



Forschungs-
2017 *bericht*
Research Report



Technische Hochschule
Ingolstadt



<i>Inhaltsverzeichnis</i>	3
<i>Editorial</i>	4
<i>Grußworte</i>	6
<i>Das ZAF</i>	
Vorstellung	12
Übersicht	13
Menschen	14
Forschungsaußenstelle und Graduiertenzentrum Neuburg	15
<i>CARISSMA</i>	16
<i>Institute</i>	
Institut für Innovative Mobilität und ressourcenschonende Antriebstechnologien (MOREA)	44
Institut für neue Energie-Systeme (InES)	50
<i>Kompetenzfelder</i>	
Kompetenzfeldübersicht	60
„production now“	65
Luftfahrt	66
Robotik	70
Logistik und Marketing	74
Werkstoff- und Oberflächentechnik	78
Gründerförderung und Unternehmertum	79
<i>Weitere Forschungsprojekte</i>	
Virtual Reality	84
Digitalisierungsmotor Geschäftsprozessmanagement	86
Parallelisierung von Automotive Software für heterogene eingebettete Systeme	87
<i>Bildungsforschung</i>	
Offene Hochschule Oberbayern (OHO)	88
Schaufenster Elektromobilität	89
Netzwerk Qualifizierung Elektromobilität (NQuE)	90
<i>Konferenzen</i>	
Conference on Smart Mobility Service (CoSMoS)	91
Dagstuhl-Seminar	92
VI-Forum	93
<i>Promotionen</i>	
Graduiertenzentrum	96
Abgeschlossene Promotionen	98
Laufende Promotionen	100
<i>Internationale Kooperationen</i>	
NEED/AIR	104
AWARE	106
Audi Konfuzius-Institut Ingolstadt	108
Kolumbien	109
<i>Labore und Versuchsanlagen</i>	110
<i>Publikationen</i>	112
<i>Impressum</i>	123



Prof. Dr. Walter Schober



Prof. Dr. Thomas Suchandt



*Sehr geehrte Damen und Herren,
liebe Forschungspartner,*

die angewandte Forschung ist eine Kernaufgabe der Hochschulen für angewandte Wissenschaften (HAW). Damit treiben diese regional vernetzt Innovationen und stärken den Wissenschafts- und Wirtschaftsstandort Bayern.

Mit dem Forschungsbericht 2017 erhalten Sie einen Einblick in unsere Forschungsstrukturen, Forschungsschwerpunkte und Forschungsaktivitäten – mit Berichten aus den unterschiedlichsten Forschungsbereichen. Einige von Ihnen, liebe Leser, werden auch Forschungsprojekte wiederfinden, bei denen Sie als Partner bereits erfolgreich mit uns zusammen arbeiten.

Seit dem vergangenen Forschungsbericht wurde der Forschungsbau für Fahrzeugsicherheit CARISSMA in Betrieb genommen und zusammen mit unserer Bundesbildungsministerin, Frau Prof. Dr. Johanna Wanka, feierlich eingeweiht. Für diesen Forschungsbereich konnten wir im Jahr 2016 auch die Mittel für die Forschungspartnerschaft SAFIR im Rahmen des BMBF-Förderprogramms „Starke Fachhochschulen – Impuls für die Region (FH-Impuls)“ für unsere Hochschule einwerben. Mit einem Volumen von insgesamt ca. 7,5 Mio. Euro über die nächsten vier Jahre gibt uns dieses Förderprogramm die Chance, eine Reihe von Forschungsaktivitäten im Bereich der Fahrzeugsicherheit auszubauen.

Auch andere Forschungsbereiche, wie beispielsweise die erneuerbaren Energien und die innovativen Antriebe, sind seit dem vergangenen Forschungsbericht deutlich gewachsen. So haben wir 2016 unsere Forschungsaußenstelle Neuburg mit den Technologiefeldern Geothermie und Energiesystemtechnik etabliert. Über die gesamte THI betrachtet sind es inzwischen über 50 Professorinnen und Professoren, die mit ihren wissenschaftlichen Mitarbeitern in der drittmittelfinanzierten Forschung aktiv sind.

Auch bezüglich der Promotionsmöglichkeiten unserer wissenschaftlichen Mitarbeiter haben wir uns weiterentwickelt. Mit dem Modell der Verbundpromotionen arbeiten in Bayern Universitäten und HAW partnerschaftlich zusammen. Unsere Kooperation betrifft das Forschungscluster „Mobilität und Verkehr“, in welchem wir eng mit der Technischen Universität München und der Hochschule Kempten verzahnt sind.

Sie sehen, es hat sich in der Forschung an der THI viel getan. Dazu war die Mitarbeit von zahlreichen Kolleginnen und Kollegen aus den wissenschaftlichen und nichtwissenschaftlichen Bereichen ebenso erforderlich wie die Unterstützung von Unternehmen und Hochschulpartnern im In- und Ausland. An dieser Stelle möchten wir allen Beteiligten unseren Dank für ihr Engagement und die vielseitige Unterstützung dieses für unsere Hochschule so wichtigen Bereiches aussprechen.

Viel Freude bei der nachfolgenden Lektüre

*Prof. Dr. Walter Schober
Präsident der Technischen
Hochschule Ingolstadt*

*Prof. Dr. Thomas Suchandt
Vizepräsident
für Forschung*

Dear Readers,

Dear Research Partners,

Applied research is one of the central tasks of any university of applied sciences (in German, *HAWs*). Research serves as an engine of regional innovation while strengthening Bavaria as an attractive location for scientific and economic growth.

This Research Report 2017 will offer a glimpse into our research structures, areas of focus, and ongoing research activities including reports from a wide variety of research efforts. Some of you, dear readers, will recognize projects in which you contributed to successful research results yourselves through close cooperation with THI.

Since the last Research Report, the new CARISSMA research centre for automotive safety has opened and is now fully operational, for example. It was officially inaugurated by the German Minister of Research and Education, Professor Johanna Wanka. This ongoing research focus has helped us to acquire new funding through the initiative “*FH-Impuls: Starke Fachhochschulen – Impuls für die Region*” from the German Ministry for Education and Research (*BMBF*) for our cooperative project SAFIR. With an overall contribution of 7.5 million euros over the next four years, this funding programme is giving us the chance to refine and expand a range of research activities related to automotive safety.

Other research areas, such as in renewable energy and innovative propulsion systems, have grown significantly since the last Research Report. Since then, we have, for example, established a remote research centre for geothermal and energy systems technology in nearby Neuburg. By now, over 50 professors and further scientists throughout the entire *Technische Hochschule* are conducting active research with funding from external partners.

Furthermore, we have continued to expand the opportunities for doctoral advancement among our research assistants. Using the “cooperative doctoral programme” model (*Verbundpromotion*), Bavarian universities and institutes of applied research are cooperating more closely than ever. And our own focus in this respect involves the research cluster “mobility and transportation,” fostering close cooperation between *Technische Hochschule Ingolstadt* and the Technical University Munich.

As you can see, research at THI continues to grow. And this growth was made possible through the cooperation of large numbers of both research and non-research colleagues as well as the support of partner institutions and private domestic and foreign companies. We would personally like to take this opportunity to thank all parties for their initiative and wide-ranging support for our research efforts, all of which represent an important part of THI. We hope you enjoy reading this research report.

Prof. Dr. Walter Schober (President of the THI)

Prof. Dr. Thomas Suchandt (Vice Präsident for Research)



The founder of Audi, August Horch, once said: "I have just created a good car—but one that is still bad enough that there is nevertheless room for improvement." Horch gladly accepted the challenge. To this day, our founder's words still embody the ethos behind the Four Rings: We believe in the relentless pursuit of continuous development and improvement—in changing things each and every day to make them better. That's why we are working to change the paradigm in our industry—whether that's with all-new mobility concepts or entirely reinventing the car and how we make it.

The car industry is undergoing a fundamental transformation—one that is primarily being driven by digitization, sustainability and urbanization. These three global megatrends have already majorly impacted the car industry and most others. And they will cause further massive disruptions ahead. As a premium brand, it will be vital for us to continue playing an active role in shaping this transformation—with innovative solutions for both our products and production processes. That's why we launched the Audi Strategy 2025 last year—we are now moving full speed ahead with the transformation. Day by day, we are developing new technologies that will allow us to better integrate and network our processes digitally—and introduce environmentally friendly solutions across the entire value chain. This is how we are creating smart solutions that will also lead to the seamless integration of the car—and the car factory—of the future into urban spaces and lifestyles.

In our Smart Factory, we employ 3-D printing, have integrated robots directly into the manufacturing process to work side-by-side with our human employees, and introduced fully autonomous and driverless transport systems that deliver car parts to the production line. We are also further strengthening our focus on virtual and augmented reality technologies, building more flexibility into our logistics with the use of drones, and are completely rethinking traditional manufacturing methods. Similarly, modular assembly is increasingly proving itself to be a highly effective alternative to the traditional assembly line. In the factory of the future, cars will autonomously move themselves through the production process—only stopping at the work stations relevant to their assembly. These innovations will guarantee the most efficient production—and provide our customers with a high level of individualization.

Strong networks are a prerequisite for innovation in the digital age. We value the active exchange of ideas with our academic partners. At Audi, we are proud to count the Technische Hochschule Ingolstadt as a long-time partner in a wide range of collaborations—from joint seminars and lectures to doctoral research work and other important projects. I want to take this opportunity to thank the leadership and staff at THI for all of the great cooperation we have accomplished together so far—and I look forward to our collaboration in the future!

Prof. Dr.-Ing. Hubert Walzl, Member of the Board of Management of AUDI AG, Production and Logistics



Audi-Gründer August Horch hat einmal gesagt: „Eben habe ich zwar ein gutes Auto entwickelt, aber es ist schlecht genug, um es trotzdem wieder verbessern zu können.“ Darüber freute er sich. So beschreibt dieses Zitat sehr gut, worum es bei den Vier Ringen geht. Es ist das Streben, die Dinge kontinuierlich weiterzuentwickeln, sie zu verändern und jeden Tag aufs Neue noch besser zu machen. In unserer Branche – der Automobil-

industrie – stellen wir dafür Mobilitätskonzepte auf den Kopf, denken das Auto immer wieder neu und modifizieren ebenso die Art und Weise, wie wir es produzieren.

Der aktuelle Wandel ist vor allem geprägt von Digitalisierung, Nachhaltigkeit und Urbanisierung. Diese drei globalen Megatrends wirken massiv auf uns ein und sorgen branchenübergreifend für riesige Umwälzungen. Als Premiummarke haben wir den Anspruch, diesen Wandel aktiv zu gestalten – mit innovativen Lösungen sowohl im Produkt als auch in der Produktion. Deshalb haben wir uns im vergangenen Jahr mit der Audi-Strategie 2025 neu aufgestellt und befinden uns inmitten einer großen Transformation. Und deshalb forschen wir täglich an neuen Technologien, wir vernetzen unsere Prozesse digital und entwickeln umweltfreundliche Ideen entlang der gesamten Wertschöpfungskette. So entstehen smarte Lösungen, die das Auto und die Auto-Fabrik der Zukunft auch in den urbanen Raum integrieren.

Unsere Smart Factory nutzt 3D-Drucker, Roboter arbeiten nicht eingezäunt sondern Seite an Seite mit unseren Mitarbeitern zusammen und Fahrerlose Transportsysteme liefern Bauteile völlig autonom ans Band. Zugleich setzen wir auf Techniken der virtuellen Welt, flexibilisieren unsere Logistik mit Drohnen und denken über herkömmliche Fertigungsabläufe hinaus. Die Modulare Montage wird eine ebenso effektive wie leistungsstarke Alternative zur Fließbandfertigung darstellen. Autos werden künftig selbsttätig nur mehr diejenigen Stationen im Montageprozess anfahren, deren Arbeitsschritt für ihre Fertigstellung notwendig ist. So sorgen wir für rundum effiziente Abläufe und ermöglichen unseren Kunden hochgradig individualisierbare Angebote.

