräuchlich, aber ungeliebt

Rund jede/r Fünfte arbeitet regelmäßig mehr als 50 Stunden pro Woche. Überstunden sind üblich. Allerdings: nicht nur die Generationen Y und Z wollen kürzere Arbeitszeiten. Abb. 2 veranschaulicht im Vergleich zur Vorgängerstudie, dass die Arbeitszeiten auch im Management deutlich rückläufig sind.

Mit jeder hierarchischen Ebene verschiebt sich das Bild und es wird immer länger gearbeitet, je weiter es in der Hierarchie hinaufgeht. Bei den Top-Führungskräften arbeitet mehr als jede/r Zweite regelmäßig mehr als 50 Stunden pro Woche. Doch über alle Hierarchieebenen und Altersgruppen gilt: Die Mehrzahl der befragten Fach- und Führungskräfte, Männer wie Frauen, will kürzer arbeiten. In der Gesamtgruppe plant jede/r Zweite für die Zukunft Arbeitszeiten nur noch bis zu 40 Stunden, ein gutes Drittel will moderate Überstunden bis zu 44 Wochenstunden leisten. Noch länger wollen selbst bei Fach- und Führungskräften gerade einmal 14 Prozent arbeiten.

In der obersten Führungsebene sind die Arbeitszeiten am längsten (Abb. 3), sie sind am ehesten zu (moderaten) Überstunden bereit. Doch auch bei ihnen liegt die Schmerzgrenze bei 50 Arbeitsstunden pro Woche.

## Konsequenzen

In Zeiten eines Fachkräftemangels werden Unternehmen stärker auf ältere Mitarbeitende setzen müssen – die Ergebnisse zeigen, dass diese belastbar sind, viele sich weiterhin einbringen und aktiv gestalten wollen.

Hinsichtlich der in Deutschland weit verbreiteten Kultur langer Arbeitszeiten wird ein Umdenken wohl unverzichtbar werden. Ein Ansatzpunkt dürfte die Meetingkultur sein: 66 Prozent wünschen sich effizientere, 35 Prozent kürzere und 20 Prozent generell weniger Meetings. Nur jede/r 6. sieht keinen Veränderungsbedarf. Virtuelle Meetings scheinen nicht die Lösung zu sein – diese wollen gerade einmal 7 Prozent verstärken, während 17 Prozent mehr persönliche Treffen bevorzugen würden. <



PROF. DR. ERIKA REGNET  
Projektleitung

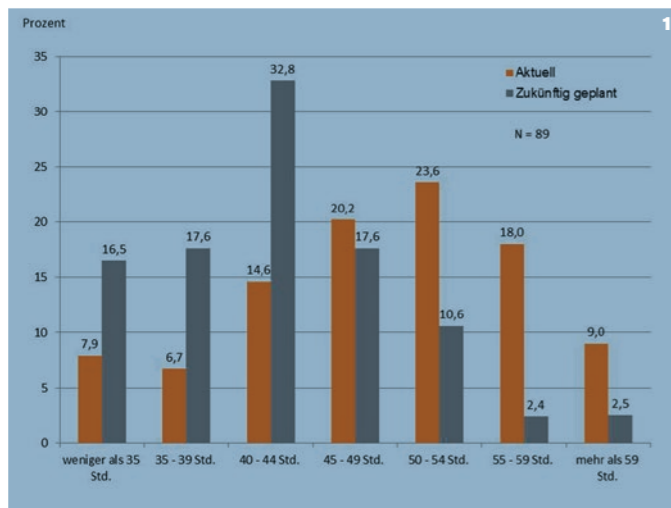
Fakultät für Wirtschaft  
erika.regnet@hs-augsburg.de

Partner  
borisgloger Consulting,  
Baden-Baden

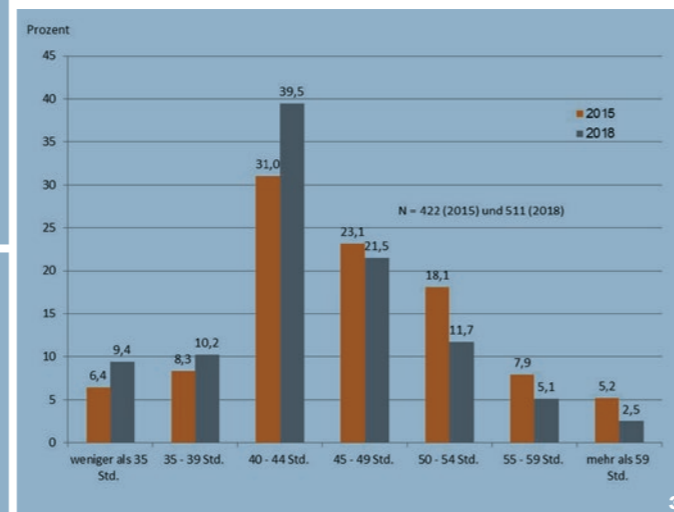
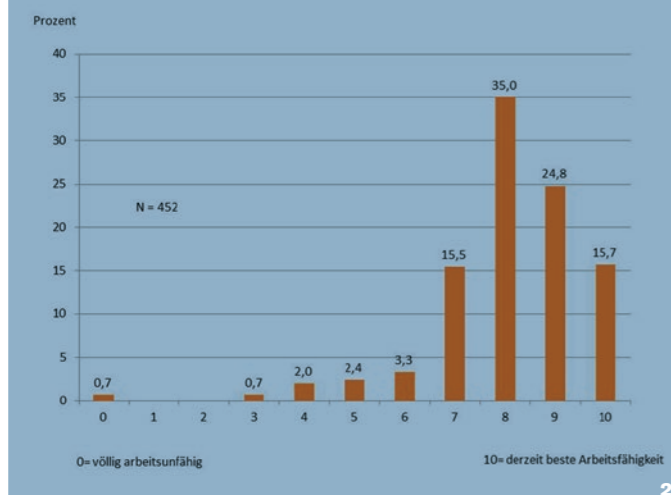
Laufzeit  
2018

## LITERATUR

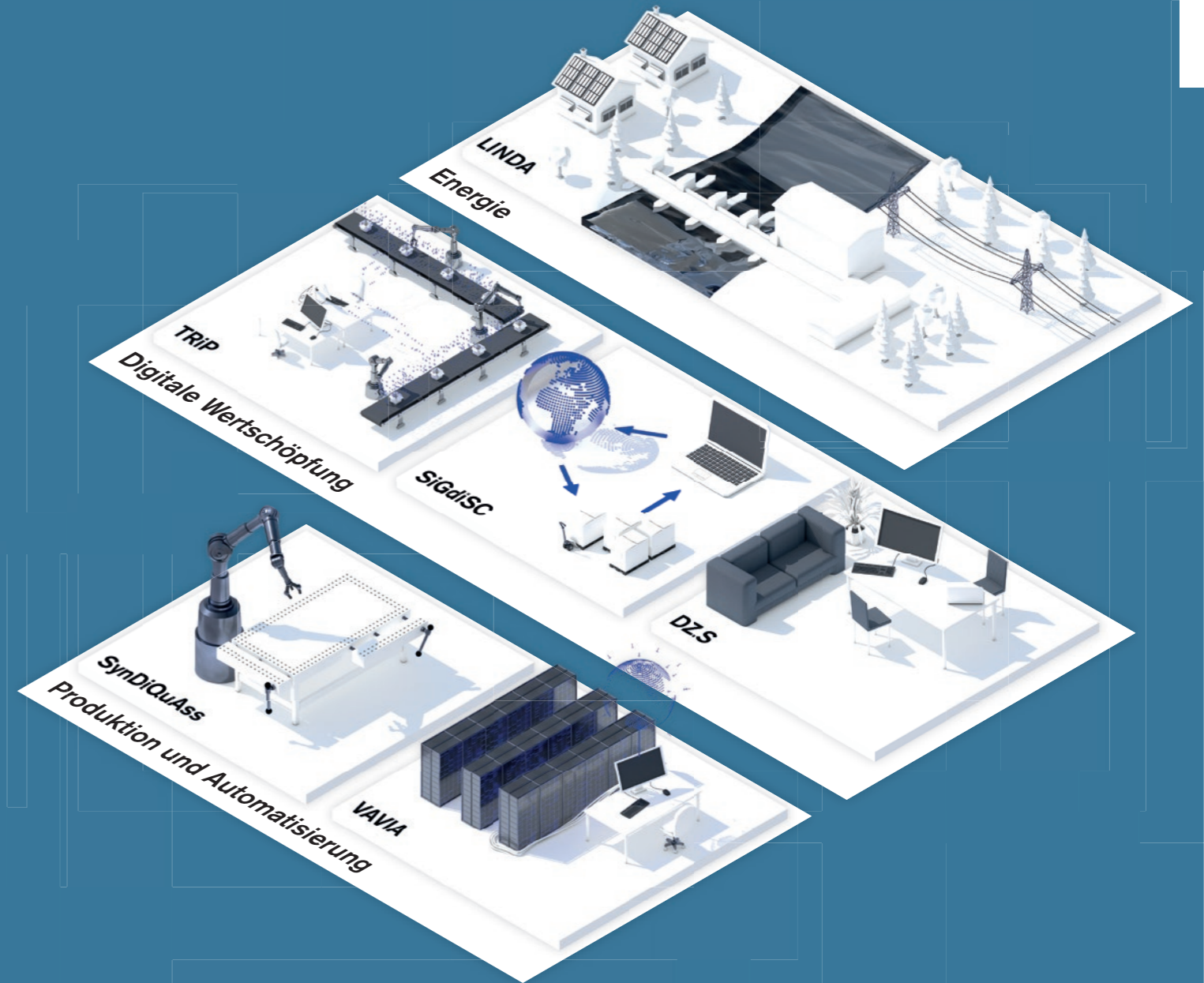
- 01 Regnet, E. (2015): Best Agers und ihr betriebliches Umfeld, in: gP Forschung 2015, S. 169 – 171. Online, [www.hs-augsburg.de/Binaries/Binary8849/gp-forschung-2015.pdf](http://www.hs-augsburg.de/Binaries/Binary8849/gp-forschung-2015.pdf).
- 02 Regnet, E (2014). Ageing Workforce – Herausforderung für die Unternehmen. In L. von Rosenstiel et al. (Hrsg.), Führung von Mitarbeitern. Stuttgart. S. 671 – 685. 7. Auflage.
- 03 Der Projektbericht kann heruntergeladen werden unter: [www.hs-augsburg.de/homes/eregnet/Veroeffentlichungen/Best\\_Agers\\_2018\\_Ergebnisbericht.pdf](http://www.hs-augsburg.de/homes/eregnet/Veroeffentlichungen/Best_Agers_2018_Ergebnisbericht.pdf)



- 1 Arbeitszeit bei Top-ManagerInnen – Wunsch und Wirklichkeit.
- 2 Bewertung der eigenen Arbeitsfähigkeit.
- 3 Arbeitszeiten von Fach- und Führungskräften im Zeitvergleich.



# Digitalisierung in Produktion und Dienstleistung





# Das Projekt SynDiQuAss

## Digitale Assistenzsysteme an Montagearbeitsplätzen

> Im Zuge der Digitalisierung entsteht eine Vielzahl neuer Technologien für Assistenzsysteme, die von Gestensteuerungen über Augmented Reality bis hin zu kooperierenden Robotern reicht. Assistenzsysteme ermöglichen es Unternehmen mit variantenreichen Produktportfolios, ihre Produktionsmitarbeiter bei der Arbeitsaufgabe zu unterstützen und deren psychische und physische Beanspruchung zu reduzieren. Im Verbundprojekt SynDiQuAss wird untersucht, wie digital vernetzte Assistenzsysteme bei der Gestaltung von Arbeitsplätzen in der Montage eingesetzt und dadurch Qualitätssteigerungen erzielt werden können.

Im Rahmen des Projekts SynDiQuAss arbeitet ein Konsortium unterschiedlicher Vertreterinnen und Vertreter aus Forschung und Industrie zusammen, um digital vernetzte Assistenzsysteme in bisher nicht oder wenig automatisierte Montagearbeitsplätze zu integrieren und so eine bedarfsgerechte Prozesssteuerung mit integrierter Qualitätskontrolle umzusetzen.

### Spezifikation eines standardisierten Montagearbeitsplatzes

Grundlegend für eine flexible Montage sind Arbeitsplätze, die sich schnell und individuell an wechselnde Auftragsgegebenheiten anpassen lassen. Dies gilt vor allem für Industriezweige mit einer sehr hohen Variantenvielfalt ihres Produktportfolios bei einer geringen Stückzahl. Ein häufiges Szenario besteht darin, dass ein Auftrag schon nach wenigen

Artikeln abgearbeitet ist und der Montagearbeitsplatz für einen neuen Montageauftrag umgestellt werden muss. Kundenanforderungen, innerbetriebliche Prozesse, Produkteigenschaften und insbesondere werkerindividuelle Fähigkeiten stellen teilweise konkurrierende Anforderungen an die Gestaltung von Montagearbeitsplätzen. Innerhalb des Projekts SynDiQuAss wird deshalb ein modularer Aufbau verfolgt, bei dem Module für die Einzelteilanlieferung und Verpackung die Verknüpfung mit der Intralogistik herstellen, Montage-Module für Normteile und produktspezifische Prozessschritte die Wertschöpfung sicherstellen und ein Mess- und Prüfmodul die Synchronisation mit der Qualitätssicherung schafft, wie Bild 1 darstellt. Die standardisierte Modulararchitektur, einheitliche Schnittstellen

für den Informations- und Energieaustausch zwischen den Modulen und der Unternehmens- und Produktionsplanungssoftware sowie personenindividuelle Anpassungsmöglichkeiten wie eine Höhenverstellung für die Arbeitsflächen runden die Spezifikation des standardisierten Arbeitsplatzes für die assistierte Montage ab.