Wer im digitalen Zeitalter Innovationen schaffen will, braucht ein starkes Netzwerk. Wir schätzen die Impulse und den regen Austausch auch mit Experten der Wissenschaft. Wir sind stolz, mit der Technischen Hochschule Ingolstadt seit vielen Jahren einen Partner an unserer Seite zu haben, mit dem wir uns in Vorlesungsreihen, Promotions-Projekten und Kooperationen eng vernetzen. Ich bedanke mich herzlich bei den Mitarbeitern der THI für die erfolgreiche Zusammenarbeit in der Vergangenheit und freue mich auf die gemeinsame Zukunft!

*Prof. Dr.-Ing. Hubert Walzl
Vorstand Produktion und Logistik, AUDI AG*



Differenzierung, Kooperation und Durchlässigkeit – das sind Kernelemente für den Erfolg des deutschen Forschungs- und Ausbildungssystems. Eine differenzierte Hochschullandschaft erlaubt eine Ausbildung junger Menschen, die auf ihre jeweiligen Berufsziele abgestimmt ist. Kooperationen, wie sie die Technische Universität München (TUM) mit der Technischen Hochschule Ingolstadt (THI) und anderen Bildungseinrichtungen, aber auch

mit zahlreichen Unternehmen, Instituten der Max-Planck-Gesellschaft, der Fraunhofer-Gesellschaft, der Helmholtz-Gemeinschaft und der Leibniz-Gemeinschaft pflegt, erweitern das Themenspektrum in der Forschung und die Ausbildungsmöglichkeiten. Und schließlich: Die Durchlässigkeit des Systems für talentierte und engagierte junge Menschen ermöglicht ihnen, individuelle Bildungswege zu beschreiten.

Konsequenterweise haben wir an der TUM vor Jahren das Applied Technology Forum als Interaktionsplattform mit ausgewählten Hochschulen für angewandte Wissenschaft eingerichtet, damit deren beste Absolventinnen und Absolventen nach international anerkannten Standards promovieren können: mit fachlicher Betreuung aus beiden Hochschulen und Prüfung an der TUM. Das Bayerische Wissenschaftsforum BayWiss ist nach diesem Modell entstanden.

Die Doktorandenausbildung der Verbundpromotion TUM/THI steht stellvertretend für solche Kooperationen. Seit 2008 werden Absolventinnen und Absolventen der THI als gemeinsame Doktoranden in kooperativen Promotionen an der TUM betreut, seit 2016 in Verbundpromotionen. Zum Thema „Mobilität und Verkehr“ haben sich die TUM, die THI und die Hochschule Kempten zusammengeschlossen und die ersten Doktoranden aufgenommen, ergänzt um jeweils eigene Schwerpunkte: die TUM mit ihrer langjährigen Partnerschaft mit der AUDI AG im „Ini.TUM“, und die THI mit ihrem 2016 eröffneten Forschungs- und Testzentrum CARISSMA, das im Besonderen der Fahrzeugsicherheit in Deutschland gewidmet ist. So können wir nämlich zeigen, daß wir weniger an institutionellen Strukturen sondern an den jungen Talenten in ihrer ganzen Begabungsvielfalt interessiert sind. Ich freue mich auf die Vertiefung der Kooperation mit der THI.

*Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Wolfgang A. Herrmann
Technische Universität München*



The success of any German research and educational institution is built upon three central elements: differentiation, cooperation and flexibility. A differentiated learning environment can better prepare young people for the specific career of their choice. Cooperations, like that between the Technical University Munich and TH Ingolstadt as well as other institutions such as the Max Planck Society, the Fraunhofer Institute, the Helmholtz Association and the Leibniz Association, broaden the research spectrum and learning opportunities. And finally, flexibility allows talented and motivated students to determine their own individual educational path.

For these reasons, the TUM set up the Applied Technology Forum many years ago as a platform for interaction and exchange between selected applied science institutions. It allows the best students to continue their graduate work according to internationally recognized standards with expert supervision from university partners and quality assurance from the TUM. The Bavarian research forum BayWiss was established according to these principles.

The joint doctoral programme between the TUM and THI stands as a symbol, therefore, of this kind of academic cooperation. Since 2008, THI graduates have been supervised by the TUM in cooperative doctoral study, and since 2016, dual doctorate degrees are also possible. Furthermore, the TUM, THI and the University of Applied Sciences in Kempten have come together to advise and support their first doctoral candidates in the field of "Mobility and Transportation." This programme is made possible through the TUM's long-standing partnership with Audi ("Ini TUM") and the newly established CARISSMA automotive safety research and testing centre opened in 2016 at THI.

Such initiatives show, therefore, that our research priorities are not determined by institutional demands, but are rather oriented on our young talent and their broad palette of interests. I look forward to the intensive cooperation with *Technische Hochschule Ingolstadt*.



The Universidade Federal do Paraná (UFPR) was established in 1912 and is now not only one of the top ten largest and best Brazilian universities. As one of the oldest universities in Brazil, it was also one of the first to introduce an engineering department. Today, all engineering disciplines at the UFPR are unified under the "Technology Sector" category with approximately 5,000 students from a total student body of 40,000. Their intellectual property statistics are equally impressive: 413 patent applications with six already approved, 18 registered software applications, 18 brands and nine international patent applications. Additionally, the UFPR controls 15 license contracts and 35 contracts with partial control. The university's business incubator supports three entrepreneurs, seven of which have already developed into self-sustaining startups.

Our cooperation with THI began in 2009 with the visit of a delegation to Ingolstadt. Since the greater metropolitan region of Curitiba hosts a variety of automotive industries, the potential for cooperation in research and education was clear. By 2012, the UFPR, THI and an additional partner institution, the UFSC, submitted a joint project application for the DAAD programme "Strategic Partnerships." Our proposal became known as Brazilian network AWARE (Applied Network on Automotive Research and Education). Thanks to the approved funding from the DAAD of nearly one million euros, a broad range of internationalisation measures have been introduced since 2013. These include various forums on electrical mobility, summer school events, cooperative Master's programmes and joint research projects.

Innovation has to be understood as the development of new products and techniques based on scientific discoveries and conclusions. It requires close collaboration between actors in the private sector and researchers. This has been an especially great challenge in Brazil. Scientific research needs to find its way out of the ivory towers to drive technological innovation, economic prosperity and general welfare. The cooperation between UFPR and THI represents an important example of how this technology transfer can operate.

Now that funding from the DAAD has been secured from 2017, AWARE can enter a new phase of consolidation. We are immensely proud to be part of this unique strategic partnership between Germany and Brazil, and we look forward to future collaborative projects with great confidence and excitement.

Prof. Dr. Ricardo Marcelo da Fonseca
 Director of the University of Paraná (UFPR)
 Curitiba, Brazil



Die 1912 gegründete Universidade Federal do Paraná (UFPR) zählt nicht nur zu den zehn besten und größten brasilianischen Hochschulen; als älteste Universität Brasiliens gehört sie auch zu den ersten Hochschulen in Brasilien, die den Studiengang der Ingenieurwissenschaften einführen. Sämtliche Ingenieurwissenschaften an der UFPR werden heute unter dem sogenannten Technologiesektor vereint, der etwa 5.000 Studierende (von insg. 40.000) bedient. Auch

beeindrucken die Zahlen im Bereich geistiges Eigentum: 413 hinterlegte und sechs erteilte Patente, 18 registrierte Softwareanwendungen, 18 Marken und neun internationale Patentanträge. Ferner bestehen derzeit 15 Lizenzverträge und 35 Verträge über Miturheberschaft. Im Business-Inkubator befinden sich derzeit drei Existenzgründer, sieben weitere Unternehmen haben sich bereits weiterentwickelt und den Inkubator verlassen.

Unsere Zusammenarbeit mit der THI begann 2009 mit dem Besuch einer Delegation der THI. Da sich um die Metropolregion Curitiba verschiedene Unternehmen der Automobilbranche angesiedelt haben, wurden schnell die gemeinsamen Interessen an Bildung und Forschung im Bereich Automotive Engineering deutlich. 2012 haben die THI, UFPR sowie unsere zweite Partnerinstitution, die Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), im Rahmen der DAAD-Ausschreibung „Strategische Partnerschaften“ den gemeinsam erarbeiteten Projektvorschlag für das angewandte Brasiliennetzwerk AWARE (Applied Network on Automotive Research and Education) eingereicht. Dank der bewilligten Förderung von knapp 1 Mio. Euro seitens des DAADs konnten seit 2013 zahlreiche Internationalisierungsmaßnahmen realisiert werden, wie diverse Elektromobilitätsforen, Sommerschulen, Master-Doppelabschlüsse sowie gemeinsame Forschungsprojekte.

Man kann nur von Innovationen sprechen, wenn aus wissenschaftlichen Ergebnissen neue Produkte und Verfahren hervorgehen. Dies setzt jedoch eine enge Zusammenarbeit zwischen Akteuren der Wirtschaft und der Wissenschaft voraus, was insbesondere in Brasilien noch eine gewisse Herausforderung ist. Wissenschaftliches Wissen muss den Weg aus den Schubladen herausfinden, um schließlich über technologische Innovationen, wirtschaftliches Wachstum und Wohlstand zu generieren. Die Kooperation zwischen der UFPR und der THI ist hierbei ein wichtiges Beispiel, wie dieser Technologietransfer geschehen kann.

Mit der Verlängerung der Förderung durch den DAAD ab 2017 tritt AWARE in eine neue Phase der Konsolidierung. Es erfüllt uns mit Stolz, Teil dieser einzigartigen strategischen Partnerschaft zwischen Deutschland und Brasilien zu sein und wir blicken mit Spannung und Vorfreude auf alle zukünftigen Projekte dieses Hochschulnetzwerks.

Prof. Dr. Ricardo Marcelo da Fonseca
 Rektor der Bundesuniversität Paraná (UFPR)
 Curitiba, Brasilien

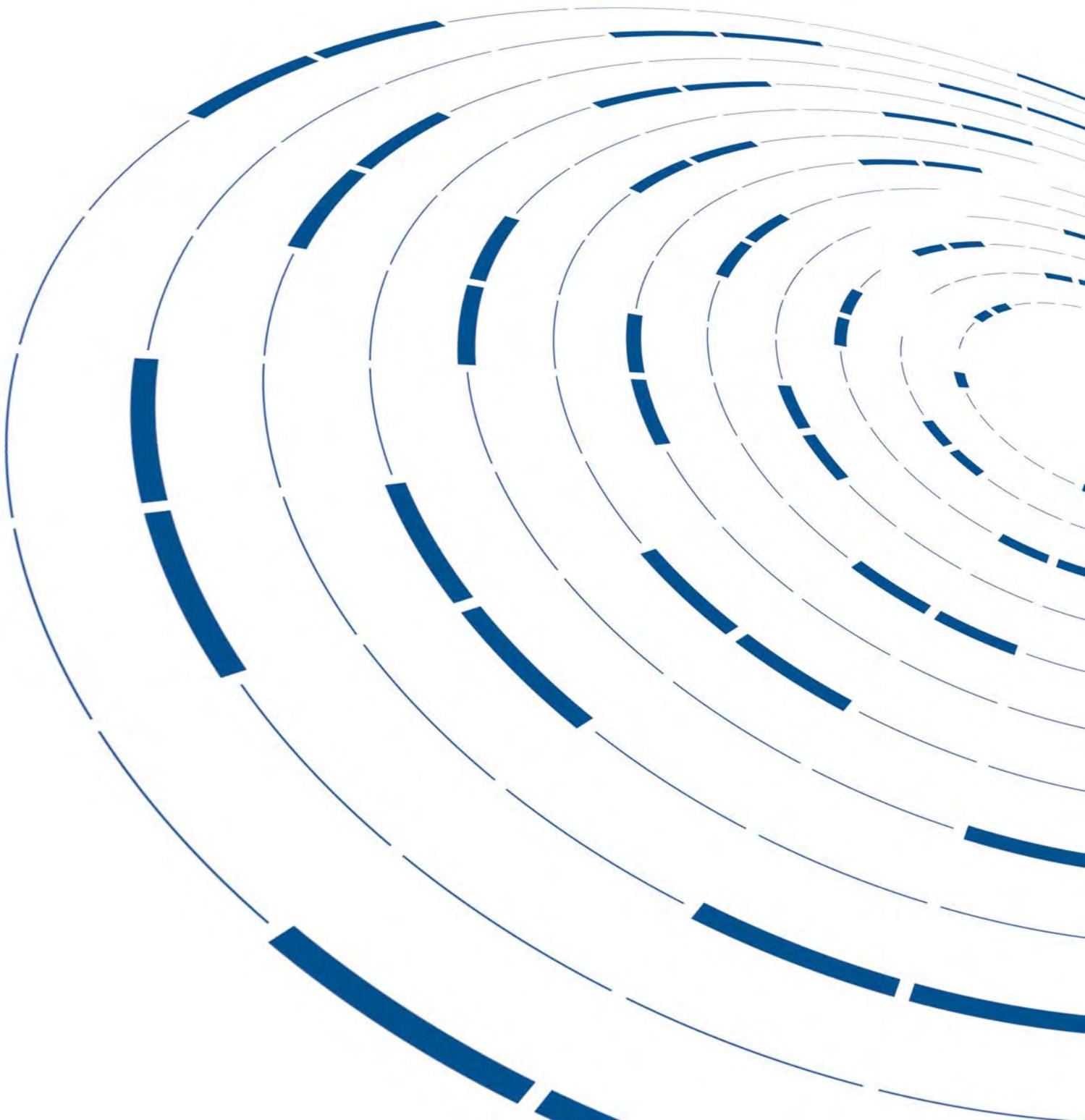


Mit allen Sinnen im Einsatz für die Sicherheit

Integrale Sicherheit durch Vernetzung von Sensoren und passiver Sicherheit

Die stetig steigende Vernetzung der Systeme lässt die Grenzen zwischen der aktiven und der passiven Sicherheit verschwimmen. Um den Systemen der passiven Sicherheit die Fähigkeit der situativen Intelligenz zu geben, vernetzen wir sie mit allen verfügbaren Sensorinformationen. Wenn keine Möglichkeit mehr besteht, einen Unfall durch aktives Eingreifen zu vermeiden, können die Rückhaltesysteme dadurch schneller und flexibler an die Situation angepasst reagieren.

Wir kombinieren die Kompetenz der passiven Sicherheit und die der Sensorik zu einem System der Integralen Sicherheit. Unser Produktportfolio umfasst nicht nur innovative Schutzsysteme für Insassen, sondern auch für schwächere Verkehrsteilnehmer wie z.B. Fußgänger. Um die Integrale Sicherheit weiter zu erhöhen, entwickeln wir neuartige V2X-Systeme. Mit Continental Safety Engineering sind wir einer der führenden Systementwicklungs- und Versuchsdiensleister für aktive und passive Fahrzeugsicherheit mit eigener Testinfrastruktur.



Zentrum für Angewandte Forschung (ZAF)

The Research Centre (ZAF)



Das Zentrum für Angewandte Forschung

Das Profil ausbauen, Grenzen überschreiten, neue Potenziale erschließen

Das ZAF entwickelt sich erfolgreich weiter. So konnten 2016 erstmals über 6,6 Mio. Euro Drittmittel eingenommen werden. Die Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter stieg auf über 100 und am THI-Graduiertenzentrum werden 94 kooperative Promotionen betreut. Gleichzeitig konnte die THI ihr Forschungsprofil in einem zunehmend wettbewerblichen Umfeld stärken und sich national positionieren.

Mit dem Forschungsvorhaben in der Fahrzeugsicherheit „SAFIR – Safety for all“ war die THI als eine von zehn Hochschulen im Förderprogramm FH-Impuls des BMBF erfolgreich und konnte sich in einem Feld von bundesweit 80 Hochschulen behaupten. Mit einem Gesamtvolumen von ca. 7,5 Mio. Euro über vier Jahre ist SAFIR das bisher größte Einzelprojekt der THI.

Das von der EU mit 1,2 Mio. Euro geförderte Projekt NEED zum Aufbau anwendungsorientierter Kompetenzen in den Erneuerbaren Energien in der Subsahara-Region wird von der THI koordiniert.

Das Brasilienetzwerk AWARE ist in seinem fünften Förderjahr das einzige verbliebene Projekt einer HAW in der zweiten Runde der DAAD-Förderlinie „Strategische Partnerschaften und Thematische Netzwerke“ und wird vom BMBF mit rund 1,3 Mio. Euro gefördert.

2016 wurde das Verbundkolleg „Mobilität und Verkehr“ als erstes Kolleg im Bayerischen Wissenschaftsforum BayWISS gemeinsam mit der TU München und der Hochschule Kempten eingerichtet. Damit wurde die erste Plattform für die strukturierte Betreuung gemeinsamer Promotionen in Bayern auf den Weg gebracht. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler von Universitäten und Hochschulen für Angewandte Wissenschaften betreuen hier im Verbund die Doktoranden.



The Research Centre (ZAF)

The story of *THI*'s research activities is most prominent in the growing number of academic research staff positions funded through external sources, currently totalling some 100 employees. Backed by an annual budget of significantly more than 6.6 million Euros and the engagement of roughly 94 doctoral candidates, *THI* has been able to sharpen its profile in an increasingly competitive environment and set up new partnerships beyond regional and national borders. Outstanding examples are the large-scale project “SAFIR – More Safety for All” funded by the German Federal Ministry of Education and Research (*BMBF*), the German-African research project “NEED” financed by the European Union and the German-Brazilian network “AWARE”, also funded by *BMBF*. *THI*'s commitment to its region reflects itself, among other activities, through the newly created doctoral research group “Mobility and Transportation”, thus enhancing the institutionally driven technology transfer with a fresh individual mindset, new ideas, and untrodden worlds.

Hochschulleitung
Vizepräsident Forschung

Forschungsrat

Forschungs- und Testzentrum
CARISSMA

Zentrum für
Angewandte Forschung (ZAF)

Wissenschaftliche
Leitung CARISSMA

Kaufmännische
Leitung

Wissenschaftliche
Leitung ZAF

Übersicht

Am Zentrum für Angewandte Forschung (ZAF) arbeiten über 50 Professoren mit ca. 100 wissenschaftlichen Mitarbeitern im Forschungs- und Testzentrum CARISSMA, im Institut für neue Energie-Systeme und im Institut für Innovative Mobilität und ressourcenschonende Antriebe. Daneben gibt es sechs Kompetenzfelder. Das Graduiertenzentrum betreut derzeit 94 Doktoranden.



Overview

At the Research Centre (ZAF), more than 50 professors with around 100 scientific staff work at the research and test center CARISSMA, the Institute for New Energy Systems and the Institute for Innovative Mobility. There are also six areas of competence. The Graduate School currently has 94 doctoral students.



Zentrum für Angewandte Forschung am Paradeplatz in Ingolstadt. Quelle: THI

Menschen im ZAF

Management Management



Prof. Dr. Thomas Suchandt
Vizepräsident für Forschung
Vice President for Research



Prof. Dr. Christian Facchi
Wissenschaftlicher Leiter
Academic Director



Prof. Dr. Thomas Brandmeier
Leiter CARISSMA
Director CARISSMA



Georg Overbeck, MBA
Kaufmännischer Leiter
Administrative Director

EU- und Forschungsreferat EU and Research Department



Anja Zupfer, M.A.
Stellv. Kaufmännische
Leitung, Leitung EU- und
Forschungsreferat
Head of department,
Deputy Administrative Director



**Dipl.-Ing. (FH)
Christian Duft**
EU- und Forschungsreferat
EU- and Research Department



Krisztina Mattis, B. Es.
EU- und Forschungsreferat
EU- and Research Department



Anne-Sophie Lohmeier
Dipl.-Kulturwirtin (Univ.)
Projekt AWARE
Project AWARE



Birte Ziemann, M.A.
Referentin CARISSMA
Advisor CARISSMA



**Dr. Sportwiss.
Elvira Tschartke**
Graduiertenzentrum
Graduate School



**Dipl.-Inf. Univ.
Thomas Schmidt**
EU- und Forschungsreferat
EU- and Research Department



**Dipl. Kulturwirtin
Sabine Kapfhamer**
Projekt SAFIR
Project SAFIR

Projektreferat Project Administration Department



Stefanie Sauerbrey
Projektreferat
Project Administration
Department



Kerstin Wachter
Projektreferat
Project Administration
Department



Janine Mayer
Projektreferat
Project Administration
Department



Anna Schneider
Projektreferat
Project Administration
Department



Edith Kiendl
Projektreferat/Sekretariat
Project Administration
Department/secretariat



Nadine Mender, B.A.
Assistentin CARISSMA
Assistant CARISSMA



Brigitte Lugner
Sekretärin CARISSMA
Secretariat CARISSMA

Forschungsaußenstelle und Graduiertenzentrum Neuburg an der Donau

Das Institut für neue Energie-Systeme der THI wurde 2016 um die Bereiche Geoenergie und Energiesystemtechnik erweitert. Die beiden Forschungsgebiete wurden im Rahmen der wissenschaftsgestützten Struktur- und Regionalisierungsstrategie des Bayerischen Staatsministeriums für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst in der Forschungsaußenstelle Neuburg angesiedelt.

Fachliche Schwerpunkte im Bereich Geoenergie sind die ressourcenschonende Nutzung des Untergrunds, die Bereitstellung von Erdwärme und die Stromgewinnung durch Geothermie. Es werden technologische Lösungen erarbeitet und dabei Beiträge zum verbesserten Prozessverständnis geliefert. In den aktuellen Arbeiten spielt das Grundwasser als Energiequelle zur Wärme- und Kälteversorgung und als Speichermedium eine herausragende Rolle. Im Bereich der oberflächennahen Geothermie werden neue Werkzeuge zur Simulation von Erdwärmesonden, Energiepfählen und der thermischen Bauteilaktivierung entwickelt. Dabei werden nicht nur Einzelösungen betrachtet, sondern optimierte Systemlösungen vorgestellt. Im Bereich der Energiesystemtechnik werden Fragestellungen zur Energie-wende, insbesondere mit der effizienten Verknüpfung von Energieerzeugung und -verbrauch bearbeitet. Dabei werden technische und ökonomische Aspekte von Flexibilitätsoptionen im Energiesystem untersucht. Darüber hinaus beinhaltet die Forschung energiewirtschaftliche Fragestellungen zu neuen Energiemärkten und technische Fragestellungen zur Energieeffizienz in der Industrie. Insgesamt wird große Aufmerksamkeit auf die Systemeffizienz gelegt, um die Energiewende klimawirksam, kosteneffizient und mit hoher Versorgungssicherheit zu organisieren.

Im Rahmen des Aufbaus der Forschungsaußenstelle werden auch Doktoranden in Neuburg ausgebildet. Das Graduiertenzentrum unterstützt vor Ort und bietet Fortbildungsveranstaltungen und Forschungskolloquien in Neuburg an.



Forschungsaußenstelle des Instituts für neue Energie-Systeme und Graduiertenzentrum Neuburg an der Donau. Quelle: THI

Prof. Dr. Peter Bayer
Forschungsprofessur Geothermie
Tel. +49 841 9348-2414
Peter.Bayer@thi.de

Prof. Dr. Uwe Holzhammer
Forschungsprofessur Energiesystemtechnik
Tel. +49 841 9348-5025
Uwe.Holzhammer@thi.de

Dr.-Ing. Matthias Philipp
Technologiefeldleiter Energiesystemtechnik
Tel. +49 841 9348-5015
Matthias.Phillipp@thi.de

Dr. Sportwiss. Elvira Tscharntke
Graduiertenzentrum
Tel. +49 841 9348-6456
Elvira.Tscharntke@thi.de



Research Branch Office and Graduate School Neuburg an der Donau

The Institute of new Energy Systems (InES) expanded its activities in 2016. The research divisions Geoenergy and Energy Systems Technology were established in the new office in Neuburg an der Donau. Research activities of the Geoenergy group cover sustainable utilisation of subsurface resources and supply of geothermal energy for heating, cooling and electricity generation. The Energy Systems Technology is focused on key problems of energy transition processes with an emphasis on renewable energies as well as on industrial energy efficiency.