### Integration digital vernetzter Assistenzsysteme

Die Einsatzmöglichkeiten von Assistenzsystemen werden auf der Basis einer detaillierten Analyse der erforderlichen Arbeitsschritte und des kompletten Montageablaufs evaluiert, um geeignete Technologien auszuwählen. Der modulare Aufbau von Montagearbeitsplätzen vereinfacht dieses Vorgehen, da der komplette Montageprozess bereits in Einzelprozessschritten je Modul unterteilt ist. So können speziell auf die einzelnen Module und deren Anwendungen zugeschnittene Assistenzsysteme zum Einsatz kommen. Für das Beispiel des Moduls Normteile lassen sich so Funktionalitäten wie die Anzeige von Ort und Anzahl pro Arbeitsschritt benötigter Normteile, die Überwachung der Verfügbarkeit der für den folgenden Auftrag benötigten Normteile sowie die Anzeige und Kontrolle der Montageprozesse realisieren. Für die Auswahl eines geeigneten Assistenzsystems, das die gewünschten Funktionalitäten unter

den Umgebungsbedingungen der Produktion implementieren kann, wird im Projekt eine Datenbank verfügbarer Systeme aufgebaut, die auf einer Kategorisierung in energetische, informationelle und multimodale Plattformen basiert. Zusätzliche Kriterien wie der Automatisierungsgrad und systemspezifische Eigenschaften wie der abdeckbare Arbeitsraum oder die Traglast, schematisch in Bild 2 dargestellt, sollen zukünftig eine toolgestützte Entscheidungshilfe ermöglichen.

### Evaluierung und Commitment des Projekts

Assistierende Technologien an bisher nicht oder wenig automatisierten Arbeitsplätzen können nur unter Einbeziehung der betroffenen Mitarbeiter erfolgreich eingeführt werden. Der praktische Nutzen des modularen Standardmontagearbeitsplatzes sowie die Integration von Assistenzsystemen werden im Projekt SynDiQuAss anhand von Demonstratoren (vgl. Bild 3) und Erprobungsreihen bei den beteiligten Industriepartnern kontinuierlich evaluiert und dadurch weiterentwickelt. Alle Konsortialpartner haben sich auf eine einheitliche Vorgehensweise bei der Einführung neuer Technologien sowie auf allgemeine Handlungsleitlinien im Rahmen eines Commitments verpflichtet, um die sozialen Folgen und ethischen Aspekte des Projekts für die betroffenen Mitarbeiter der Industriepartner zu berücksichtigen. <



**PROF. DR. FLORIAN KERBER**  
Projektleitung

Fakultät für Elektrotechnik  
Technologietransferzentrum für flexible Automation und kooperative Robotik (TTZ)  
florian.kerber@hs-augsburg.de

Weitere Beteiligte  
**MICHAEL HUEBER, M.SC.**  
**AMELIE RIEGEL, B. ENG**  
**TOBIAS RUSCH**

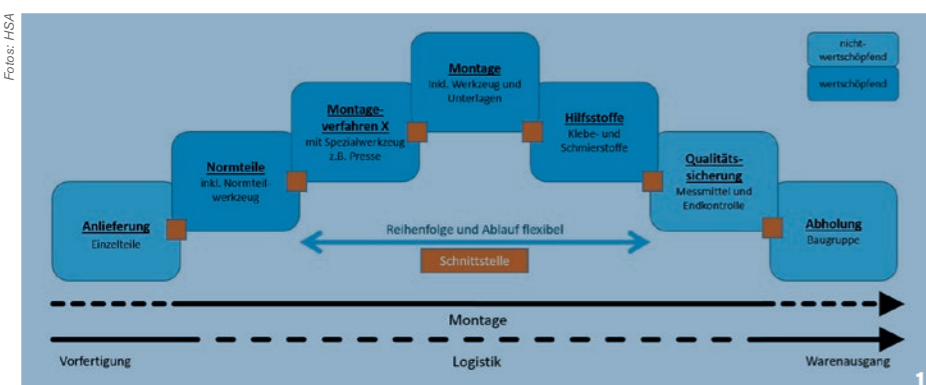
alle  
Fakultät für Elektrotechnik  
Technologietransferzentrum für flexible Automation und kooperative Robotik (TTZ)

Partner  
Fraunhofer IGCV, Augsburg  
SPN Schwaben Präzision GmbH, Nördlingen  
Ohnhäuser GmbH, Nördlingen  
SemVox GmbH, Saarbrücken  
Salt Solutions AG, München

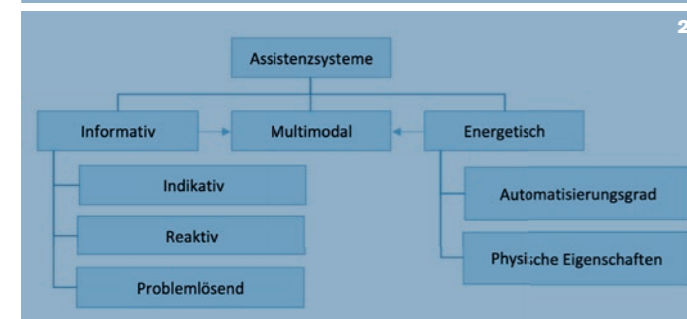
Förderung  
Projekt SynDiQuAss – „Synchronisierung von Digitalisierung, Qualitätssicherung und Assistenzsystemen an Arbeitsplätzen mit geringem Automatisierungsgrad.“  
BMBF

Laufzeit  
2017 – 2020

<http://syndiquass.de>



- 1 Modularer Aufbau des standardisierten Montagearbeitsplatzes.
- 2 Kategorisierung energetischer Assistenzsysteme.



3 Demonstrator für den standardisierten Montagearbeitsplatz.

### LITERATUR

- 01 A. Riegel: „Assistance systems for process-integrated quality control at assembly workplaces“, ARC 2018, Deggendorf



# Assistenzsystem in der Lernfabrik

## Augmented Reality unterstützt Instandhalter in vernetzter Produktionsumgebung

> **Stehen in einer komplexen Arbeitsumgebung zukünftig weniger Fachkräfte zur Verfügung, so müssen diese ein breiteres Aufgabenspektrum bearbeiten. Assistenzsysteme können bei der Bearbeitung unbekannter Aufgaben und Probleme unterstützen. Dieser Beitrag beschreibt den Prototypen eines Assistenzsystems für Maschinenbediener und Instandhalter, die ein Mechatronik-Trainingssystem in der Lernfabrik für vernetzte Produktion des Fraunhofer IGCV in Augsburg in standsetzen müssen. Dieses Assistenzsystem nutzt eine kognitive Architektur zur Entscheidungsfindung und verwendet ein Augmented Reality Headset zur Interaktion mit dem Bediener.**

Ziel des gemeinsamen Forschungsvorhabens der Hochschule Augsburg und des Fraunhofer IGCV war die Entwicklung eines Assistenzsystems, das einen ungelerten Maschinenbediener im Produktionsumfeld dabei unterstützt, verschiedene Anlagen in Betrieb zu nehmen und instand zu halten.

### Lernfabrik

In der Lernfabrik für vernetzte Produktion des Fraunhofer IGCV stehen diverse Anlagen zur Verfügung, um innovative Lösungen im Umfeld von Industrie 4.0 erproben und demonstrieren zu können. Im Rahmen des Projekts wurden eine Drehmaschine, ein Drucker sowie schwerpunktmäßig

ein Mechatronik-Trainingssystem betrachtet.

Letzteres ist als Produktionslinie aus drei Einzelstationen ausgeführt, die eine Würfelmontage durchführen, indem sie Einzelteile aus einem Magazin entnehmen, verpressen und in einem Hochregallager ablegen. Jede Einzelstation verfügt über eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS), mit der Zustände abgefragt und Aktionen ausgelöst werden können und auf die im internen Netzwerk zugegriffen werden kann. Zur Inbetriebnahme dieser Produktionsanlage müssen an jeder Station mittels Bedieneraktionen definierte Zustände eingestellt werden (z. B. „Steuerungen online“, „Druckluft anliegend“).

### Assistenzsystem

Das entwickelte Assistenzsystem führt den Bediener ausgehend von einem beliebigen Anlagenzustand durch die notwendigen Bedienschritte, um die Anlage wieder in den produktiven Zustand zu versetzen. Dies kann vom abgeschalteten Zustand oder von einem durch eine Störung verursachten Zustand aus erfolgen. Hierzu werden dem Bediener mit Hilfe des Augmented Reality Headsets Hololens akustisch und optisch Anweisungen direkt an der Anlage ausgegeben, die ihn bei der Ausführung der nächsten Aktion (z. B. Änderung der Schlüsselstellung) unterstützen.

Um eine sinnvolle nächste Aktion auswählen und anzeigen zu können, muss das Assistenzsystem die aktuell an der Anlage vorherrschende Situation erfassen und bewerten können und zudem Wirkzusammenhänge zwischen Aktionen und Zuständen kennen.

Die Situationserfassung erfolgt durch kontinuierliches Auslesen der Zustandsvariablen der SPSen der Anlage. Eine Bewertung wird vorgenommen, indem die Ähnlichkeit des ausgelesenen Zustands mit bekannten Anlagenzuständen ermittelt wird, welche dem System im Vorfeld von erfahrenen Maschinenbedienern antrainiert wurden. Zudem kennt das Assistenzsystem alle möglichen Bedienaktionen, wobei für jede Aktion hinterlegt ist, welche Zustandseigenschaften sie in welcher Weise verändern kann.

### Realisierung

Der Kern des Assistenzsystems zur situationsabhängigen Entscheidungsfindung wird auf Basis der kognitiven Architektur Soar implementiert. Diese stellt grundlegende Mechanismen zur Problemlösung bereit, so dass lediglich das applikationsspezifische Wissen in Form von Regeln modelliert werden muss. Soar wendet die Regeln auf die interne Repräsentation des aktuellen Zustands an, wodurch sich das Systemverhalten ergibt. Durch diese dynamische Ableitung des Verhaltens kann das System jederzeit auf Änderungen des aktuellen Zustands (einschließlich Fehlbedienungen) adäquat, d. h. zielorientiert, reagieren.

Zudem ermöglicht eine Strukturierung der Regeln des entwickelten Assistenzsystems in

- anwendungsspezifisches Wissen (z. B. aufgezeichnete Anlagenzustände, spezifische Bedienaktionen) und
- anwendungsunabhängiges Wissen (z. B. generische Auswahl von Bedienaktionen)

eine einfache Übertragbarkeit des Systems auf andere Anlagen, da nur das anlagenspezifische Wissen ausgetauscht werden muss.

### Fazit

Der entwickelte Prototyp ermöglicht einem ungelerten Maschinenbediener, das Mechatronik-Trainingssystem der Lernfabrik zu bedienen. Es werden bereits viele Anlagenzustände berücksichtigt und flexibel auf die Eingaben des Bedieners reagiert. Zudem wurde die Übertragbarkeit auf eine andere Anlage nachgewiesen. In einem nächsten Schritt soll das System um die Betrachtung des individuellen Bedieners erweitert werden. Zum einen umfasst dies die Berücksichtigung der Fähigkeiten und verfügbaren Ressourcen bei der Interaktion. Zum anderen kann eine Ausprägung des Assistenzsystems als Tutorsystem den Bediener nicht nur dabei unterstützen, die Anlage in den produktiven Zustand zu versetzen, sondern zudem auch durch adäquate Erläuterungen die Anlagenbedienung zu erlernen. <

### LITERATUR

- 01 Laird, J. (2012): The Soar Cognitive Architecture. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- 02 Onken, R. & Schulte, A. (2010): System-Ergonomic Design of Cognitive Automation. Dual-Mode Cognitive Design of Vehicle Guidance and Control Work Systems. Berlin, Heidelberg: Springer.
- 03 Schlagowski, R., Merkel, L. & Meitinger, C. (2017). Design of an assistant system for industrial maintenance tasks and implementation of a prototype using augmented reality. IEEE International Conference on Industrial Engineering & Engineering Management. IEEE IEEM2017: 10-13 Dec, Singapore (S. 294–298). Piscataway, NJ: IEEE.
- 04 Schlagowski, R. (2018): Entwicklung eines kognitiven Assistenzsystems zur Unterstützung von Instandhaltungsaufgaben mittels Augmented Reality. Masterarbeit, Hochschule Augsburg.