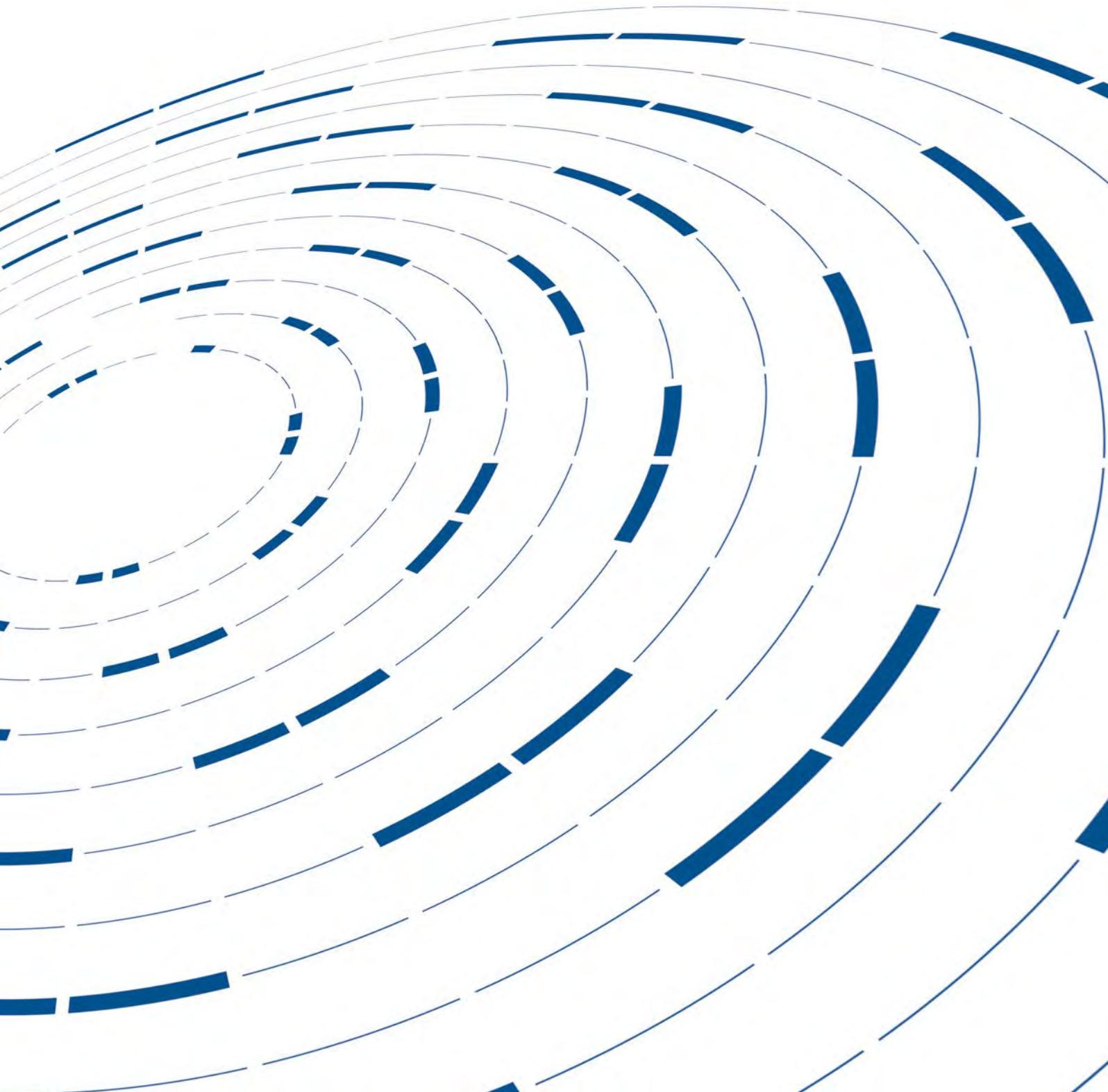
With the expansion of InES beyond Ingolstadt, THI Graduate School also has established a grand office in Neuburg to cover the requirements of supervision, consulting service and training programmes for doctoral candidates, which are from now on available there.

Both Institute and Graduate School Office activities in Neuburg are funded by "Bayerisches Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst".



CARISSMA

CARISSMA



CARISSMA: neues Leitzentrum für Fahrzeugsicherheit in Deutschland

Ziel ist die „Vision Zero“: Null Verkehrstote

Verkehrssicherheit ist weltweit ein Zukunftsthema. Die Europäische Union hat sich in ihrem Weißbuch zur Verkehrssicherheit darauf festgelegt, die Anzahl der Verkehrstoten im Zeitraum von 2009 bis 2020 zu halbieren. Länder wie Schweden oder die Schweiz bekennen sich bereits zur „Vision Zero“. Straßen und Verkehrsmittel sollen so gestaltet werden, dass es keine Verkehrstoten und Schwerverletzten mehr gibt. Weltweit treiben Automobilhersteller und Zulieferer die Entwicklung von aktiven und passiven Sicherheitssystemen voran. CARISSMA will diesen Wandel maßgeblich mitgestalten und soll wissenschaftliches Leitzentrum für Fahrzeugsicherheit in Deutschland werden. Die Einrichtung des Forschungsbaus an der THI wurde 2010 vom Wissenschaftsrat empfohlen. Im Juni 2016 wurde CARISSMA offiziell eingeweiht. Über 500 Gäste, darunter Prof. Dr. Johanna Wanka, Bundesministerin für Forschung und Bildung sowie Dr. Ludwig Spaenle, Bayerischer Staatsminister für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst, konnten sich zur Eröffnungsfeier selbst ein Bild der Anlagen machen.



CARISSMA: New leading scientific center for vehicle safety

CARISSMA (Center of Automotive Research on Integrated Safety Systems and Measurement Area) is designed to become a new leading scientific centre for vehicle safety. It's focus is on passive as well as active vehicle safety research. The main goal is to develop a global safety system to support "Vision Zero", achieving the ultimate goal of zero traffic deaths.

Ten professors alongside 50 staff members pursue an integral approach to vehicle safety considering all aspects of automotive safety. All relevant disciplines are combined in one building, e. g. an indoor driving area and full-vehicle crash test facility (1), a drop tower (3), a HiL-lab (4), a full-vehicle test bench (5), a lab for safe energy storage (6), a vehicle2x-laboratory (7), a simulation lab (8) and an open-air ground for performing full-vehicle tests (9).

Current research topics at CARISSMA include development of increasingly powerful sensor technology, development of better testing methods for integral and cooperative safety systems, XiL test methods for complex embedded systems, research into algorithms to avoid collisions and research focusing on interaction between drivers and safety systems.

CARISSMA's concept is to make its resources and infrastructure available to science experts, but also to be open to industrial and various other partners from Europe and worldwide. A major research project is SAFIR, which is funded by the Federal Ministry of Education and Research (BMBF) forming partnerships with highly specialised small and medium-sized enterprises as well as vehicle manufacturers and suppliers.



Abb. 1: CARISSMA-Leitung (v.l.n.r.): Prof. Dr. Michael Botsch, Prof. Dr. Thomas Brandmeier, Igor Doric, Robert Lugner. Quelle: THI



Abb. 2: Das CARISSMA-Team. Quelle: THI

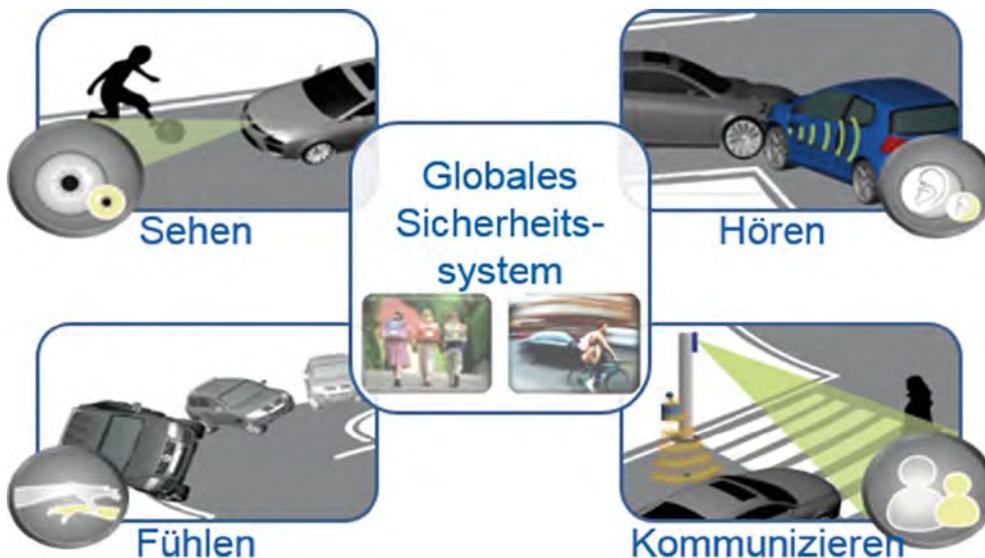


Abb. 3: Steigerung der Sicherheit im globalen Sicherheitssystem durch Nachbildung und Kombination menschlicher Sinne und Fähigkeiten. Quelle: THI

Vorreiter bei integralen Testsystemen

Aktuell arbeiten zehn Professoren und über 50 wissenschaftliche Mitarbeiter und Versuchingenieure im Forschungs- und Testzentrum für integrale Fahrzeugsicherheit der THI. Dabei verfolgt CARISSMA einen interdisziplinären Ansatz: Ingenieurwissenschaften wie Fahrzeugmechanik, Elektrotechnik, Informatik und Maschinenbau sollen mit anderen relevanten Wissenschaftsdisziplinen wie etwa der Verkehrspsychologie, Verkehrspädagogik oder Verkehrsökonomik in einer ganzheitlichen Betrachtung verknüpft werden. Ziel ist die Realisierung eines globalen Sicherheitssystems, bei dem aktive und passive Sicherheitssysteme, die bislang meist getrennt voneinander arbeiten, zu integralen und weiterführend zu kooperativen Sicherheitssystemen verschmolzen werden. Das interdisziplinäre Knowhow und die hervorragende Infrastruktur, die in Ingolstadt geschaffen wurden, stehen nicht nur den Wissenschaftlern und ihren Forschergruppen zur Verfügung: Beides kann im Rahmen von gemeinsamen Forschungsprojekten auch von Unternehmen oder öffentlichen Einrichtungen genutzt werden. CARISSMA versteht sich als eine Plattform für Experten aus der Wissenschaft und Wirtschaft. Daneben steht CARISSMA auch der Industrie und internationalen Kooperationspartnern offen.

Gemeinsame Forschungsprojekte

CARISSMA initiiert zahlreiche wissenschaftliche Aktivitäten aus allen Bereichen der Verkehrs- und Fahrzeugsicherheit. Aktuelle Forschungsthemen betreffen beispielsweise die Entwicklung einer leistungsfähigeren Crashesensorik, die Entwicklung verbesserter Testmethoden für integrale und kooperative Sicherheitssysteme (u. a. neue Targetsysteme für Fußgänger und Fahrradfahrer), XiL-Testverfahren für komplexe vernetzte Systeme (im Fahrzeug und auch fahrzeugübergreifend durch Car2X-Kommunikation), die Erforschung von Algorithmen zur Vermeidung von Kollisionen sowie die →

Erforschung des Zusammenspiels von Mensch und Sicherheitssystemen, etwa hinsichtlich der Fahrerakzeptanz von Pre-Crash-Systemen. Der Bereich Elektromobilität wird durch die Entwicklung von sicheren Batteriesystemen unterstützt.

Mögliche Szenarien für künftige gemeinsame Forschungsprojekte mit Industriepartnern oder öffentlich geförderten Kooperationen betreffen neben der besseren Verknüpfung von aktiven und passiven Sicherheitssystemen zu integralen Konzepten auch Themenfelder wie die Kommunikation von Fahrzeugen untereinander und zur Umwelt, die Verbesserung bestehender Schutzeinrichtungen in Fahrzeugen, die Verwendung neuer Werkstoffe oder Materialien sowie die Entwicklung von Algorithmen und Datenstrukturen zur Bewertung von Gefahren im Straßenverkehr und die Einleitung von Gegenmaßnahmen durch das Fahrzeug.

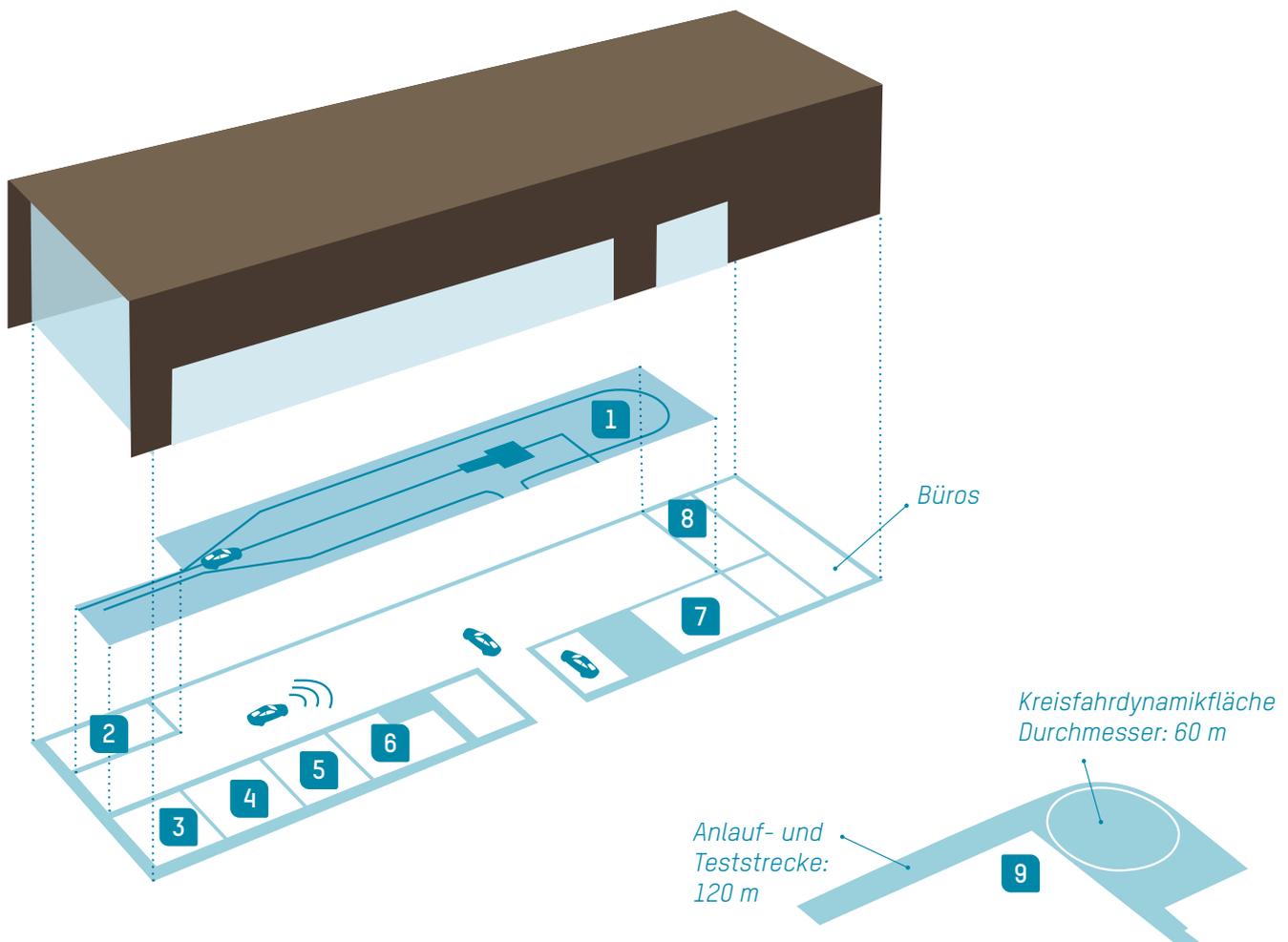


Abb. 4: Übersicht der Labore und Einrichtungen in CARISSMA. Quelle: SCHMELTER BRAND DESIGN

Die Ressourcen von CARISSMA werden für Industrieprojekte wie für größere öffentliche Projekte genutzt. Im Projekt SAFIR, das im Rahmen von *FH-Impuls* des BMBF gefördert wird, wird mit hochspezialisierten kleinen und mittleren Unternehmen eine strategische Partnerschaft aufgebaut, die an innovativen Technologien in der Fahrzeug- und Verkehrssicherheit forscht. Durch dieses und ähnliche Projekte wird die Forschungsprogrammatik von CARISSMA kontinuierlich erweitert.

Indoor- und Outdoor-Versuchsanlage und Labore

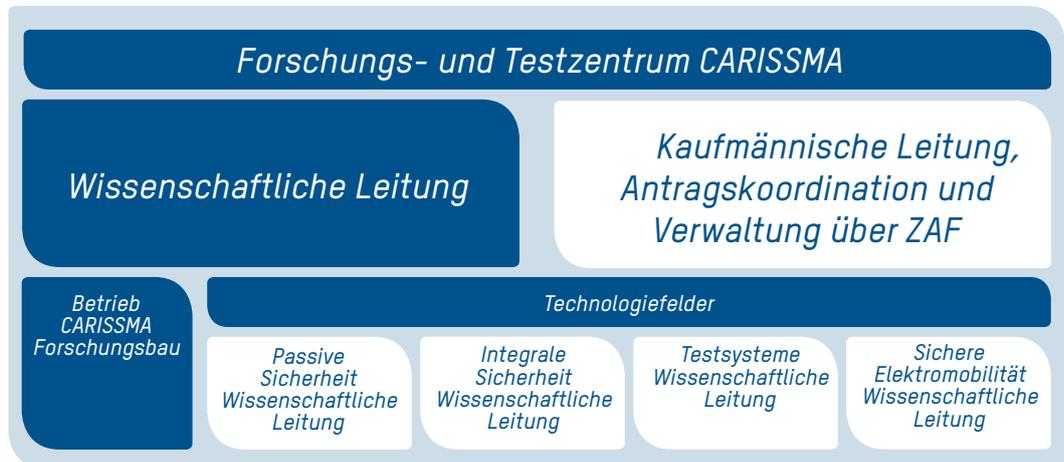
Der interdisziplinäre Ansatz spiegelt sich im Aufbau und in der Ausstattung der Anlage wider. Für ihre Forschungen können die Wissenschaftler von CARISSMA auf eine innovative Infrastruktur zurückgreifen. So bewilligte die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) hochmoderne Großgeräte, mit denen sich nahezu alle aktuell relevanten Testszenarien abbilden lassen. Darüber hinaus sind diese Anlagen auch für zukünftige Testszenarien direkt verwendbar oder zumindest erweiterbar. Ermöglicht werden je nach Bedarf virtuelle und reale Tests sowie Ersatzversuche für die aktive, passive und integrale Sicherheit.

Kernstück der CARISSMA-Anlage ist die Indoor-Versuchsanlage (1) für integrale Fahrzeugsicherheitssysteme, auf der sich allgemeine Crashversuche, Komponententests, Rollbocktests, Fahrversuche zur Validierung neuer kooperativer Fahrzeugsicherheitsfunktionen (z. B. Notbrems- oder Ausweichassistent) bis hin zu Kreuzungsszenarien (z. B. Fußgängerschutztests) realisieren lassen. Erstmals können hier auch alle Systeme in der Pre-Crash-, In-Crash- und Post-Crash-Phase in einer Versuchseinrichtung gemeinsam erprobt werden. Aktive und passive Sicherheitssysteme lassen sich auch durch Einbeziehung der Fahrzeugkommunikation im Verbund testen. Zusätzlich können unterschiedliche Verkehrsszenarien unter reproduzierbaren Bedingungen und Umgebungseinflüssen wie Regen oder Nebel realistisch nachgestellt werden.

Ergänzt wird die Indoor-Anlage von einer 12.500 Quadratmeter großen Freiversuchsfläche (9), die wenige Kilometer entfernt im Gewerbegebiet Ingolstadt Nord-Ost angesiedelt ist. Hier können Versuche mit hoher Dynamik und unter realen Umwelt- und Wetterbedingungen gefahren werden. Die Outdoor-Anlage verfügt über eine Dynamikfläche von 60 x 70 Metern, eine Anlaufstrecke von 112 Metern und ein Werkstattgebäude.

Weitere Forschungsmöglichkeiten bieten der Fallturm (3), das HiL-Labor (4), der Gesamtfahrzeugprüfstand (5), das Labor für sichere Energiespeicher (6), das Car2X-Labor (7), das Simulationslabor (8) sowie der Hexapodenprüfstand. CARISSMA profitiert von dem großen Vorteil, dass alle Labore und Großgeräte miteinander vernetzt sind und synergetisch kombiniert werden können. Bis auf den Hexapodenprüfstand befinden sich alle unter einem Dach. So können die Wissenschaftler den kompletten Entwicklungsprozess eines neuen Produkts interdisziplinär im gleichen Haus abwickeln.

Strukturen CARISSMA



Professoren in CARISSMA



Prof. Dr. Michael Botsch
Fahrzeugsicherheit
und Signalverarbeitung



Prof. Dr. Thomas Brandmeier
Fahrzeugsicherheit und
Fahrzeugmechatronik



Prof. Dr. Rudolf Dallner
Statik, Festigkeitslehre, FEM,
Computer Aided Engineering



Prof. Dr. Christian Facchi
Eingebettete und
vernetzte Systeme



Prof. Dr. Andreas Gaull
Fahrwerktechnik und Dynamik



Prof. Dr. Werner Huber
Integrale Fahrzeug-
sicherheitssysteme und
deren Testmethoden



Prof. Dr. Andreas Riemer
Human Machine Interface
and Virtual Reality



**Prof. Dr. Hans-Georg
Schweiger**
Fahrzeugelektronik
und Elektromobilität



Prof. Dr. Lothar Wech
Technische Mechanik
und Fahrzeugsicherheit

Die Forschungspartnerschaft SAFIR

Im Jahr 2016 hat die Technische Hochschule Ingolstadt (THI) vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) den Zuschlag für die strategische Forschungspartnerschaft SAFIR erhalten. Dabei handelt es sich um eine Forschungspartnerschaft gemeinsam mit einer Reihe von Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen im Bereich der Verkehrssicherheit. Mit diesem Zuschlag ist die THI im bislang umfangreichsten Förderprogramm des BMBF für Fachhochschulen bei über 80 Bewerbern eine von deutschlandweit zehn ausgewählten Hochschulen, die eine Förderung erhalten.

Das Förderprogramm „Starke Fachhochschulen – Impuls für die Region (FH-Impuls)“ fördert Hochschulen für Angewandte Wissenschaften mit insgesamt 55 Mio. Euro über eine Förderdauer von zunächst vier Jahren mit Option auf Verlängerung um weitere vier Jahre. Die THI hat für SAFIR 5,9 Mio. Euro Fördervolumen beantragt. Das gesamte Projektvolumen einschließlich der von der Industrie bereitgestellten Mittel beträgt ca. 7,5 Mio. Euro.

SAFIR („Safety for all – Innovative Research Partnership on Global Vehicle and Road Safety Systems“) ist im Forschungs- und Testzentrum CARISSMA angesiedelt und umfasst mehr als 20 Partner aus den Segmenten kleine und mittlere Unternehmen, Automobilhersteller und -zulieferer sowie öffentliche Einrichtungen wie die regionale Wirtschaftsfördergesellschaft (IFG) Ingolstadt. SAFIR bearbeitet den Themenkomplex der Fahrzeugsicherheit in einzelnen Forschungsprojekten, die den folgenden vier Forschungsclustern zugeordnet sind: Simulationsbasierte Testsysteme für die Pre-Crash-Phase, Testmethoden für die Globale Sicherheit, Globales Sicherheitssystem und Sichere Elektromobilität.

Mit dem Forschungsbau CARISSMA wurde die erforderliche Infrastruktur geschaffen, um große und anspruchsvolle Forschungsprogramme durchzuführen. Im Rahmen von SAFIR soll nun die integrale Fahrzeugsicherheit, die die passive und die aktive Fahrzeugsicherheit zusammenführt, zum globalen Modell der Fahrzeugsicherheit 4.0 weiterentwickelt werden. Gesellschaftliche Zielsetzung ist die „Vision Zero“ mit Null Verkehrstoten. Vor diesem Hintergrund setzt SAFIR einen Impuls zur Etablierung der Leitregion für Fahrzeugsicherheit 4.0 in der Europäischen Metropolregion München (EMM). Damit einher geht eine Stärkung der beteiligten Unternehmen. Dabei werden die wesentlichen Aspekte des autonomen Fahrens, Digitalisierung und Elektromobilität thematisch mit der Fahrzeugsicherheit verknüpft.