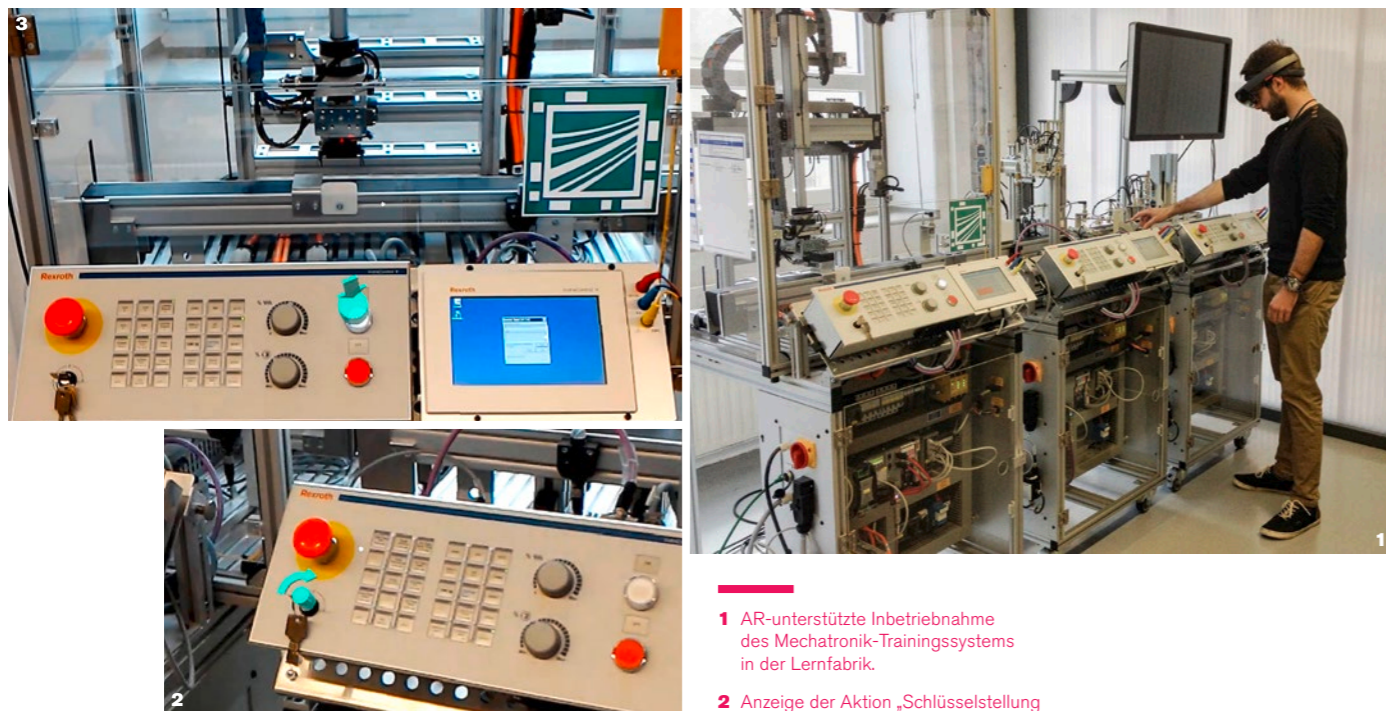
**PROF. DR.-ING. CLAUDIA MEITINGER**  
Projektleitung

Fakultät für Elektrotechnik  
claudia.meitinger@hs-augsburg.de

**Weitere Beteiligte**  
**RUBEN SCHLAGOWSKI**  
Fakultät für Elektrotechnik  
ruben.schlagowski@hs-augsburg.de

**Partner**  
Fraunhofer-Einrichtung für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV, Augsburg

**Laufzeit**  
2016–2018



- 1 AR-unterstützte Inbetriebnahme des Mechatronik-Trainingssystems in der Lernfabrik.
- 2 Anzeige der Aktion „Schlüsselstellung ändern“.
- 3 Anzeige der Aktion „Taster betätigen“.



# Radarsensoren für die Autobahn

Vorausschauendes Fahren im Zeitalter hochautomatisierter Fahrzeuge

> **Es herrscht Einigkeit: Das Auto der Zukunft wird elektrisch angetrieben und autonom gesteuert. Sensorik und Datenverarbeitung sorgen dafür, dass die Sinne des Fahrers nicht weiter vereinnahmt sind, sondern die Fahrzeit zur Freizeit oder Arbeitszeit wird.**

Das Institut HSA\_ired der Hochschule Augsburg forscht mit Partnern aus der Industrie an Möglichkeiten, autonome Fahrzeuge auf der Autobahn zu unterstützen. Dazu schafft ein Radarsensornetzwerk ein ganzheitliches Abbild der Autobahn. Herausforderungen sind neben der Entwicklung von Radarsensoren die zentrale Datenfusion sowie die Einbindung von Testfahrzeugen im Testfeld auf der Bundesautobahn A9.

Nach dem Prinzip „Vier(zig) Augen sehen mehr als zwei“ werden auf einem ein Kilometer langen Abschnitt der A9 Radarsensoren installiert. Vom einzelnen Sensor, über das Netzwerk und die Datenfusion, bis ins Testfahrzeug müssen die Daten aufbereitet, übertragen und ausgewertet werden. Die einzelnen Bereiche werden von den Projektpartnern Siemens, Infineon, Intel, der TU München und der Hochschule Augsburg bearbeitet. Das Projekt wird vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) gefördert.

Speziell entwickelte Radarsensoren werden in die Leitpfosten integriert, um ein lückenloses und anonymes Abbild des Verkehrs zu erzeugen [1]. Radarsensoren eignen sich sehr gut, um Abstände und Geschwindigkeiten zu messen, auch bei Bedingungen wie Schneefall oder Nebel, die eine Erfassung per Lidar [s. Fußnote 1] oder Kamera erschweren oder unmöglich machen. Die zusätzlichen Sensoren ermöglichen nicht nur eine Validierung der vom Fahrzeug selbst erhobenen Daten, sondern auch eine erhebliche Erweiterung des Wahrnehmungsbereichs.



- 1 Forschungsfahrzeug der Hochschule Augsburg.
- 2 Radarmessungen an Auflieger.
- 3 Digitales Testfeld auf der A9.



Damit einher gehen auch eine Erkennung von Geisterfahrern und von Staus. Autonome Fahrzeuge haben heute einen Wahrnehmungshorizont von weniger als zweihundert Metern. Durch die Sensordaten der Infrastruktur lässt sich dieser Horizont nahezu beliebig erweitern. Dies ermöglicht vorausschauendes Fahren, auch weit über das Menschenmögliche.

Vorteile des Systems:

- Geisterfahrerererkennung
- Verkehrssteuerung
- Vorausschauendes Fahren
- Validierung der fahrzeugeigenen Sensordaten
- Anonyme Verkehrserfassung

Zu diesem Zweck werden im HSA\_ired hochauflösende Algorithmen zur Verbesserung der Winkelauflösung sowie Klassifizierungsalgorithmen für die Sensoren untersucht. Mit ihrer Hilfe lassen sich insbesondere Lkw und Pkw voneinander unterscheiden, was essentiell für die Verkehrsflussoptimierung ist.

Um eine Beeinflussung der fahrzeugeigenen Radarsensoren durch die Infrastruktur so gering wie möglich zu halten, werden Interferenzen untersucht, die beim gleichzeitigen Betrieb von ortsfesten und mobilen Radarsensoren entstehen. Interferenzen können zu Falschzielen (sog. Geisterzielen) führen. Damit diese nicht zu Fehlentscheidungen führen, werden Konzepte entwickelt, Interferenzen zu erkennen und zu vermeiden.

Die Radarsensoren erheben die Daten ihres Umfelds und senden diese an eine zentrale Recheneinheit (Fog) die sich am Straßenrand befindet. Dieser leistungsstarke Computer fusioniert alle Daten der einzelnen Radarsensoren unter Einbeziehung eines im HSA\_ired ausgelegten Kalman Filters.

Auswahl der an der Hochschule Augsburg bearbeiteten Aufgaben:

- Radarsensor-Algorithmen
- Datenfusion
- Einbindung des Forschungsfahrzeugs
- Interferenzen zwischen Radarsensoren

Zudem bietet das Radarsensornetzwerk neue Möglichkeiten der Verkehrsflusssteuerung einschließlich eines entscheidenden Vorteils gegenüber heutigen

Systemen: Die Auflösung der Radarsensoren ist gut genug, um Abmessungen und Positionen von Fahrzeugen zu bestimmen, jedoch ohne sie dabei zu identifizieren. Im Gegensatz zu einer Erhebung per Kamera sind alle erhobenen Daten per se anonymisiert.

Als hochautomatisiertes Testfahrzeug dient der hochschuleigene Forschungs-BMW, der sich im Testfeld im Open-Loop Betrieb bewegen wird. Sein hochgenaues Positioniersystem<sup>2</sup> wird ihn dabei im Testfeld platzieren. Es besteht aus mehreren inertialen Messeinheiten und GNSS-Sensoren, die Korrekturdaten aus der Infrastruktur empfangen. Diese ermöglichen die Fahrzeuglokalisierung mit einer Genauigkeit von der Größe eines Fingernagels. Eine Funkverbindung zur Infrastruktur versorgt das Fahrzeug mit dem Echtzeitgeschehen auf der Straße vor ihm. Der Verkehr wird zusätzlich im Cockpit visualisiert. Durch neue Algorithmen, die an diese Infrastruktur-Daten angepasst sind, können Überholmöglichkeiten berechnet, Fahrspurempfehlungen gegeben und Gefahrenstellen frühzeitig erkannt werden. Die in der Infrastruktur erhobenen Daten werden in der BMVI-Cloud der Allgemeinheit zur Verfügung gestellt. <

## LITERATUR

- 01 F. Geissler, S. Kohnert and R. Stolle, „Designing a Roadside Sensor Infrastructure to Support Automated Driving,“ International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), Maui, 2018
- 02 R. Dollinger, C. Markgraf and N. Ertugrul, „Optimization of active yaw control in an autonomous electric racing car,“ 2016 European Control Conference (ECC), Aalborg, 2016, pp. 971-976.

<sup>1</sup> Lidar (Abkürzung für englisch light detection and ranging), auch Ladar (laser detection and ranging), ist eine dem Radar verwandte Methode zur optischen Abstands- und Geschwindigkeitsmessung sowie zur Fernmessung atmosphärischer Parameter. Statt der Radiowellen wie beim Radar werden Laserstrahlen verwendet.



**PROF. DR.-ING. CARSTEN MARKGRAF**  
Projektleitung  
Fakultät für Elektrotechnik  
carsten.markgraf@hs-augsburg.de



**PROF. DR.-ING. REINHARD STOLLE**  
Projektleitung  
Fakultät für Elektrotechnik  
reinhard.stolle@hs-augsburg.de



**PROF. DR.-ING. GUNDOLF KIEFER**  
Projektleitung  
Fakultät für Informatik  
HSA\_ired  
gundolf.kiefer@hs-augsburg.de

Weitere Beteiligte  
**SÖREN KOHNERT**  
**JULIAN STÄHLER**  
**KORBINIAN SCHALKHAMMER**  
Fakultät für Elektrotechnik  
HSA\_ired  
soeren.kohnert@hs-augsburg.de  
julian.staehler@hs-augsburg.de  
korbinian.schalkhammer@hs-augsburg.de

Partner  
Siemens AG, Intel Deutschland GmbH,  
Infineon Technologies AG, TU München

Förderung  
BMVI

[www.hs-augsburg.de/KoRA9-Kooperative-Radarsensoren-fuer-das-digitale-Testfeld-A9](http://www.hs-augsburg.de/KoRA9-Kooperative-Radarsensoren-fuer-das-digitale-Testfeld-A9)



# Computer Vision im Verkehr

## Sicherheit beim autonomen Fahren mit FPGA-Technologie

> Die Hochschule Augsburg befasst sich am Institut HSA\_ired intensiv mit Forschungsfragen zu effizienten eingebetteten Systemen und zum autonomen Fahren. Sei es, dass autonome Rennwagen von Studenten entwickelt werden oder eng mit der Industrie an zukunftsweisenden Technologien gearbeitet wird.

Ein Hauptaugenmerk beim autonomen Fahren liegt auf der Verbesserung der Sicherheit von selbstfahrenden Autos. Ein Schlüsselement hierfür ist eine schnelle Sensor-Datenverarbeitung durch Hardware-

beschleunigung mit FPGA-Technologie. Deshalb werden Kamerasysteme entwickelt, welche in Echtzeit Objekte und die Fahrbahn erkennen.

### Trendwende in der Computertechnologie

Über viele Jahre hinweg haben wir uns daran gewöhnt, dass Standard-Prozessoren, wie sie in PCs, Smartphones oder eingebetteten Systemen zum Einsatz kommen, bei gleichbleibenden oder gar sinkenden Kosten immer leistungsfähiger geworden sind. So ist in den 1990er Jahren die Taktfrequenz von typischen PC-Prozessoren von wenigen MHz (z. B. 25 MHz bei einem Intel i386, 1990) bis auf über 1 GHz (z. B. 1,5 GHz bei einem Pentium 4, 2000) angestiegen.

Eine ähnliche Entwicklung war in der jüngeren Vergangenheit im Bereich der mobilen Prozessoren und eingebetteten Systeme zu sehen.

Dieser Trend der quasi „automatisch“ immer performanter werdenden Hardware gilt in Zukunft jedoch so nicht mehr, denn das Leistungspotential von Standard-Prozessoren ist heute weitgehend ausgeschöpft.

Zukunftsfähige eingebettete Systeme für hohe Leistungsanforderungen, wie sie unter anderem in autonomen Fahrzeugen benötigt werden, können

deswegen nicht alleine auf Basis von Standard-Prozessoren realisiert werden. Sie benötigen Spezialhardware, die zum Beispiel mit Hilfe von FPGA-Technologie („Field-Programmable Gate Arrays“) realisiert werden kann.

Mit der Hardwarebeschleunigung durch FPGA-Technologie befasst sich an der Hochschule Augsburg die Arbeitsgruppe Effiziente Eingebettete Systeme (EES) am Institut für ressourceneffiziente Datenübertragung und -verarbeitung seit über zehn Jahren.

### Sicherheit beim autonomen Fahren

Eine vielversprechende Zukunft steht uns mit autonomen Fahrzeugen bevor. So können Menschen mit Handicaps sicher an ihr Ziel kommen oder es lassen sich Unfälle durch Unaufmerksamkeit oder Übermüdung verringern. Aber auch neue Aspekte, ob man überhaupt ein eigenes Auto benötigt oder eines nur bei Bedarf ruft, kommen ins Spiel.

Doch eines muss immer an erster Stelle stehen: „Sicherheit geht vor“. Aus diesem Grund wird intensiv an der Hochschule Augsburg an „Sicherheit durch Datenfusion“ geforscht. Es wird der Ansatz verfolgt, mehrere Sensoren und Informationsquellen für die Wahrnehmung zu verwenden, diese Daten zu fusionieren und die Ergebnisse zu plausibilisieren.

Ein wichtiges Forschungsgebiet ist die Verarbeitung von Kameradaten. Optische Sensoren bieten ein breites Anwendungsspektrum, benötigen jedoch sehr komplexe Algorithmen.

### Objekterkennung mit FPGA-Beschleunigung

Für die Erkennung von Objekten und Fahrbahn bei „Formula Student Driverless“-Rennen wurde ein System entwickelt, welches die rechenintensive Bildverarbeitung in der FPGA-Logik und die Nachverarbeitung der Daten in Software durchführt.

Für die Erkennung wird das Verfahren der Hough-Transformation verwendet. Dieses gilt als sehr robust, aber auch als sehr rechenaufwendig. Durch die an der Hochschule Augsburg entwickelte Spezialhardware konnte dieser Prozess erheblich beschleunigt werden, sodass die eigentliche Objektsuche nur noch wenige Millisekunden benötigt. Soft-

wareseitig werden die Erkennungen plausibilisiert und aus der Kamera-Perspektive für den Aufbau einer Karte transformiert. Die letztendliche Gesamtverarbeitung ist damit schneller als die Bildaufnahme einer gängigen 30-FPS-Kamera!

Im Vergleich zu GPU-Lösungen, die ebenfalls häufig für die Bildverarbeitung eingesetzt werden, bietet der FPGA die entscheidenden Vorteile bezüglich Energieverbrauch und der individuellen Gestaltung der System-Architektur.

Die hohe Effizienz der Spezialhardware und das lückenlose Zusammenspiel von Software und Hardware qualifizierte das System zur Vorstellung eines Papers auf einer internationalen IEEE Konferenz [1].

Das System kam in einem elektrischen Rennwagen zum Einsatz, welcher selbstständig fahren kann. Durch die schnelle Datenverarbeitung erzielte das Augsburger Formula Student Team den ersten Platz auf der Rennstrecke in Silverstone, UK. Auf dem Hockenheimring wurde sogar ein neuer Weltrekord in der Disziplin des Beschleunigungsrennens aufgestellt.

### Fazit

Die Forschungsaktivitäten rund um das automatisierte Fahren und die effizienten eingebetteten Systeme vertieft die Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Fakultäten der Hochschule Augsburg und stärkt die Zusammenarbeit mit externen Partnern aus Industrie und Forschung. Den Studenten wird eine Gelegenheit geboten, durch praktische Erprobung an Forschungsfahrzeugen die Technologietrends von morgen zu erforschen. <

### LITERATUR

- 01 Julian Sarcher, Christian Scheglmann, Alexander Zoellner, Tim Dolereit, Michael Schaeferling, Matthias Vahl, Gundolf Kiefer: "A Configurable Framework for Hough-Transform-Based Embedded Object Recognition Systems", IEEE International Conference on Application-specific Systems, Architectures and Processors (ASAP) 2018, Mailand, 10. Juli 2018.



**PROF. DR.-ING. GUNDOLF KIEFER**  
Projektleitung

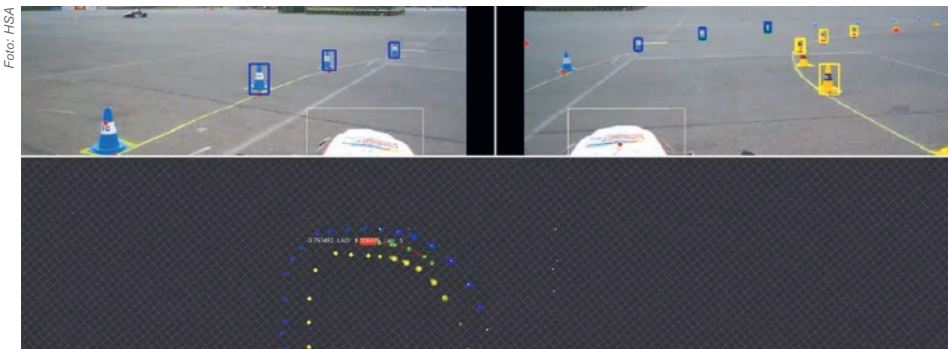
Fakultät für Informatik  
HSA\_ired  
Arbeitsgruppe Effiziente Eingebettete Systeme (EES)  
gundolf.kiefer@hs-augsburg.de

Weitere Beteiligte  
**PROF. DR.-ING. CARSTEN MARKGRAF**  
Fakultät für Elektrotechnik  
**PROF. DR. FLORIAN KERBER**  
Fakultät für Elektrotechnik  
**CHRISTIAN SCHEGLMANN B.ENG.**  
Fakultät für Informatik

Partner  
Fraunhofer IGD, Rostock  
Siemens, München  
Infineon, München  
TU München  
Continental, Frankfurt  
BMW, München

Förderung / Laufzeit  
▪ HSA\_Projektbudget 2017/18  
▪ ChASA: BMWi  
▪ KoRA9: BMWi

[www.hs-augsburg.de/hsa-ired](http://www.hs-augsburg.de/hsa-ired)

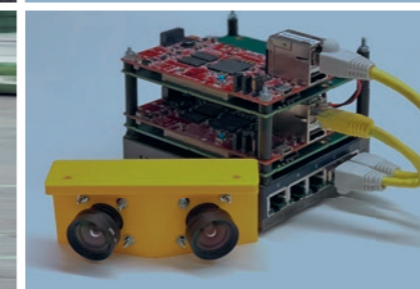
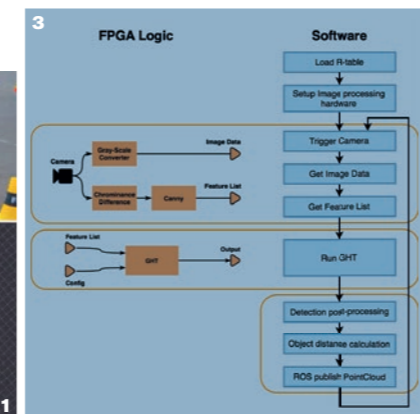


1 Hocheffiziente Objekterkennung im Einsatz im Formula-Student-Driverless-Fahrzeug.

2 Spezialhardware für die Bildverarbeitung, die an der Hochschule Augsburg entwickelt wurde.

3 Aufbau des Bildverarbeitungssystems innerhalb eines heterogenen FPGA-Bausteines (Xilinx Zynq 7020). Zeitkritische Schritte sind mit FPGA-Logik beschleunigt (linke Spalte). Die Software (rechte Spalte) läuft unter Linux auf dem gleichen Chip.

4 Der autonome Rennwagen der Hochschule Augsburg am Hockenheimring.





# RiskViz

## Risikolagebild der industriellen IT-Sicherheit in Deutschland

> Weitgehend unbemerkt von der Bevölkerung steuern industrielle Kontrollsysteme (ICS) wichtige kritische Infrastrukturen. Um diese Systeme einfach und kostengünstig überwachen und steuern zu können, werden sie zunehmend an das Internet angeschlossen. Angreifer können

solche Anlagen leicht finden und gezielt attackieren. Bisher haben Bund, Länder und Kommunen keine geeignete Möglichkeit, das Ausmaß der Bedrohung zu erfassen. Im Rahmen des Projekts werden sicherheitsrelevante Informationen gesammelt, zusammengeführt und ausgewertet, um eine möglichst genaue Risikokategorisierung vorzunehmen.

Im Forschungsvorhaben RiskViz wurde zunächst eine Suchmaschine entwickelt, die ICS findet und Informationen zu ihnen und ihrer Bedrohungslage sammelt, ohne dabei den Betrieb dieser ICS zu stören. Das Scannen von Kontrollsystemen ist immer mit einer erhöhten Prozessor- und Netzwerklast verbunden.

Die Untersuchung der Auswirkungen durch aktives Scannen auf das Verhalten der Industriekomponenten war ein wesentlicher Bestandteil des Projektes. Zusätzlich wurden die Möglichkeiten passiver Methoden untersucht und ausgewertet. Die gewonnenen Erkenntnisse hinsichtlich der Scanverträglichkeit wurden u. a. auf internationalen Konferenzen veröffentlicht [1-3].

Eine Anforderung an die Suchmaschine war, dass diese sowohl im Internet als auch intern in Unternehmensnetzwerken einsetzbar sein musste. Des Weiteren sollten Werkzeuge entwickelt werden, um die gesammelten Informationen algorithmisch und visuell zu bewerten und daraus resultierende Erkenntnisse zu IT-Sicherheits-Schutzbedarfen effektiv zu kommunizieren. Hierzu wurden die Ergebnisse der RiskViz-Suchmaschine auch mit zusätzlichen Daten verknüpft. Zu diesen Daten gehören Wirtschafts- und Branchendaten, die im Vorhaben auf ihre Relevanz für die IT-Sicherheit hin untersucht wurden. Ein Ziel der Analysen ist es, gefährdete ICS entsprechenden Betreibern (Kommunen oder Unternehmen) zuzuordnen, damit diese Betreiber gewarnt werden und ihr eigenes Netzwerk schützen können. Zudem helfen die Projektergebnisse Versicherungen bei der Einschätzung des Schadenpotentials von Cyber-Risiken. Da mittels der RiskViz-Suchmaschine sensible Daten erhoben werden, musste im Vorhaben geklärt werden, wer an welcher Stelle zugriffsberechtigt ist, wobei Datenschutz an erster Stelle steht.

### Ziele

Die Hochschule Augsburg hatte im Rahmen des Forschungsprojektes die Konsortialführung. Des Weiteren waren technische Umsetzungen – wie z. B. ein Laboraufbau, um die Suchmechanismen zu testen – sowie die Datenanreicherung weitere Kernthemen.

Die Zielstellung der Hochschule Augsburg beinhaltet im Wesentlichen folgende vier Punkte:

- Erzeugung eines aktuellen Lagebildes in spezifizierten IP-Bereichen bzw. in einem industriellen System.
- Aufbau eines sicheren Labors zur Evaluierung verschiedener aktiver und passiver Scanmöglichkeiten.
- Erfassen der Auswirkungen des Scanvorganges auf industrielle Anlagen (Scanverträglichkeit).
- Darstellung und Auswertung der gewonnenen Ergebnisse.

### Ergebnisse

Die im Rahmen des Projekts RiskViz entwickelten Konzepte und Technologien erlauben es, ein Sicherheitslagebild zu erstellen. Die Kernkomponenten sind hierbei die innere Suche und die äußere Suche. Während die innere Suche in einem Netzwerk integriert werden kann, um den Betreibern kritischer Infrastrukturen einen Überblick über ihre jeweiligen Netzwerke geben zu können, kann die äußere Suche auf das gesamte Internet oder nur auf eingeschränkte IP-Bereiche angewendet werden. Dies ermöglicht Lagebilder unterschiedlicher Granularität, welche sich an die jeweiligen Anforderungen anpassen lassen. Auf Basis dieser Lagebilder können weitere Maßnahmen geplant und Ziele verfolgt werden.

Es konnten die Vorteile und die Notwendigkeit von Scans kritischer industrieller Infrastrukturen aufgezeigt werden. Zudem wurden die Risiken für Betreiber beleuchtet, die durch das Scannen der mitunter sensiblen Komponenten entstehen. Diese Erkenntnisse wurden in mehreren Publikationen behandelt. Mit Hilfe der durchgeführten Tests konnten Schwachstellen identifiziert und Lösungen zur Behebung angeboten werden.

Eines der Kernthemen der Hochschule Augsburg war es, ein Labor für industrielle Komponenten aufzubauen, um diese unter verschiedener Netzwerklast gezielt vermessen zu können. Das Labor ermöglicht es uns, Antwortzeiten von Industriekomponenten exakt zu untersuchen, Protokolle im Hinblick auf Performanz und IT-Sicherheit zu evaluieren sowie konkrete Setups und Szenarien nachzubilden. Das Labor wird weiterhin für Forschung, Lehre und Industrieaufträge eingesetzt. <



**PROF. DR. ALEXANDER VON BODISCO**  
Projektleitung

Fakultät für Informatik  
HSA\_innos  
alexander.vonbodisco@hs-augsburg.de

Weitere Beteiligte  
**M.ENG. MATTHIAS NIEDERMAIER**  
Fakultät für Informatik  
HSA\_innos  
matthias.niedermaier@hs-augsburg.de

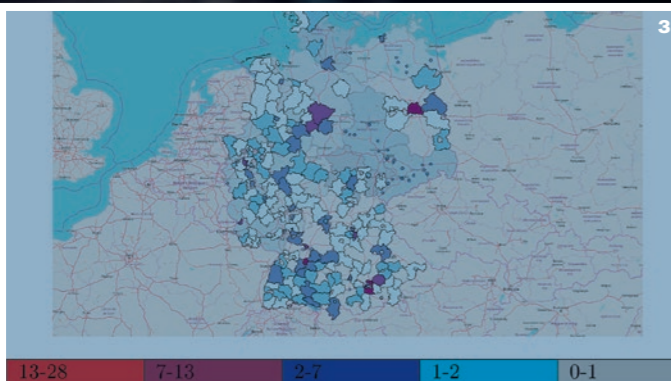
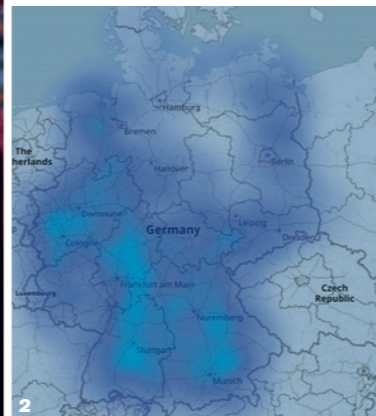
Förderung  
BMBF VDI/VDE-IT, Bonn

Laufzeit  
2016 – 2018

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

### LITERATUR

- 01 Niedermaier, M., Malchow, J., Fischer, F., Marzin, D., Merli, D., Roth, V. und v.Bodisco, A., „You Snooze, You Lose: Measuring PLC Cycle Times under Attacks“, 12th USENIX Workshop on Offensive Technologies (WOOT18), 2018.
- 02 Niedermaier, M., Hanka, T., Plaga, S., v.Bodisco, A. und Merli, D., „Efficient Passive ICS Device Discovery and Identification by MAC Address Correlation“, 5th International Symposium for ICS & SCADA Cyber Security Research, 2018.
- 03 Niedermaier, M., v.Bodisco, A. und Merli, D., „CoRT, A Communication Robustness Testbed for Industrial Control System Components“, 4th International Conference on Event-Based Control, Communication and Signal Processing, 2018.