Die Partnerschaft ist zu Beginn des Jahres 2017 mit dem Aufbau einer Managementstruktur sowie vier Impulsprojekten gestartet. Die Komplexität des SAFIR-Netzwerks sowie die Vielzahl der SAFIR-Partner erfordern den Aufbau eines mehrstufigen, miteinander vernetzten organisatorischen Rahmens, um den Wissens- und Technologietransfer der Projekte sicherzustellen.

Im SAFIR-Cluster „Simulationsbasierte Testsysteme für die Pre-Crash-Phase“ wird unter der Leitung der Professoren Andreas Riener, Werner Huber und Thomas Brandmeier gemeinsam mit den Partnern BMW AG, EFS Automotive GmbH, VIRES Simulationstechnologie GmbH und Ibeo Automotive GmbH das Projekt „Mixed-Reality Versuchsumgebung für sicherheitskritische Funktionen beim hochautomatisierten Fahren“ durchgeführt. →

Prof. Dr.-Ing. Thomas Suchandt
Vizepräsident für Forschung



Research Partnership SAFIR

In 2016 Technische Hochschule Ingolstadt (THI) received the commitment for SAFIR by the Federal Ministry of Education and Research (BMBF). Together with multiple companies and public institutions, SAFIR represents a research partnership in the field of road safety. Out of more than 80 applicants THI was chosen as one out of ten universities liable for funding in the greatest programme for universities of applied sciences so far. The public funding amounts to €5.9M initially for four years, the entire funding including the industrial resources to about €7.5M.

SAFIR (“Safety for all – Innovative Research Partnership on Global Vehicle and Road Safety Systems“) is established in the research and test centre CARISSMA and consists of more than 20 cooperative partners from small and medium-sized enterprises, to car manufacturers, automotive suppliers and public institutions such as IFG Ingolstadt. SAFIR starts in early 2017 and will conduct research projects in the field of vehicle safety in four research clusters: simulation-based testing Systems for the pre-crash phase, testing methods for global safety, global safety systems and safe electromobility.

Das erste Projekt des SAFIR-Clusters „Testmethoden für die Globale Sicherheit“ findet unter der Leitung der Professoren Michael Botsch und Thomas Brandmeier gemeinsam mit den Partnern AUDI AG, GeneSys Elektronik GmbH, MESSRING Systembau MSG GmbH sowie Stähle GmbH statt. Im Projekt „Testmethoden mittels Fahrversuchen für die Globale Sicherheit“ werden grundlegende Komponenten und Methoden für das automatisierte Testen von integralen Sicherheitssystemen mittels realer Fahrversuche sowie eine Erprobungssystematik zur Reduktion der „Straßenkilometer“ bei Felderprobungen erforscht.

Das Projekt „Globales und kooperatives Sicherheitssystem“ innerhalb des SAFIR-Clusters „Globales Sicherheitssystem“ wird von den Professoren Christian Facchi und Thomas Brandmeier geleitet. Gemeinsam mit den Partnern S.E.A. Datentechnik GmbH, GEVAS sowie der Continental AG wird ein global erstelltes und kooperativ abgeglichenes Umfeld-Modell erforscht, das die Informationen anderer Fahrzeuge und der Infrastruktur einschließt.

Innerhalb des SAFIR-Clusters „Sichere Elektromobilität“ wird das Projekt „SEANCe: Sicherere Elektromobilität: vor, während und nach einem Crash“ durchgeführt. Unter der Leitung von Prof. Dr. Hans-Georg Schweiger wird gemeinsam mit den Partnern EDAG Engineering GmbH, der DEKRA Automotive GmbH und der ELOGplan GmbH die Fahrzeugsicherheit von Hybrid- und Elektrofahrzeugen untersucht.



Übersicht SAFIR-Programm (SC=SAFIR-Cluster)

Mixed-Reality Versuchsumgebung für sicherheitskritische Funktionen beim hochautomatisierten Fahren (HAF)

Durch die Einführung komplexer automatisierter Fahrfunktionen wird sich künftig das Zusammenspiel Fahrer-Fahrzeug-Fahrumgebung signifikant verändern. Fahrer (bzw. Passagiere) brauchen einerseits nicht mehr andauernd ihr Fahrzeug zu überwachen, Fahrzeuge müssen andererseits technisch alle Situationen und Probleme selbständig lösen. Alle anderen Verkehrsteilnehmer müssen sich schließlich auf das veränderte Fahrverhalten dieser neuen „Roboterfahrzeuge“ einstellen. Dieser Paradigmenwechsel erfordert gänzlich neue Methoden zur Funktionsabsicherung: Dauerlauftests allein als Testmethode in der Fahrzeugentwicklung bzw. Funktionsabsicherung werden aufgrund des immensen Aufwands nicht länger ausreichen. Die höchste Funktionskomplexität und Situationsvielfalt erfordert eine Ergänzung der realen Funktionsabsicherung durch simulationsbasierte Methoden. Dieser Problemstellung widmet sich dieses Impulsprojekt im Rahmen von SAFIR mit der zentralen Forschungsfrage: Welche Auswirkungen hat das hoch- bzw. vollautomatisierte Fahren auf die Verkehrssicherheit in urbanen Gebieten und wie können sie bewertet werden?

Die Zielsetzung des Projekts liegt dabei in der automatischen Generierung von Testfällen sowie, darauf aufbauend, der Ermittlung und Bewertung künftiger Verkehrsszenarien und deren Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit. Durch die Implementierung einer durchgängigen sogenannten „Mixed-Reality Versuchsumgebung“ soll eine Basis geschaffen werden, um die hohe Komplexität von zu bewältigenden Situationen im urbanen Bereich mit variablem Realitätsbezug valide und reproduzierbar abzusichern (siehe Abb.). Dazu kann in den vier Dimensionen 1) Fahrermodelle, 2) Sensorik, 3) Umgebungseigenschaften und 4) Fahrzeugcharakteristik des Versuchsaufbaus der Anteil zwischen virtuellem und realem Test in mehreren diskreten Stufen variiert werden. Mit den dadurch entstehenden Konfigurationen sollen sämtliche in der Realität auftretende Testfälle generiert, hinsichtlich deren Kritikalität bewertet und HAF-/VAF-Funktionen schließlich reproduzierbar abgesichert werden.

Durch Vernetzung der beteiligten Industriepartner innerhalb dieses Projektes sowie übergreifend mit anderen Teilprojekten in SAFIR sollen die Forschungsergebnisse in einem finalen Schritt „auf die Straße“ (z. B. Testfeld A9 in Bayern, Digitales Testfeld München-Ingolstadt) gebracht werden und präzise Aussagen über Validität und Belastbarkeit der Testmethode im Realverkehr ermöglichen. Mittelfristig sollen die entwickelten Modelle und Methoden in Werkzeugen der Projektpartner eingesetzt werden sowie die (Vor-)Serienproduktion unterstützen.

Letztendliches Ziel für die nachgelagerte Intensivierungsphase muss die Vorbereitung zur Standardisierung der entwickelten Testprozesse sein, der durch CARISSMA und/oder die beteiligten Firmenpartner in weiterer Folge an andere OEMs lizenziert werden soll. Damit soll CARISSMA eine Schlüsselrolle für zukünftige Testprozesse in der Automobilbranche einnehmen.

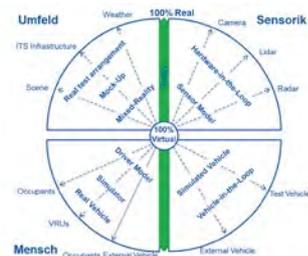
Prof. Dr. Werner Huber
Integrale Fahrzeugsicherheitssysteme
und deren Testmethoden

Prof. Dr. techn. Priv.-Doz. Andreas Riener
Human Machine Interface and Virtual Reality

Industriepartner



Fördermittelgeber



Einsatz von „Mixed-Reality“ zur Erzeugung unterschiedlicher Realitätsgrade der zu simulierenden Einheiten



A Flexible Mixed Reality Test Environment to Improve Simulation-based Testing for Highly Automated Driving

The introduction of complex automated driving functions will change the interrelation between driver, vehicle and environment significantly. Specifically, vehicles have to manage traffic situations for themselves, while other traffic participants have to adopt their behaviour to the robot cars. This paradigm shift requires new methods for the validation of these functions. Due to their immense effort, endurance tests won't suffice anymore. They have to be complemented by simulation-based methods for testing and validating the performance and safety of automated functions. This is the approach of the project: The implementation of an integrated "Mixed-Reality Test Environment" which will enable the researchers to set up test cases with changing levels of virtual and real test components. The resulting reproducible test configurations shall cover all test cases for automated cars occurring in reality and make them assessable with regard to criticality.

Untersuchung kritischer Situationen beim automatisierten Fahren

Prof. Dr. techn. Priv.-Doz. Andreas Riener
Human Machine Interface
and Virtual Reality

Dipl.-Ing. Philipp Wintersberger
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

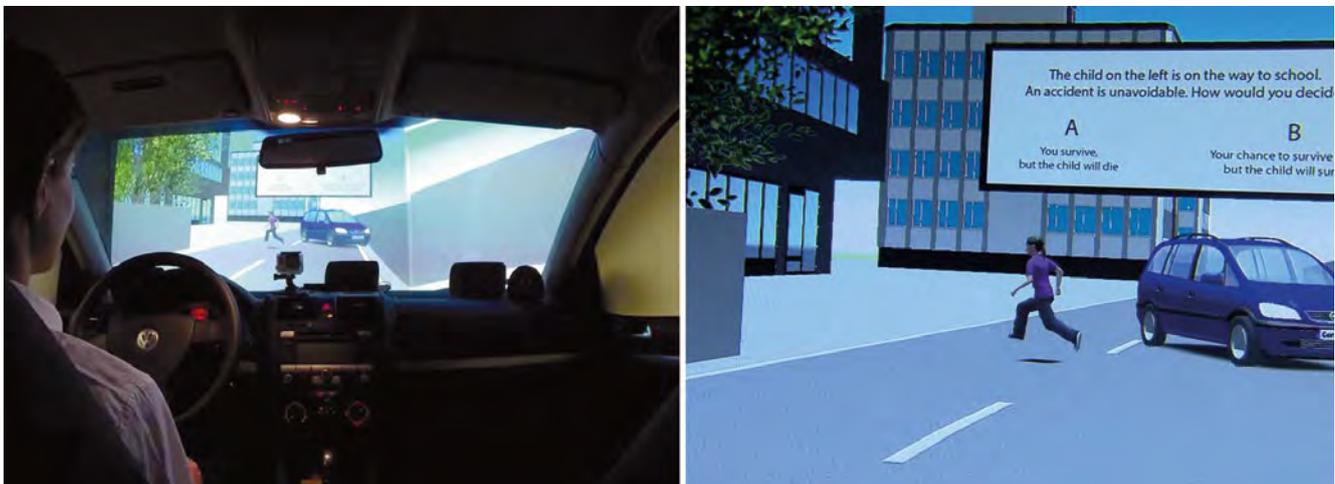
Anna-Katharina Frison, M.Sc.
Wissenschaftliche Mitarbeiterin

Aus technischer Sicht spricht heute kaum mehr etwas dagegen, vollautomatisierte Fahrzeuge auf unseren Straßen zuzulassen. Hauptprobleme, die gegen eine flächendeckende Einführung sprechen, sind ethischer oder rechtlicher Natur und betreffen Akzeptanzfragen¹. Damit Kunden automatisierte Fahrzeuge akzeptieren und nutzen werden, muss sichergestellt sein, dass sich diese so verhalten, wie es deren Vorstellungen entspricht. Wie soll aber ein automatisiertes Fahrzeug in kritischen Verkehrssituationen reagieren, nach welchem Regelwerk sollen Fahralgorithmen arbeiten und darf ein Auto in einer Notfallsituation andere Verkehrsteilnehmer überfahren?

Auf diese Fragen gibt es noch keine allgemeingültige Antwort. Da die Handlung dieser Fahrzeuge aber unmittelbaren Einfluss auf die Sicherheit aller Verkehrsteilnehmer hat, wird diese Problematik auch in CARISSMA erforscht². Aufgrund des hohen Gefährdungspotentials und der Vielzahl an Variationsparametern können Untersuchungen allerdings nicht in realen Fahrstudien vorgenommen werden. Für eine systematische Analyse eignet sich jedoch der dynamische Hexapodenprüfstand, der eine reproduzierbare Fahrsituation mit hohem Realitätsgrad aber ohne Gefahr für die beteiligten Personen garantiert. In der Forschungsgruppe von Prof. Riener wurden mit diesem Fahrsimulator zuletzt einige Studien durchgeführt, um herauszufinden, wie automatisierte Fahrzeuge zu parametrisieren sind und wie sich diese verhalten sollen.

Computeralgorithmen anstelle „menschlicher“ Entscheidungen?

Es wird auch in Zukunft Unfallsituationen mit unvermeidbarem Personenschaden geben. Und trotz enormer Technik im Fahrzeug wird nicht immer exakt vorausberechnet werden können, wie der Unfallhergang ablaufen wird. Nach welchen Maßstäben soll also ein Bewertungsalgorithmus Alternativen abwägen? Woher weiß ein Fahrzeug, welche Entscheidung richtig oder falsch ist und dürfen Fahrzeuge verschiedener Hersteller unterschiedlich entscheiden?



Eine kritische Verkehrssituation, in der ein automatisiertes Fahrzeug eine Wahl treffen muss. Option A (Überfahren des Fußgängers, Fahrzeuginsassen bleiben unverletzt) oder Option B (Frontalcrash, Fahrzeuginsassen haben eine je nach Situation unterschiedliche Überlebenschance zwischen 25 und 100%). Welche Option ist die korrekte Wahl?

Ein Computerprogramm kann niemals „menschliche“ Entscheidungen treffen und besitzt keine Intuition – das führt unweigerlich zu einer ethischen Grundsatzdiskussion, wie dieses klar definierte Regelwerk aussehen soll bzw. funktionieren darf.

Die Ergebnisse der durchgeführten Studien zeigen etwa, dass Fahrzeuginsassen sich in der in der Abbildung dargestellten Situation im Schnitt selbst in 80% aller Fälle „opfern“ würden, sofern sichergestellt ist, dass sie den Unfall überleben. Dabei ist es relativ egal, ob der geschützte Fußgänger ein Kind, Pensionär oder der beste Freund ist. Auch spielt die Anzahl der „geretteten“ Verkehrsteilnehmer (hier eine oder fünf Personen) nur eine untergeordnete Rolle. Einzig in dem Fall, in dem der Insasse des Fahrzeugs durch den Frontalzusammenstoß mit dem abgestellten, defekten Fahrzeug selbst sterben würde, haben 55% der Versuchsteilnehmer angegeben, dass Sie dann doch eher den Fußgänger überfahren würden. Ist es legitim, automatisierte Fahrzeuge auf breiter Basis nun genau nach diesen Ergebnissen entscheiden zu lassen? Die Antwort ist zweifellos nicht einfach und fordert auch die Politik. Als ersten Schritt hat das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) eine Ethikkommission eingerichtet. Darin heißt es, 1) Sachschaden geht immer vor Personenschaden und 2) es darf keine Klassifizierung von Personen geben, etwa nach Größe oder Alter.

Referenzen:

- ¹ P. Wintersberger, A. Riener, *Trust in Technology as a Safety Aspect in Highly Automated Driving*, in: *i-com: Journal of Interactive Media, Special Issue on Human-Machine Interaction and Cooperation in Safety-Critical Systems*, 15(3), pp. 297-310, 2016.
- ² A. Riener, *Die Einführung von hochautomatisiertem Fahren: Potenziale, Risiken, Probleme*, In: *Unterwegs in die Zukunft: Visionen zum Straßenverkehr*, MANZ Verlag Wien, pp. 105-116, 2016



Investigation of Critical Traffic Situations in Highly Automated Driving

From a technical perspective, automated vehicles are ready to drive on our roads tomorrow. However, some problems, e.g., ethical/legal concerns or trust and acceptance issues, are still open. The CARISSMA research group of Prof. Riener conducts research to find out how automated vehicles should be parametrised to behave in a certain way in critical road situations. For example: What ethical implications are relevant for programming the car, is it acceptable in certain situations to potentially sacrifice the lives of other road users in favour of the car-driver's life?

As one showcase, automated vehicles will encounter situations where they have to decide, based on cognitive assessment algorithms, between two or more options with negative or even lethal outcomes for some road users. Our studies show, for example, that most subjects want automated vehicles to act in a utilitarian way and are willing to risk their own life to save pedestrians, as long as they have at least a small probability of survival. Even with a zero-survival probability, some subjects are willing to sacrifice themselves to save certain types of victims with a 100 % lethality prognosis, in particular groups of people or children. More research is required, and our focus is to systematically assess all the parameters and propose a rule set for decision-making algorithms in automated vehicles.

STRETCH – STREssTests for Car2x-Hardware

Prof. Dr. Christian Facchi
Eingebettete und vernetzte Systeme

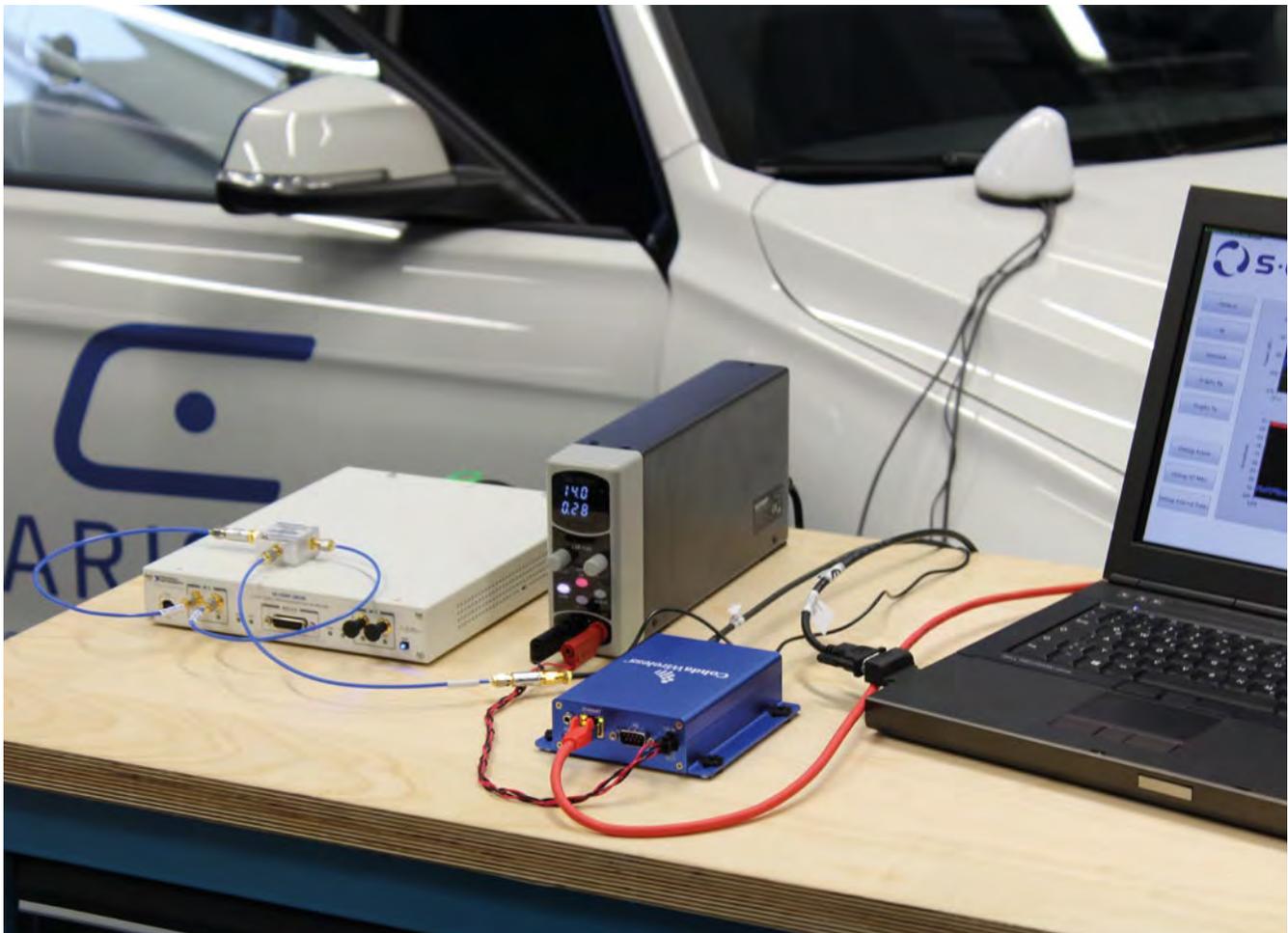
Raphael Riebl, M.Sc.
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Christina Obermaier, B.Sc.
Wissenschaftliche Mitarbeiterin



Im Bereich der Kommunikation zwischen Fahrzeugen und anderen Verkehrsteilnehmern (Car2X-Kommunikation) wächst die Forschergruppe an der THI beständig. Im Jahr 2016 konnte die Gruppe nun auch ein eigenes Labor im Forschungsbau CARISSMA in Betrieb nehmen.

Wesentlicher Bestandteil des neuen Car2X-Labors ist ein leistungsstarker Simulationsrechner. In Kombination mit dem an der THI entwickelten Car2X-Simulationstool „Artery“ können damit umfangreiche Experimente mit mehr Varianten und höherer Detailtreue durchgeführt werden. Mit diesem Tool wurden bereits eine Reihe von neuartigen Fahrzeuganwendungen untersucht, unter anderem für die kooperative Umfeldwahrnehmung¹ und die hochgenaue Lokalisierung mittels Car2X-GPS-Korrekturdaten². „Artery“, wie auch die Umsetzung der Car2X-Protokolle „Vanetza“, sind an der THI entwickelte, frei verfügbare Softwarekomponenten³, die in Industrie und Forschung zunehmend eingesetzt werden. Beide Komponenten finden auch im STRETCH-Versuchsfahrzeug Verwendung. Mit diesem Fahrzeug wird die



Initialer Versuchsaufbau des STRETCH Car2X-Prüfstandes

Brücke zwischen virtuellen Simulationen und realen Testfahrten geschlagen. Daneben sind teil-virtualisierte Testumgebungen Forschungsgegenstand in diesem Forschungsfeld.

Eine konsequente Weiterführung der bisherigen Car2X-Forschungsarbeit spiegelt sich auch im SAFIR-Impulsprojekt „Globales und kooperatives Sicherheitssystem“ wider. In diesem Kontext liefert die Kommunikation zwischen Fahrzeugen und Infrastruktur einen wesentlichen Beitrag zur verbesserten Umgebungswahrnehmung im Nahfeld.

Kernthema in diesem vierjährigen Projekt, das Mitte 2017 startet, bildet aus Car2X-Sicht die Untersuchung der Kommunikation im Lastgrenzbereich, da das Verhalten von Ad-Hoc-Netzwerken wie auch von Hardwarekomponenten in diesem Bereich noch schwer einzuschätzen ist. Hierfür soll ein Prüfstand entwickelt werden, welcher strukturierte und reproduzierbare Stresstests für Car2X-Hardware ermöglicht.

Gerade die Beurteilung dieser Extremsituationen ist essentiell im Bereich der Fahrzeugsicherheit. In diesem Projekt wird die Technische Hochschule Ingolstadt mit der S.E.A. Datentechnik GmbH kooperieren, die sich auf die Entwicklung innovativer Lösungen für automatisierte Prüf- und Testsysteme im Automobilbereich spezialisiert hat. Eine große Herausforderung stellt die Forderung nach Echtzeitfähigkeit der im Prüfstand involvierten Komponenten dar. Die Leistungssteigerung von „Artery“ und „Vanetza“ hinsichtlich Echtzeitfähigkeit im Zusammenhang mit IT Security wurde bereits vorab in Angriff genommen⁴.