- 1 Laboraufbau – Serverschrank.
- 2 Risikolagebild – gefundene Komponenten in Deutschland mit bekannten Schwachstellen.
- 3 Risikolagebild – Anzahl der gefundenen Schwachstellen auf Kreisebene.



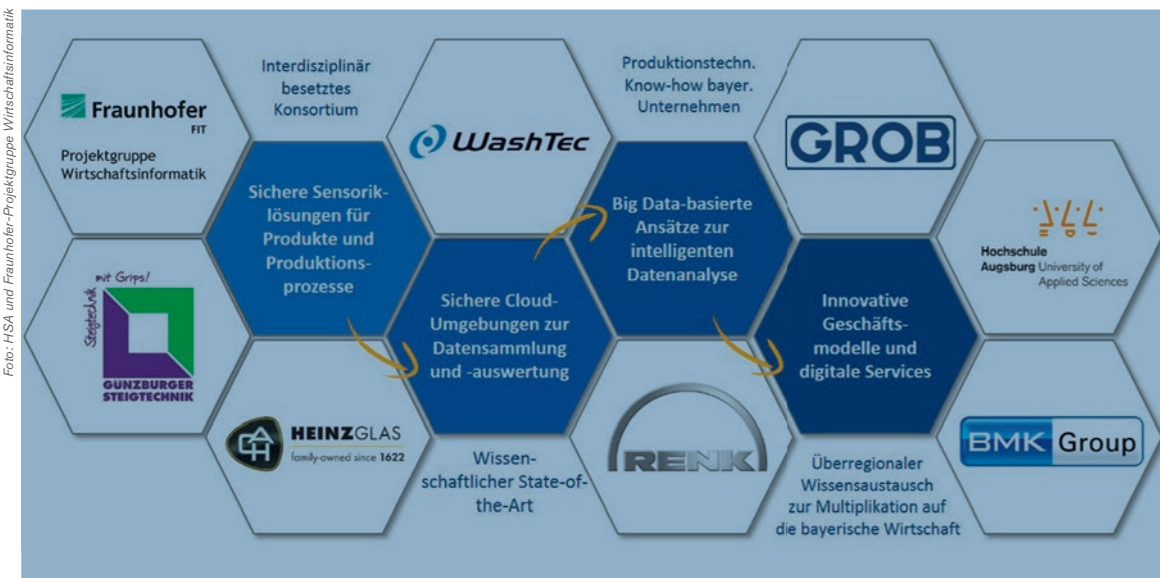
# Datenanalyse in der Produktion

## Intelligente Big Data-Ansätze und innovative Geschäftsmodelle

> Die Digitalisierung des industriellen Sektors ermöglicht die Entwicklung digitaler Geschäftsmodelle als wettbewerbsdifferenzierendes Element. So können Unternehmen datenbasierte Services entwickeln, um kundenindividuelle Lösungen anzubieten. Zugleich kann auch die Effizienz der eigenen Produktionsprozesse verbessert werden. Ziel des Forschungsprojekts „Transparenz in Produktionsprozessen“ ist daher die Entwicklung intelligenter Cloud Computing- und Big Data Analytics-Ansätze zur Sammlung und Auswertung von Massendaten der Produktion und damit verbundener Geschäftsmodellinnovationen.

Das Forschungsprojekt befasst sich mit der Digitalisierung des industriellen Sektors und Entwicklungen wie dem „Industrial Internet of Things“ oder „Big Data“. Diese führen zu tiefgreifenden Veränderungen in nahezu allen Branchen und bieten Unternehmen vielfältige Potentiale zur Steigerung ihrer Wettbewerbsfähigkeit. So können vor allem Produktionsprozesse effizienter und flexibler gestaltet und neue Geschäftsmodelle mit innovativen, digitalen Services entwickelt werden.

Um bayerische Unternehmen bei der digitalen Transformation zu unterstützen, werden Lösungen von der sicheren Datenerzeugung mittels Sensorik, über deren sichere Speicherung und Aufbereitung bis hin zur intelligenten Auswertung und Analyse entwickelt. So ist es bspw. möglich, durch den Einsatz von hochentwickelten Schwingungssensoren den Zustand komplexer Industriegetriebe kontinuierlich zu überwachen und mittels intelligenter Analyse-Algorithmen Wartungsbedarf frühzeitig zu erkennen. Auf dieser Basis können Kunden dann digitale Services wie etwa Condition Monitoring oder Predictive Maintenance Lösungen angeboten werden.



Themenschwerpunkte und Merkmale des Forschungsprojekts TRIP.

### Die Herausforderungen

Bei der Entwicklung digitaler Lösungen stehen Unternehmen jedoch aufgrund der schnell wachsenden Datenbasis und den sich rasant wandelnden Marktbedingungen vor vielfältigen Herausforderungen, wie bspw.:

- Wie können Sensordaten strukturiert erfasst und gespeichert werden?
- Wie kann die gewonnene Datenbasis zielgerichtet und intelligent ausgewertet werden?
- Welche Geschäftsmodelle lassen sich auf Basis der entwickelten Lösungen ableiten?
- Wie lassen sich digitale Services wertorientiert bepreisen?

Diese und damit verbundene Fragestellungen sind nur interdisziplinär zu lösen. Daher kooperieren im Projekt verschiedene Forschungsgruppen der Hochschule Augsburg sowie die Projektgruppe Wirtschaftsinformatik des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Informationstechnik (FIT) intensiv mit sechs Industrieunternehmen aus Schwaben und Oberfranken. Durch das Konsortium wird ein hoher Anwendungsbezug und gezielter Wissenstransfer zwischen Wissenschaft und Praxis sichergestellt.

### In drei Arbeitsgruppen zum Erfolg

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurden drei interdisziplinäre Arbeitsgruppen, bestehend aus Betriebswirten, Ingenieuren, Mathematikern und Wirtschaftsinformatikern, gebildet.

Im Fokus der Arbeitsgruppe 1 steht die zielführende Integration smarter Sensoren in komplexe Produktionsprozesse unter besonderer Berücksichtigung der IT-Sicherheit. Hierdurch sollen im Projekt entsprechende Konzepte und Good Practices erarbeitet werden. Eine besondere Herausforderung ist dabei der heterogene Maschinenpark der Konsortialpartner sowie die Entwicklung geeigneter, individueller Sensoriklösungen.

Arbeitsgruppe 2 befasst sich mit der Analyse von Massendaten, die zum einen in Produktionsprozessen und zum anderen von Produkten wie Industriegetrieben, Fräsmaschinen oder Waschanlagen im Einsatz bei Kunden gewonnen werden. Um Produktionsprozesse zu optimieren, Zustände von Produktionskomponenten und Produkten in Echtzeit zu überwachen und möglichen Wartungsbedarf vorausschauend zu identifizieren, werden intelligente Analytics-Algorithmen erforscht. Zu diesem Zweck werden Methoden zur Datenaufbereitung und mathematische Modelle zur Datenanalyse entwickelt, die eine wirtschaftliche Umsetzung von Analytics-Services in Zukunft gewährleisten sollen.

In der Arbeitsgruppe 3 werden innovative Geschäftsmodelle entwickelt, die durch digitale Services wie Condition Monitoring, Predictive Maintenance oder nutzungsabhängige Betreibermodelle, sog. Pay-per-Use-Modelle, möglich werden. Im Projekt wurden zunächst in Workshops die bestehenden Geschäftsmodelle analysiert, um darauf aufbauend digitale Ziel-Geschäftsmodelle abzuleiten. Eine besondere Herausforderung für die Unternehmen liegt dabei in den vielschichtigen Auswirkungen und Herausforderungen, die mit der digitalen Transformation ihrer traditionellen Geschäftsmodelle einhergehen. So stehen gerade klassische Maschinenbauer vor der Herausforderung, digitale Services kundengerecht zu bepreisen und die benötigten Analytics-Kompetenzen und Ressourcen aufzubauen.

### Fazit

Im Hinblick auf die nachhaltige, digitale Transformation konnten im Projekt bislang wertvolle Erkenntnisse aus der Forschung auf die unternehmerische Praxis übertragen und weiterentwickelt werden.

Durch die Multiplikation der Projektergebnisse auf das produzierende Gewerbe in ganz Bayern sollen künftig die bislang noch nicht ausgeschöpften Innovationspotentiale gehoben und dadurch die internationale Wettbewerbsfähigkeit gesteigert werden. <



**PROF. DR. BJÖRN STEVEN HÄCKEL**  
Projektleitung

Professur für digitale Wertschöpfungsnetze  
Fakultät für Informatik  
HSA\_innos  
bjoern.haekkel@hs-augsburg.de

Weitere Beteiligte  
**PROF. DR. FLORIAN KERBER**  
Fakultät für Elektrotechnik  
TZZ  
florian.kerber@hs-augsburg.de

**PROF. DR. MICHAEL KRUPP**  
Fakultät für Wirtschaft  
HSA\_ops  
michael.krupp@hs-augsburg.de

**PROF. DR. DOMINIK MERLI**  
Fakultät für Informatik  
HSA\_innos  
dominik.merli@hs-augsburg.de

**PROF. DR.-ING. HONORARY DOCTOR OF ONPU THORSTEN SCHÖLER**  
Fakultät für Informatik  
HSA\_ired  
thorsten.schoeler@hs-augsburg.de

**Partner**  
Fraunhofer-Projektgruppe Wirtschaftsinformatik, Augsburg  
RENK, Augsburg  
GROB-WERKE, Mindelheim  
BMK, Augsburg  
Günzburger Steigtechnik, Günzburg  
WashTec, Augsburg  
HeinzGlas, Kleintettau

**Förderung**  
StMWi

**Laufzeit**  
2018 – 2019



# Interaktionsformen der Zukunft

Über adaptive Touch-Oberflächen zur fehlerfreien Gesteninteraktion

> Die Interaktion mit Smartphones über Touch ist heute so selbstverständlich wie früher via Tastatur und Maus. Dennoch sind viele Fragen zur Effizienz, Präzision und Fehleranfälligkeit unter unterschiedlichen Randbedingungen (Haltung, Bildschirmgröße, Bewegung etc.) in der Grundlagenforschung ungeklärt. Hinzu kommt die Frage nach den Interaktionsformen der Zukunft, wenn Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR) zum Alltag gehören werden wie Smartphones heute. Hier wird die Interaktion per Gestik immer wichtiger. Im neuen Interaktionslabor der Hochschule Augsburg werden grundlegende Modelle zur Touch- und Gesteninteraktion erforscht.

Im neu eingerichteten Interaktionslabor (Informatik und Gestaltung) wird mit neuester Technik die Interaktion zwischen Mensch und Endgeräten untersucht. Ein Tracking-System – bekannt aus der Filmindustrie unter dem Begriff Motion Capture – kann mit hoher Präzision menschliche Körperbewegung erfassen. Wir untersuchen sowohl

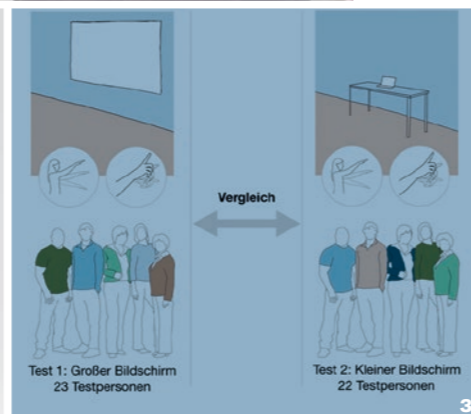
„traditionelle“ Touch-Interaktion als auch zukunftssträchtige Gestik-Interaktion. Unsere Studien basieren auf Fitts' Law, ein einfaches Modell zum Zusammenhang zwischen Interaktionsdauer, Zielgröße und -distanz, das es uns erlaubt, Messungen zu normalisieren und so zu vergleichen (mittlerweile Industriestandard: ISO 9241).



Foto: Corinna List



2



- 1 Studie im Interaktionslabor mit 12 High-Speed-Kameras und Tracking-Software.
- 2 Analysesoftware „Fitts Lab“ zum detaillierten Vergleich von Touch-Interaktionen.
- 3 Vergleichsstudie zum gorilla arm problem.

## Wie hältst du's mit dem Smartphone?

Smartphones lassen sich unterschiedlich halten und bedienen: hochkant oder quer, mit Zeigefinger oder Daumen. Wie wirkt sich das auf die Eingabe aus? Wann passieren Fehler? Müsste sich das Design nicht automatisch anpassen, wenn man das Handy dreht oder den Eingabefinger wechselt? Wohingegen das bekannte Responsive Design darauf abzielt, das Äußere für verschiedene Displaygrößen anzupassen, meinen wir mit Responsive Interaction, dass einzelne Bedienelemente ihr Verhalten ändern, sobald sich der Kontext ändert.

In einer aktuellen Studie konnten wir klare – aber auch sehr differenzierte – Unterschiede zwischen verschiedenen Smartphone-Haltungen nachweisen [1]. Die Eingabegeschwindigkeit ist z. B. dann am höchsten, wenn man das Handy quer hält und mit zwei Daumen bedient. Dennoch ist die einhändige Bedienung in hochkant mit dem Daumen sehr populär, weil die zweite Hand frei ist, um z. B. eine Tasche zu tragen. Diese Haltung erwies sich jedoch als langsam und fehleranfällig. Ausnahme ist die Region rechts-unten in Nähe des Daumens.

Ähnlich haben wir weitere Regionen und Bewegungsrichtungen identifiziert, die nachweislich schneller, fehlerfreier oder präziser sind. Insgesamt gibt es keine perfekte Art, ein Smartphone zu halten, wohl gibt es Möglichkeiten, die Benutzerschnittstelle so zu gestalten, dass je nach Priorität (z. B. schnell vs. fehlerfrei) und Haltung die Bedienoberfläche automatisch angepasst wird.

## Is Bigger better?

Trotz der Allgegenwart von Smartphones setzt sich Touch auf größeren Flächen erst nach und nach durch. Wie ändert sich dort die Charakteristik der Interaktion? Corinna List hat dies in ihrer Bachelorarbeit<sup>1</sup> anhand von drei Bildschirmgrößen – Notebook (13"), Standrechner (28") und Großbildschirm (70") – untersucht. Sie fand heraus, dass große Bildschirme (70") die Interaktion verlangsamen, mög-

licherweise durch die Reibung und Ermüdung entlang größerer Strecken. Kleine Bildschirme (13") verursachen viele Fehler, wahrscheinlich durch das bekannte fat finger problem: der Finger verdeckt das Ziel und hat keinen klar definierten Kontaktpunkt. Die mittlere Bildschirmgröße (28") wird subjektiv als weniger anstrengend empfunden und verursacht deutlich weniger Fehler als der kleine Bildschirm. Dies scheint somit die „goldene Mitte“ zu sein.

## Gorillas und Gesten

Da Gestensteuerung im den Bereichen VR, AR und in Computerspielen immer prominenter wird, hat sich Julia Krammling in ihrer Masterarbeit<sup>2</sup> mit dem sogenannten gorilla arm problem beschäftigt. Gestensteuerung hat den entscheidenden Nachteil, dass die Armhaltung und die Größe der Geste den User zusehends ermüden. Hängt aber die Wahrnehmung dieser Ermüdung nicht von der Gesamtsituation ab? Gestikuliert man mit großen oder kleinen Gesten, tut man dies vor einer großen Bildschirmprojektion oder vor einem normalen Monitor? Krammling analysierte diese Frage in einem aufwändigen Experiment mit 45 Versuchspersonen. Ihre zentralen Befunde ergaben, dass die Bildschirmgröße die Wahrnehmung der Anstrengung nicht direkt beeinflusst. Große Gesten werden immer auch als anstrengender empfunden. Wichtig ist aber, dass die Probanden vor allem auch „mehr Spaß“ bei den großen Gesten empfanden und bestimmte Bewegungsformen (z. B. Bewegungsrichtung in Richtung der Gravitation) bei großen Gesten sogar leichter fallen könnten. Die Studie ist erst der Beginn einer grundlegenden Erforschung von Gesteninteraktion. <

<sup>1</sup> <https://showcase.hs-augsburg.de/2018/touch-gesture-and-fitts-law>

<sup>2</sup> <https://showcase.hs-augsburg.de/2018/user-experience-in-der-gestensteuerung>



PROF. DR. MICHAEL KIPP  
Projektleitung

Fakultät für Informatik  
michael.kipp@hs-augsburg.de

Förderung  
HSA\_Projektbudget,  
Antrag „Interaktionslabor“

Laufzeit  
2017 – 2018

## LITERATUR

- 01 Forian Lehmann und Michael Kipp (2018) How to Hold Your Phone When Tapping: A Comparative Study of Performance, Precision, and Errors. In: Proc. of the ACM International Conference on Interactive Surfaces and Spaces (ISS), ACM Press.
- 02 Quan Nguyen und Michael Kipp (2015) Where to Start? Exploring the Efficiency of Translation Movements on Multitouch Devices. In: Proc. of the 15th IFIP TC 13 International Conference (INTERACT), Springer.
- 03 Quan Nguyen und Michael Kipp (2014) Orientation Matters: Efficiency of Translation-Rotation Multitouch Tasks. In: Proc. of the 32nd annual ACM conference on Human factors in computing systems (CHI), ACM Press.

# Situationsanalyse im E-Commerce

## Optimierung der Customer-Experience im digitalen Marketing

> Die Customer Journey im digitalen Marketing definiert Berührungspunkte (Touch Points), an denen Benutzer direkt mit e-Business-Plattformen interagieren können. Damit aber aus Benutzern Käufer werden, verbindet man auf den Nutzerkreis bezogene Vorab-Anpassungen der Website mit dynamischen Anpassungen zur Laufzeit. Dadurch beeinflusst man direkt das individuelle Interaktionserlebnis während des Einkaufsprozesses.

Am Beispiel eines e-Business-Portals eines Augsburger Kosmetikerstellers wird gezeigt, wie das situationsbasierte Analyse- und Adaptionssystem SitAdapt 2.0 die Customer Experience optimiert.

Im digitalen Marketing haben sich in den letzten Jahren IT-basierte Verfahren zur Datenanalyse durchgesetzt, durch die man aus dem Verhalten typischer Nutzer auf das Kaufverhalten und die Wunschvorstellungen von Nutzergruppen schließen kann. Doch nicht immer spiegeln die von automatisierten Systemen vorgeschlagenen Produktvorschläge und Hilfeinformationen die tatsächlichen Wünsche von Nutzerinnen und Nutzern wider. Häufig werden sie sogar als lästig empfunden und einfach weg geklickt.

### SitAdapt 2.0

Wir beschreiben mit dem von unserer Forschungsgruppe HSA\_aue (Automation in Usability Engineering) entwickelten System SitAdapt 2.0 [1] zur situationsbasierten Analyse und dynamischen Softwareanpassung zur Laufzeit einen deutlich individuelleren Weg. SitAdapt 2.0 (Bild 1) integriert die Beobachtungsdaten intelligenter Monitoring-Technologien wie Eye-Tracking, visuelle Emotionserkennung, Körpersignalanalyse mit Metadaten, die bei der Interaktion der Benutzerin mit dem Online-Shop anfallen, um automatisch eine Folge feinkörniger Situationsprofile zu erstellen. Die Profile dienen als Basis für individuelle Softwareanpassungen durch Situationsregeln, die z. B. das

Layout oder die Farbgestaltung verändern, Vorschläge für ähnliche Produkte unterbreiten oder bei Unklarheiten Nutzer-Chats vorschlagen.

SitAdapt analysiert auch die wechselnden Emotionen und den Stress-Level von Nutzern. Regeln können darauf basierend Benutzern etwa Gutscheine anbieten, wenn sie sich für ein hochwertiges Produkt interessieren, sich aber nicht zum Kauf entschließen können. Um Softwareanpassungen in Echtzeit durchzuführen, setzen wir auf das von uns entwickelte PaMGIS-Framework, das einen Katalog von Softwaremustern und Modellen für die automatische Benutzerschnittstellengenerierung bereitstellt [2].

Nicht jeder Benutzer fühlt sich wohl, wenn er bei seinen Aktivitäten am Computer so intensiv beobachtet und analysiert wird. Deshalb verwenden wir SitAdapt 2.0 bisher nur im Usability-Labor oder direkt bei Kooperationspartnern, um typische Szenarien aus der Customer Journey mit ausgewählten Probandinnen und Probanden durchzuspielen. Solche Nutzertests liefern uns dann wertvolle Hinweise über die Akzeptanz der untersuchten e-Shops, typische Nutzergruppen-Merkmale (Personas) und Optimierungsvorschläge. Nachträgliche Big-Data-Analysen der umfangreichen Testdaten können auch neue Situationsregeln zu Tage fördern.

und ihr entweder zusätzliche Detailbilder des Gesichts oder weitere Produktinformationen einblenden.

In Bild 4 ist zu sehen, wie eine Kundin das für sie ideale Produkt zur Winterpflege gefunden hat und positiv emotional reagiert. Man sieht hier sehr genau den Blickverlauf im Informationstext und die gleichzeitige Manifestation der Grundemotion happy. Der Nutzerin könnte man später ein Pop-up-Fenster einblenden, auf dem weitere Winterprodukte dargestellt sind.

### Fazit und Ausblick

Situationsbasierte Analyse erlaubt es schon heute, die Customer Experience zu verbessern und den Geschäftserfolg der Anbieter zu optimieren. In Kürze werden wir auch EEG-Messungen durchführen, um noch präzisere Analysen des kognitiven Nutzerzustands zu erhalten. Parallel dazu arbeiten wir an Methoden zur Emotionserkennung, die ohne visuelle und bio-physiologische Messungen auskommen. Dazu vergleichen wir die bei Nutzertests gewonnenen Emotions- und Stress-Level-Daten mit dem Maus- und Tastatur-Eingabeverhalten. So lassen sich einige typische Situationsmuster auch bei anonymen Endnutzern zur Optimierung der Kundenzufriedenheit nutzen. <

### Anwendungsbeispiele

Mit unserem Kooperationspartner Dr. Grandel GmbH haben wir untersucht, wie sich das Nutzungsverhalten des e-Business-Portals unterscheidet, wenn einerseits Kundinnen und andererseits Erstnutzerinnen nach bestimmten Gesichtspflege-Produkten suchen [3]. Bild 2 zeigt eine sogenannte Heatmap mehrerer Kundinnen. Zahlreiche Blicke gehen direkt ins Gesicht des Modells. Hingegen zeigt Bild 3, das die Blickbewegungen der Erstnutzerinnen überlagert, eine viel stärkere Fokussierung auf die Beschreibungsinformationen. SitAdapt 2.0 könnte nun eine anonyme Nutzerin, an ihrem Blickverhalten einer bestimmten Nutzer-Persona zuordnen

### LITERATUR

- 01 Christian Martin, Felix Kampfer, Christian Herdin, Lionelle Biawan Yameni: Merging Situation Analytics and Model-Based User Interface Development for Building Runtime-Adaptive Business Applications. In: J. Zdravkovic et al. (Eds): BIR 2018, Stockholm, Sept. 24-26, LNBI 330, Springer (2018).
- 02 Jürgen Engel, Christian Martin, Peter Forbrig: Practical Aspects of Pattern-Supported Model-Driven User Interface Generation. In: M. Kuroso (ed.): HCI 2017, Vancouver, July 9-14, LNCS, vol. 10271, pp. 397-414, Springer (2017).
- 03 Bissinger, Bärbel: Messung und Analyse von bio-physischen und visuellen Daten zur Optimierung der User Experience unbd des Digitalmarketings, Masterarbeit, Studiengang Business Information Systems, Hochschule Augsburg, (2018).



**PROF. DR.-ING. CHRISTIAN MÄRTIN**  
Projektleitung

Fakultät für Informatik  
christian.maertin@hs-augsburg.de

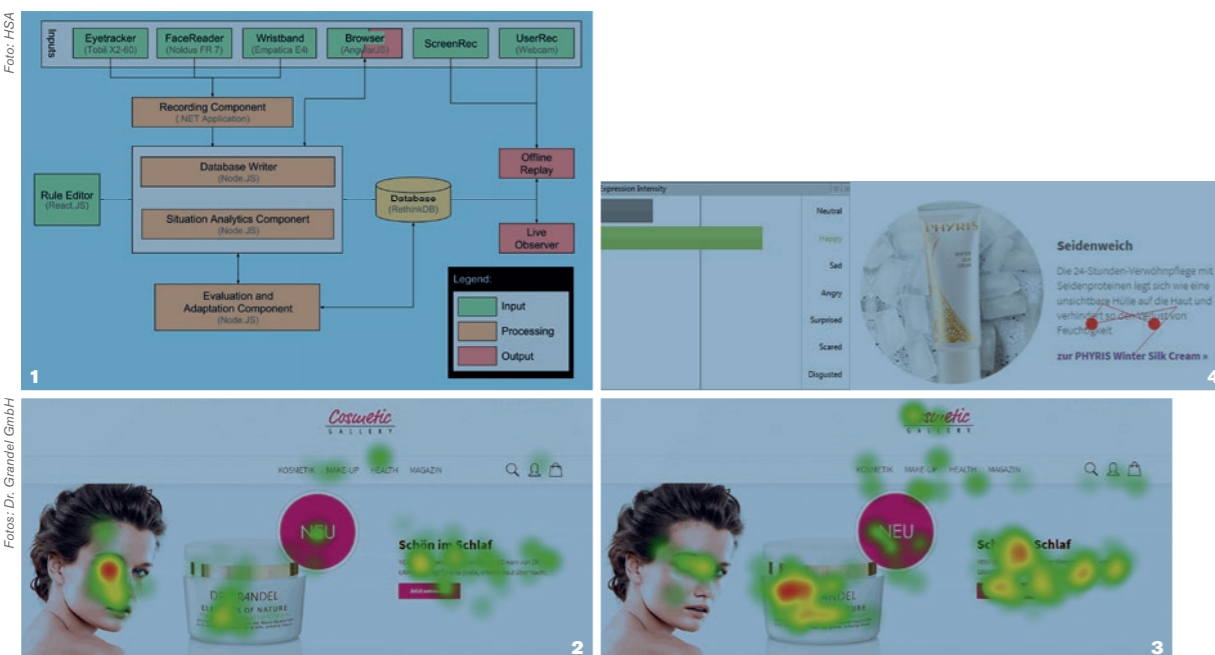
Weitere Beteiligte  
**CHRISTIAN HERDIN, M.SC.**  
Fakultät für Informatik  
HSA\_aue  
christian.herdin@hs-augsburg.de

**FELIX KAMPFER, B.SC.**  
Fakultät für Informatik  
Masterand  
HSA\_aue  
felix.kampfer@hs-augsburg.de

**Partner**  
Dr. Grandel GmbH, Augsburg  
Universität Rostock, Lehrstuhl für Softwaretechnik

**Laufzeit**  
seit 2015

[www.hs-augsburg.de/Informatik/Projekt-AUE.html](http://www.hs-augsburg.de/Informatik/Projekt-AUE.html)



1 SitAdapt 2.0: Systemstruktur und Komponenten der situationsbasierten Analyse- und Adaptionsumgebung.

2 Eyetracking-Heatmap: Kundinnensicht auf eine Kosmetik-Website.

3 Eyetracking-Heatmap: Erstnutzerinnensicht auf eine Kosmetik-Website.

4 Richtiges Produkt gefunden: Nutzerin zeigt positive emotionale Reaktion.



# Intelligente autonome Systeme

## Intelligenz und autonome Entscheidungen für das Internet der Dinge

> Das Internet der Dinge und moderne Verfahren des maschinellen Lernens (Deep Learning) ermöglichen neuartige Anwendungen für Industrie und Wirtschaft. Am Beispiel von Cyber-Physical Systems für die Industrie 4.0, Affective Computing und automatisiertem

Fahren zeigen intelligente Softwareagenten ihre Leistungsfähigkeit bei der dezentralen Entscheidungsfindung in komplexen Situationen. Die Forschungsgruppe Verteilte Systeme (Distributed Systems Group) der Hochschule Augsburg HSA\_dsg unterstützt Forschungspartner und

Unternehmen in diesen Bereichen durch angewandte Forschung und Softwareentwicklung.

Neben der allgegenwärtigen Digitalisierung aller Lebensbereiche durch das Internet der Dinge werden eingebettete und verteilte IT-Systeme zunehmend in die Lage versetzt, komplexe Entscheidungen zu treffen. Mittels maschineller Lernverfahren erfassen Systeme komplexe Bilddaten oder Messwertverläufe, überwachen Prozesse, erkennen Situationen und treffen Entscheidungen, basierend auf den zur Verfügung stehenden Daten. Ermöglicht werden diese Entwicklungen durch neuartige Verfahren des maschinellen Lernens (Deep Learning), leistungsfähigere Hardware zur Berechnung (z. B. durch die Verwendung von Grafikkarten) sowie die Verfügbarkeit riesiger Datenmengen (Big Data), um solche Systeme anzulernen und Muster in den Daten zu erkennen.

In der Forschungsgruppe Verteilte Systeme (Distributed Systems Group) werden aktuelle Verfahren zur Umsetzung von Cyber-Physical Systems bzw. verteilter intelligenter Softwaresysteme, sogenannte Softwareagentensysteme entwickelt. Die Intelligenz und Entscheidungsfindung der Softwareagenten basiert auf traditionellen Verfahren der künstlichen Intelligenz (wie z. B. regelbasierten Ansätzen und Complex Event Processing), aber auch auf aktuellen Verfahren des maschinellen Lernens wie z. B. Deep Convolutional Neural Networks. Dadurch werden einzelne Softwareagenten aber auch mehrere Softwareagenten zusammen in die Lage versetzt, Entscheidungen autonom zu treffen. Ihr formalisiertes Wissen (sogenannte Ontologien) ermöglicht ihnen, mit anderen Softwareagenten zu kooperieren und zu kollaborieren.

### Anwendungen in der Industrie 4.0

Im Verbundprojekt myJoghurt werden gemeinsam Verfahren für Cyber-Physical Production Systems erarbeitet. Das in der Forschungsgruppe an der Hochschule Augsburg verwendete Fertigungsanlagenmodell ist in ein komplexes Produktionssystem über verschiedene produzierende Unternehmen und Zulieferer hinweg eingebettet. Die miteinander verbundenen Systeme ermöglichen eine durchgängige vertikale Vernetzung bis auf die Feldebene. Die intelligenten Softwareagenten zur Produktionssteuerung und -überwachung werden in Zusammenarbeit mit dem Fachausschuss 5.15 „Agentensysteme“ der Gesellschaft für Mess- und Automatisierungstechnik (GMA) weiterentwickelt.

Im Projekt Transparenz in industriellen Prozessen (TRiP) werden innovative Big-Data-Analytics-Lösungen mit dem Ziel der intelligenten Auswertung von Produktionsdaten und der Entwicklung

digitaler Services und Geschäftsmodelle für kleine und mittelständische Industrieunternehmen entwickelt. Dazu werden Produktions- und Produktdaten gesammelt, intelligent aufbereitet, analysiert und Zusammenhänge erschlossen. Die zu entwickelnde Micro-Services-Softwareplattform basiert auf intelligenten, kooperierenden Softwareagenten, welche u. a. Fehlerfälle erkennen und vorhersagen können (Predictive Maintenance). Die erhöhte Transparenz in den industriellen Prozessen ermöglicht weiterhin eine gesteigerte Ressourceneffizienz.

### Maschinelles Lernen auf Sensordaten

Im Forschungsfeld Affective Computing wird versucht, den emotionalen Zustand des Menschen maschinell zu interpretieren. Hierzu wird die elektrische Aktivität des Gehirns mittels EEG aufgezeichnet und durch Verfahren des maschinellen Lernens interpretiert. Über die in der Forschungsgruppe erarbeiteten Verfahren können beispielsweise Gegenstände des Internets der Dinge, wie z. B. Geräte im Smart Home, über das Brain-Computer-Interface „nur durch Gedanken“ gesteuert werden. Die Interpretation komplexerer emotionaler Zustände mittels Deep Learning ist aktueller Forschungsinhalt. Hierdurch können neue Verfahren zur Analyse von Zeitreihendaten gefunden und in andere Anwendungsgebiete übertragen werden.

Intelligente Softwareagenten kommen in der Forschungsgruppe auch in der Robotik im automatisierten Fahren von Modellautos zum Einsatz. Das Modellauto der Forschungsgruppe verwendet eine Kamera sowie Ultraschallsensoren, um selbstständig eine durch farbige Leitkegel markierte Rennstrecke abzufahren. Sensordaten werden mittels Deep Learning analysiert und entsprechende Lenkentscheidungen getroffen. Die gefundenen Verfahren können ebenfalls zur Mustererkennung und intelligenten Entscheidungsfindung in industriellen und wirtschaftlichen Anwendungen eingesetzt werden. <



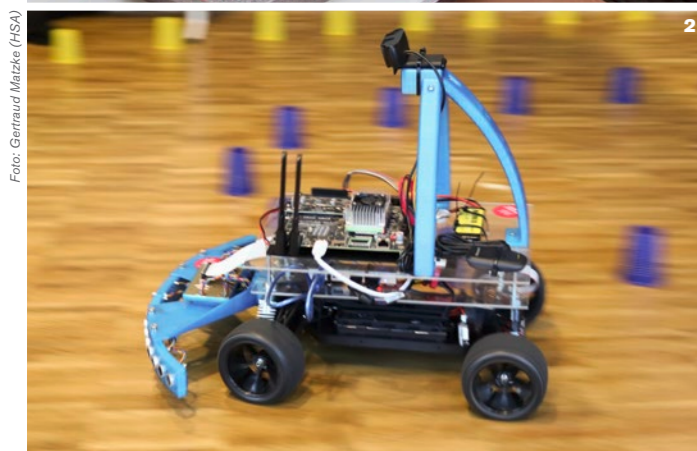
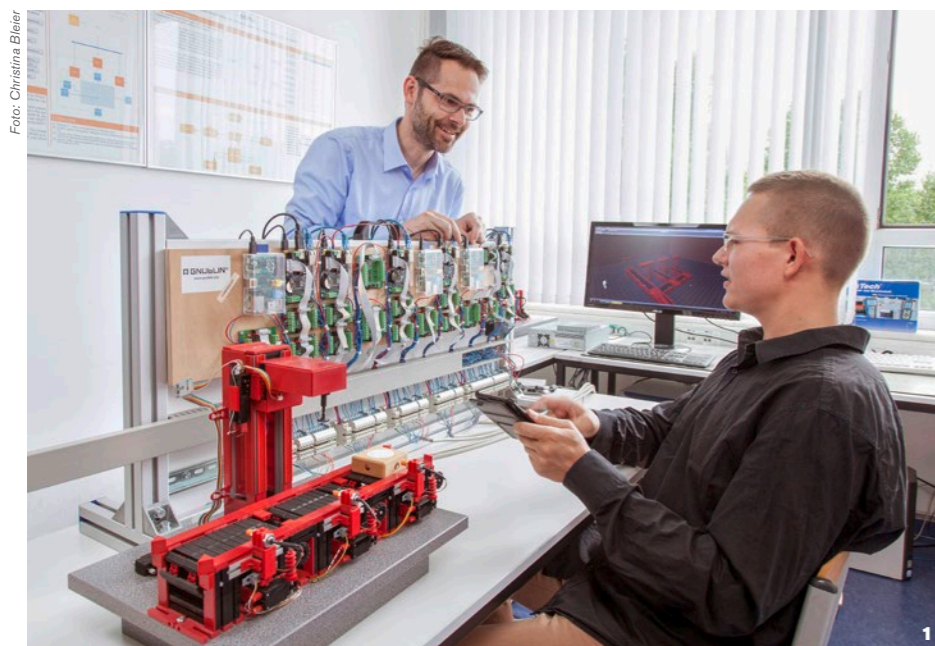
**PROF. DR.-ING. HONORARY DOCTOR OF ONPU THORSTEN SCHÖLER**  
Projektleitung

Fakultät für Informatik  
HSA\_ired  
HSA\_dsg  
thorsten.schoeler@hs-augsburg.de

**Partner**  
Odessa National Polytechnic University (ONPU), Odessa, Ukraine  
Ulster University, Jordanstown, Nordirland, UK  
HTW Berlin, Berlin, Deutschland  
VDE/VDI

### LITERATUR

- 01 B. Vogel-Heuser, Softwareagenten in der Industrie 4.0, 1. Aufl. Berlin/Boston: De Gruyter Oldenbourg, 2018.
- 02 B. Vogel-Heuser, D. Schütz, T. Schöler, S. Pröll und S. Jeschke, „Agentenbasierte cyber-physische Produktionssysteme“, atp edition, Bd. 57, Nr. 9/2015, S. 36-45.
- 03 H. Unger, K. Kyamaky, und J. Kacprzyk, Autonomous Systems: Developments and Trends. Springer, Berlin, Heidelberg, 2011.



- 1 Cyber-Physical Production System für die Industrie 4.0.
- 2 Automatisiertes Modellauto mit Softwareagenten.



# NetDiSC – Gefahrenpotenzialen digitaler Lieferketten entgegenwirken

Die digitale Transformation entlang von Lieferketten vorantreiben

> Gemäß dem Motto „Digitale Transformation sicher gestalten“ setzt sich das Projekt mit der sicheren Digitalisierung von Wertschöpfungs- und Produktionsprozessen in Unternehmen auseinander. Industrie, Handel und Dienstleistungsgewerbe sollen beim digitalen Wandel unterstützt werden, so lautet das Ziel von NetDiSC.

„Augsburg ist eine Supply Chain Region“. So wird die Logistikregion Bayerisch-Schwaben zwischen Augsburg und Neu-Ulm von Logistikexperten charakterisiert. Diese Aussage stützt sich auf die Tatsache, dass laut Güterverkehrsstatistik Güterströme, die in die Region fließen, eine höhere Tonnage aber niedrigeren Wert aufweisen als Güterströme, die aus der Region hinausfließen. Ein deutlicher Hinweis, dass Güter durch produzierendes Gewerbe in der Region veredelt werden und dann zum Konsum

oder zur weiteren Verarbeitung weitertransportiert werden. Diese Position der Region in global agierenden Supply Chains basiert auf einer hervorragenden Logistik der regionalen Unternehmen. Ziel des Forschungsprojekts NetDiSC ist es, die hervorragende Ausgangslage der Region im Bereich Logistik in globalen Supply Chains weiter zu entwickeln und zukunftsfähig zu machen.



Foto: iStock

Der Schlüssel zum Erfolg - digitale Transformation sicher gestalten. NetDiSC sorgt dafür, dass digitale Kommunikationsbeziehungen zwischen Unternehmen und Geschäftspartner gegenüber verschiedenen Formen der Cyberkriminalität abgesichert werden.

Die Absicherung der digitalen Ebene von Lieferketten steht im Fokus von NetDiSC. Denn inzwischen haben viele Unternehmen einzelne Produktionsprozesse digitalisiert. Daraus ergeben sich jedoch nicht nur Vorteile, sondern auch Gefahrenpotenziale. Vor allem im Bereich der Cyberkriminalität. Denn wenn unterschiedliche Produktionsstufen interagieren, neue Technologien zum Einsatz kommen und Software unternehmensübergreifend vernetzt wird, bieten sich neue Angriffsflächen für Cyber-Kriminelle. Die Folge: Unternehmen riskieren empfindliche Verluste durch kriminelle Machenschaften wie: Erpressung, Datenraub, Produktionsstillstände etc.

Um diese Verluste zu vermeiden, müssen die Kommunikationsbeziehungen zwischen Unternehmen und Geschäftspartner abgesichert werden. Hierzu erarbeitet das Forschungsprojekt NetDiSC Lösungsansätze. Wie schauen neue digitale Prozessabläufe aus, was „bringen“ diese und wie müssen diese gegen Bedrohungen abgesichert werden? So lauten drei Leitfragen, die innerhalb von NetDiSC beantwortet werden sollen. Die Fragestellungen im Themenfeld IT-Sicherheit sowie bei der Digitalisierung von Wertschöpfungs- und Produktionsprozessen in Unternehmen sind nur interdisziplinär zu lösen. Daher kooperieren im Projekt NetDiSC Forschungseinrichtungen der Hochschule Augsburg aus unterschiedlichen Fakultäten – wie die Forschungsgruppe für optimierte Wertschöpfung (HSA\_ops) und das Institut für innovative Sicherheit (HSA\_innos) – mit Praxispartnern aus der Region.

Der Forschungsverbund NetDiSC arbeitet an der Entwicklung von praktischen Lösungen, die den sicheren Ablauf digitaler Prozesse gewährleisten, vor allem auch bei Kommunikationsbeziehungen zwischen Unternehmen und Geschäftspartner. Dazu werden diese Lösungsbündel für effiziente Geschäftsprozesse und neue datenbasierte Geschäftsmodelle basierend auf der sicheren und nachvollziehbaren Speicherung und Analyse von Daten entlang von Wertschöpfungsketten entwickelt. Hierfür wird das Forschungsprojekt NetDiSC der Hochschule Augsburg in den nächsten vier Jahren vom Bayerischen Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst mit rund 650.000 Euro gefördert. An der Auftaktveranstaltung nahmen bereits 15 Experten aus der unternehmerischen Praxis teil. <



**PROF. DR. MICHAEL KRUPP**  
Projektleitung

Fakultät für Wirtschaft  
HSA\_ops  
michael.krupp@hs-augsburg.de

Weitere Beteiligte  
**PROF. DR. BJÖRN STEVEN HÄCKEL**  
Fakultät für Informatik  
HSA\_innos  
bjoern.haackel@hs-augsburg.de

**PROF. DR. DOMINIK MERLI**  
Fakultät für Informatik  
HSA\_innos  
dominik.merli@hs-augsburg.de

**MARJAN ISAKOVIC M. SC.**  
Fakultät für Wirtschaft  
HSA\_ops  
marjan.isakovic@hs-augsburg.de

**Förderung**  
StMWK, München

**Laufzeit**  
2018 – 2021

[www.hs-augsburg.de/itw/netdisc](http://www.hs-augsburg.de/itw/netdisc)



# LogiPICs

Eine Bildsprache gegen den Arbeitskräftemangel in der Logistik

> Während eines 18-monatigen Forschungszeitraums entwickelten Wissenschaftler der Fakultäten für Wirtschaft und Gestaltung an der Hochschule Augsburg gemeinsam mit Forschungspartnern des Fraunhofer Instituts für Supply Chain Service SCS die Bildsprache LogiPICs, die dem Arbeitskräftemangel in der Logistikbranche entgegenwirken soll.

Ziel war es, eine modular kombinierbare und interkulturell verständliche Bildsprache zu entwickeln, die die Einarbeitung und Integration neuer Arbeitskräfte erleichtert. Die nutzerzentrierte Entwicklung stand dabei im Mittelpunkt des Forschungsvorhabens.

Wie kann dem Arbeitskräftemangel in der Logistikbranche entgegengewirkt werden? Mit dieser Frage beschäftigten sich die Mitarbeiter im Projekt „LogiPICs – Logistische Prozesse in Bildsprache“. Während des Forschungszeitraums von April 2017 bis September 2018 arbeiteten sie an der Entwicklung von Visualisierungen, die elementare Lagerarbeiten in der Logistikbranche leicht nachvollziehbar und interkulturell verständlich machen. Anhand einer

Bildsprache sollen neue Mitarbeiter in kurzer Zeit fehlerfrei und präzise angelernt werden. Einerseits wird dadurch eine bessere Qualität und Effizienz der betrieblichen Abläufe gewährleistet. Andererseits wird die Einstellung Arbeitssuchender und die Integration von Flüchtlingen und Migranten erleichtert.

Während einer ersten Identifizierungs- und Analysephase wurden hierfür wesentliche Arbeitsprozesse bei den Praxispartnern – Andreas Schmid Logistik AG, Geis Industrie-Service GmbH, Gruber Logistik GmbH, Künzler GmbH & Co. und Wäschekrone GmbH & Co. KG – aufgenommen und die erhobenen Daten anschließend analysiert. Auf dieser Grundlage können zum einen die Sollprozesse in den Abbildungen korrekt wiedergegeben werden. Zum anderen wird durch eine solche nutzerzentrierte Entwicklung die spätere Anwendbarkeit der Bildsprache optimiert und gewährleistet. Gemeinsam mit Prof. Michael Stoll – Professor für Informationsdesign der Fakultät für Gestaltung an der Hochschule Augsburg – wurde auf dieser Grundlage ein Gestaltungssystem entwickelt, das den Anforderungen einer interkulturell informatorischen Bildsprache gewachsen ist. Neben den Dienstleistern aus der Logistikbranche standen die Praxispartner bfz Nürnberg gGmbH, Jäger & Jäger, LogistikCluster Schwaben (LCS) e.V., SocialBee gGmbH sowie trilogIQa dem Projekt mit ihrem Rat im projektbegleitenden Ausschuss zur Seite.

Ab September 2017 wurden die ersten Entwürfe dieser Bildsprache durch die Kollegen des Fraunhofer Instituts für Supply Chain Services SCS sowohl bei den Praxispartnern vor Ort als auch im

offenen Innovationslabor JOSEPHS® in der Nürnberger Innenstadt getestet, um sie einem größeren Publikum zugänglich zu machen und so herauszufinden, ob die Bilder leicht und interkulturell verständlich sind. Die daraus gewonnenen Kenntnisse flossen daraufhin wieder in die Weiterentwicklung der Bildsprache ein und sorgten dafür, dass diese während des Forschungszeitraums kontinuierlich optimiert wurde.

Entstanden ist eine Bildsprache, die in verschiedenen Medien modular genutzt werden kann und sich an die Bedürfnisse der Unternehmen individuell anpassen lässt. Das Ergebnis wurde am 10. Oktober 2018 einem größeren Publikum an der Hochschule Augsburg präsentiert. Während der Abschlussveranstaltung unter dem Motto „Zeichen setzen – Eine Bildsprache für die Logistik“ erhielten Vertreter der Wirtschaft Vorträge aus der Praxis und konnten das LogiPICs-System selbst testen. In Zukunft können Unternehmen über die Projektwebsite [www.logipics.org](http://www.logipics.org) das LogiPICs-System für ihre Bedürfnisse individualisieren lassen und so zur Weiterentwicklung und Präzisierung der Bildsprache beitragen. <



Projektleitung  
**PROF. DR. MICHAEL KRUPP**  
Fakultät für Wirtschaft  
HSA\_ops  
[michael.krupp@hs-augsburg.de](mailto:michael.krupp@hs-augsburg.de)

**PROF. MICHAEL STOLL**  
Fakultät für Gestaltung  
[mstoll@hs-augsburg.de](mailto:mstoll@hs-augsburg.de)

Weitere Beteiligte  
**MARJAN ISAKOVIC**  
Fakultät für Wirtschaft  
HSA\_ops  
[marjan.isakovic@hs-augsburg.de](mailto:marjan.isakovic@hs-augsburg.de)

**ALEXANDRA KORNACHER**  
Fakultät für Wirtschaft  
HSA\_ops  
[alexandra.kornacher@hs-augsburg.de](mailto:alexandra.kornacher@hs-augsburg.de)

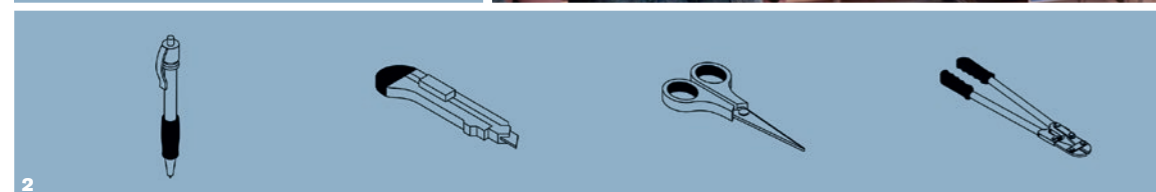
Partner  
Andreas Schmid Logistik AG,  
Gersthofen  
Gruber Logistik GmbH, Sulzberg  
Geis Industrie-Service GmbH,  
Nürnberg  
Künzler GmbH & Co. KG, Meitingen  
Wäschekrone GmbH & Co KG,  
Laichingen

Förderung  
BVL, AiF, BMWi

Laufzeit  
2017 – 2018

[www.logipics.org](http://www.logipics.org)  
[www.hs-augsburg.de/Wirtschaft/LogiPICs-Bildsprache-gegen-Arbeitskraeftemangel](http://www.hs-augsburg.de/Wirtschaft/LogiPICs-Bildsprache-gegen-Arbeitskraeftemangel)

- 1 Visualisierung der Bildsprache LogiPICs.
- 2 Ergänzende Piktogramme als Teil des Systems.
- 3 Das LogiPICs-System auf der Langen Nacht der Wissenschaft Augsburg.





# Ausblick

Raum für Interdisziplinarität und Kooperation – das neue MRM-Gebäude in Augsburg

Fotos: CODE UNIQUE Architekten GmbH



Der Neubau „Materials Resource Management“ bietet beste Forschungsbedingungen für Wissenschaftler und Forschungsgruppen der Hochschule und der Universität Augsburg. Das MRM-Gebäude wird seinem Vernetzungs- und Kooperationsanspruch gerecht: es liegt nicht nur in räumlicher Nähe zum Augsburg Innovationspark, zum Technologiezentrum Augsburg (TZA) sowie zu den Forschungsgebäuden der Fraunhofer-Gesellschaft (FhG) und des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR), sondern es wird eine wichtige Rolle als Zukunftsschmiede der angewandten Forschung im Großraum Bayerisch-Schwaben insbesondere auf dem Feld des Materials Resource Management übernehmen.

## DATEN ZUM GEBÄUDE

**Nettogrundfläche:**  
ca. 10.500 Quadratmeter

**Bruttorauminhalt:**  
ca. 60.000 Kubikmeter, verteilt auf 4 Geschosse (Untergeschos, Erdgeschoss, zwei Obergeschosse)

**Gesamtkosten:**  
43,2 Millionen Euro

**Bauherr:**  
Freistaat Bayern

**Projektleitung:**  
Staatliches Bauamt Augsburg, Abteilung L5

**Planung und Bauleitung:**  
CODE UNIQUE Architekten BDA, Dresden

**Baubeginn:**  
März 2016

**Fertigstellung:**  
Herbst 2019

## IMPRESSUM & KONTAKT

**Herausgeber und v.i.S.d.P.**  
Prof. Dr. Gordon Thomas Rohrmair,  
Präsident der Hochschule Augsburg

**Projektleitung**  
Prof. Dr.-Ing. Elisabeth Krön,  
Vizepräsidentin für Forschung  
und Wissenstransfer

**Redaktion**  
HSA\_transfer  
Jessica Hövelborn, M. A.  
Tel. +49 821 5586-3575  
Fax +49 821 55 86-3253  
redaktion@hs-augsburg.de  
www.hs-augsburg.de/transfer

**Kontakt**  
**Hochschule Augsburg**  
University of Applied Sciences  
An der Hochschule 1  
86161 Augsburg  
Tel. +49 821 5586-0  
Fax +49 821 55 86-3222  
info@hs-augsburg.de  
www.hs-augsburg.de

**Institut für Technologie-  
und Wissenstransfer (ITW)**  
Dipl.-Päd. Gabriele Schwarz  
Leiterin ITW  
An der Hochschule 1  
86161 Augsburg  
Tel. +49 821 5586-3251  
Fax +49 821 5586-3190  
itw@hs-augsburg.de  
www.hs-augsburg.de/itw

**Technologietransferzentrum (TTZ)**  
Michael Hueber, M.Sc.  
Projektleiter TTZ  
Emil-Eigner-Straße 1  
86720 Nördlingen  
Tel. +49 9081 8055-174  
Fax +49 9081 8055-244  
michael.hueber@hs-augsburg.de  
www.hs-augsburg.de/hszdr/TTZ

**Konzeption & Art-Direktion**  
wppt: kommunikation gmbh  
Gesellschaft für visuelle Kultur  
Treppenstraße 17 – 19  
42115 Wuppertal  
Rob Fähmann, Beatrix Göge  
Tel. +49 202 42966-0  
Fax +49 202 42966-29  
direkt@wppt.de

**Druck**  
Druckerei Hans Hitzegrad  
GmbH & Co. KG  
Friedrich-Ebert-Straße 102  
42117 Wuppertal  
Auflagenhöhe: 2.000 Exemplare

**Fotos**  
Hochschule Augsburg, andere  
Bildrechte liegen bei den genannten  
Urhebern und Autoren.  
Titelbild (Foto: Matthias Leo):  
Prof. Dr.-Ing. Rita Hilliges,  
Wasserwirtschaft und Umwelttechnik,  
Fakultät für Architektur und Bauwesen.

© Hochschule Augsburg 2018.  
**Erscheinungstermin Januar 2019.**  
Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck,  
auch auszugsweise, nur mit Genehmi-  
gung der Redaktion und der Autoren.  
Namentlich gekennzeichnete Beiträge  
geben nicht unbedingt die Meinung  
der Redaktion oder des Herausgebers  
wieder. Die Redaktion behält sich die  
Überarbeitung und Kürzung vor.

**Gender-Hinweis**  
Im Sinne einer besseren Lesbarkeit der  
Texte wurde von uns häufig entweder  
die männliche oder weibliche Form  
von personenbezogenen Substantiven  
gewählt. Dies impliziert keinesfalls eine  
Benachteiligung des jeweils anderen  
Geschlechts.

**Dank**  
Die Hochschule Augsburg dankt  
allen Autorinnen und Autoren für die  
Beiträge.







# Der Impulsgeber für die Region

HOCHSCHULWISSEN FÜR UNTERNEHMEN



**Hochschule Augsburg**  
University of Applied Sciences

Institut für Technologie-  
und Wissenstransfer

**Forschungsprojekte.**  
**Entwicklungskooperationen.**  
**Wissenschaftliche Weiterbildung.**

Architektur | Bauwesen | Elektrotechnik | Mechatronik |  
Informatik | Maschinenbau | Verfahrenstechnik |  
Wirtschaft | Gestaltung

---

Hochschule Augsburg  
Gabriele Schwarz  
An der Hochschule 1, 86161 Augsburg  
Tel. +49 821 5586-3294  
itw@hs-augsburg.de  
[www.hs-augsburg.de/itw](http://www.hs-augsburg.de/itw)