Referenzen:

- ¹ Hendrik-Jörn Günther, Raphael Riebl, Lars Wolf und Christian Facchi. "Collective Perception and Decentralized Congestion Control in Vehicular Ad-hoc Networks – A network centric simulation study". In: *Proceedings of the IEEE Vehicular Networking Conference (VNC)*. 2016
- ² Thomas Speth, Raphael Riebl, Thomas Brandmeier, Christian Facchi, Ulrich Jumar und Ali H. Al-Bayatti. "VANET Coverage Analysis for GPS Augmentation Data in Rural Area". In: *Proceedings of the 4th IFAC Symposium on Telematics Applications*. 2016.
- ³ <https://github.com/riebl/artery>, <https://github.com/riebl/vanetza>
- ⁴ Raphael Riebl, Markus Monz, Simon Varga, Helge Janicke, Leandros Maglaras, Ali H. Al-Bayatti und Christian Facchi. "Improved Security Performance for VANET Simulations". In: *Proceedings of the 4th IFAC Symposium on Telematics Applications*. 2016.



STRETCH – STREssTests for Car2x Hardware

Research on CarX communication, the wireless communication between vehicles and other road participants, is gaining momentum at THI. In 2016, the Car2X research group has moved to their new lab in the CARISSMA research building. The Car2X research facilities feature a powerful simulation computer, which helps to leverage our in-house Car2X simulation tools "Artery" and "Vanetza" by increased wealth of variants and levels of detail. These tools will also be integrated in our Car2X experimental vehicle, blending virtual simulation and real test drives for semi-virtualized testing.

Within the SAFIR research initiative, the STRETCH project focuses on Car2X communication operating at the load limit. In close cooperation with our industrial partner S.E.A. Datentechnik GmbH, a test bench will be developed for assessing Car2X hardware components under extreme load conditions, e. g. excessive radio channel usage due to a chain-reaction collision.

Vorausschauende Crashparameter Prädiktion (vCPP)

Prof. Dr. Thomas Brandmeier
Grundlagen der Elektrotechnik und
Fahrzeugkommunikation

Kilian Schneider, M.Sc.
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Robert Lugner, M.Sc.
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Ansprechpartner Industrie
Michael Feser
Bardo Peters

Wird gefördert durch



Zur Realisierung der „Vision Zero“ von null Verkehrstoten auf deutschen Straßen müssen zukünftige Sicherheitsaktuatoren schon Sekundenbruchteile vor dem eigentlichen Unfallgeschehen ausgelöst werden können. Um dieses Ziel zu erreichen, wird im Forschungsprojekt „vorausschauende Crashparameter Prädiktion“ (vCPP) an der Aktivierung von passiven Sicherheitselementen (insbesondere irreversible Rückhaltemitteln wie Airbags) in der Pre-Crash-Phase geforscht. Als Motivation dahinter steht ein Zeitgewinn für den Insassen, damit das Verletzungsrisiko bei einem Unfall weiter minimiert wird. Mit der gewonnenen Zeit ist es beispielsweise möglich, weniger aggressive oder größere Airbags mit längeren Standzeiten einzusetzen oder den Insassen in eine ideale Position (insbesondere für das autonome Fahren) zu bringen. Abb. 1 zeigt einen auf diese Weise ausgelösten Airbag, in welchen der Insasse nun weicher und ohne den aggressiven Rückschlag durch den sich gerade aufblasenden Airbag eintauchen kann.



Abb. 1: Airbag, ausgelöst in der Pre-Crash-Phase vor der unvermeidbaren Kollision. Quelle: THI

Reliable crash prediction

The activation of passive safety actuators (in particular irreversible restraint devices), which shall be triggered during the pre-crash phase before the actual accident, is currently investigated. This requires a further development of today's passive safety electronics (e.g. airbags) through the integration of predictive sensor systems like radar or Lidar to detect the environment of the vehicle. Therefore, CARISSMA investigates dynamical models to make a statement for the crash avoidability, the crash parameter prediction (velocity, overlap,...) and the crash severity estimation. Subsequently, interferences and latencies in the sensors are assessed with the aid of virtual test methods as well as practical tests in the CARISSMA test centre and limit values are determined, which must be realised for the Pre-Crash actuators. However, together with global players from the industry, CARISSMA is developing the next generation of the environmental sensors in order to use the predictive crash parameter prediction effectively.

Auch kann bei Kleinstfahrzeugen mit Hilfe der vorausschauenden Crashparameter Prädiktion der geringe Bauraum durch außenliegende Strukturairbags und crashaktive Strukturen besser ausgenutzt werden. Dies erfordert eine Weiterentwicklung der heutigen passiven Sicherheitselektronik (z. B. Gurtstraffer) durch die Integration von vorausschauenden Sensorsystemen wie Radar oder Laserscanner, mit denen die Umgebung des Fahrzeugs erfasst werden kann. Darüber hinaus müssen Algorithmen bereitgestellt werden, die eine zuverlässige Prädiktion der zukünftigen Ereignisse und der Gesamtsituation ermöglichen. Diese Algorithmen basieren einerseits auf echtzeitfähigen Bewegungs- und Crashmodellen für die beteiligten Verkehrsteilnehmer, andererseits auf Hypothesen bezüglich ihres zukünftigen Verhaltens, um Unfälle zu detektieren. Einen zeitlichen Ablauf aller in der Pre-Crash-Phase dafür notwendigen Berechnungen sowie Entscheidungen verdeutlicht Abb. 2.

Die Existenzbestätigung ist die Voraussetzung für ein Zünden vor dem Unfallzeitpunkt t_0 . Hier wird ermittelt, ob das vom Sensor entdeckte Objekt wirklich vorhanden ist und es sich nicht um ein Geisterobjekt, entstanden durch zum Beispiel fehlgeleitete Reflexionen, handelt. Parallel dazu wird

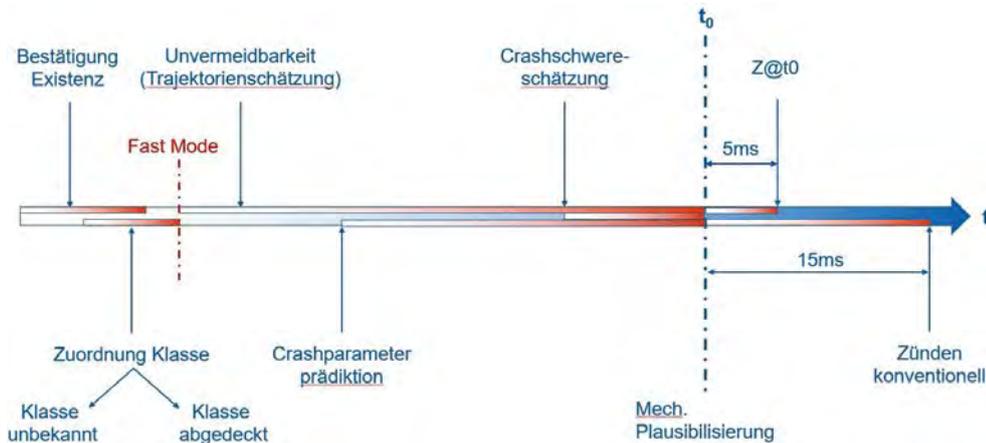


Abb. 2: Zeitliche Einordnung der Sensierungs- und Entscheidungsaufgaben für die Aktivierung in der Pre-Crash-Phase

schon begonnen, das Objekt in eine Klasse (Fahrzeug, Fußgänger, ...) einzuordnen sowie dessen physikalische Eigenschaften wie Masse festzusetzen. Der nächste Schritt, die Unvermeidbarkeitsdetektion, beinhaltet die Berechnung der Trajektorien sowohl des Egofahrzeugs als auch potenzieller Kollisionspartner. Eine exakte Schätzung ist die Voraussetzung, um die Wahrscheinlichkeit bestimmen zu können, ob überhaupt eine Kollision zu erwarten ist. Die Crashparameter-Prädiktion stellt die Berechnung der Unfallparameter wie Geschwindigkeit oder Auftreffwinkel dar. Von ihr hängt wesentlich die Entscheidung über das spätere Auslösen der Aktuatoren ab. Für beide Faktoren entwickeln Forscher innerhalb der vCPP dynamische Modelle, mit denen sich die notwendigen Crashparameter analytisch bestimmen lassen. Als letzter Punkt vor t_0 geht die Crashschweschätzung in die vorausschauende Crashparameter-Prädiktion ein. Nun wird das Verletzungsrisiko für die Insassen, ausgehend von den Geschwindigkeiten und Beschleunigungen, abgeschätzt. Hierzu haben die Forscher die Unfallstatistiken der letzten Jahre ausgewertet, mit dem Ziel, Unfallfolgen bei verschiedensten Szenarien und Geschwindigkeiten einordnen zu können. Auf Grund all dieser Faktoren kann eine Pre-Crash-Analyse nur mit minimalsten Berechnungszeiten der Algorithmen und hochgenauen Umfelderkennungssensoren zur Parameterbestimmung zuverlässig funktionieren, an deren Optimierung daher ebenfalls geforscht wird. Mit Hilfe von virtuellen Testmethoden als auch praktischen Versuchen in der eigens aufgebauten Versuchshalle werden Störeinflüsse sowie Latenzzeiten der Sensoren beurteilt und Grenzwerte ermittelt, welche zum vorausschauenden Zünden realisiert werden müssen. Zusammen mit Global Playern aus der Industrie entwickelt CARISSMA auf diese Weise die Umfelderkennungssensoren sowie Algorithmen der Zukunft, um passive Sicherheitselemente mit Hilfe von vorausschauender Crashparameter-Prädiktion gezielter und effektiver zum Schutz aller Verkehrsteilnehmer einsetzen zu können.

Forschungsprojekt „Sichere Unfallprognose“

Prof. Dr.-Ing. Michael Botsch
Stellv. wissenschaftliche Leitung CARISSMA

Prof. Dr. Wolfgang Utschick
Methoden der Signalverarbeitung (TUM)

Marcus Müller, M.Sc.
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Ansprechpartner Industrie
Stefan Katzenbogen
Dennis Böhmländer
AUDI AG

Wird gefördert durch



AUDI AG



Reliable crash prediction

Ahead of an unavoidable collision of two or more traffic participants, the expected crash severity changes with every action taken by any of the crash opponents. The outcome can depend heavily on whether a driver decides to brake or steer and thereby might drastically change the velocity and the overall crash constellation under which the victims hit each other. Due to these uncertainties, a statistical approach is necessary to describe the likelihood of a certain crash severity. In the research project *Sichere Unfallprognose*, a simulation framework is being developed to automatically generate a comprehensive crash database. Additionally, pre-crash data from real driving experiments on the CARISSMA indoor and outdoor facilities, as well as high precision FEM-simulations are being used to extend the database. Finally, machine learning is applied to the data in order to train a regression model. With this model, the crash severity distribution of a real pre-crash situation can be retrieved online and in real-time.

Moderne PKW schützen Insassen und Fußgänger, indem sie dank vorausschauender Systeme, wie Fußgängererkennung oder Automatischem Notbremsassistenten, bereits vor einem potenziellen Unfall aktiv werden und versuchen, diesen zu verhindern.

Die Erkennung von bevorstehenden Fahrzeug-Fahrzeug-Kollisionen ist bereits seit 2014, die von Fahrzeug-Fußgänger Kollisionen seit 2016 Bestandteil des Testprozesses großer Rating-Agenturen wie dem Euro-NCAP. Doch was, wenn sich ein Unfall trotz aller Maßnahmen nicht verhindern lässt?

Um bei einem Verkehrsunfall alle Beteiligten bestmöglich zu schützen, wird im Forschungsprojekt „Sichere Unfallprognose“ der Frage nachgegangen, welches Handlungspotenzial Situationen bieten, in denen ein Crash unausweichlich ist. Eine zentrale Rolle kommt dabei solchen irreversiblen Akteuren zu, welche bereits vor einem Unfall gezündet werden könnten, um so ihre maximale Schutzwirkung zu entwickeln. Ein Airbag benötigt bspw. etwa 40 Millisekunden von der Zündung bis zu seiner vollständigen Entfaltung. Die vorausschauende Auslösung derart kritischer Sicherheitsmechanismen macht besondere Anstrengungen erforderlich, um zu gewährleisten, dass diese nur dann zum Einsatz kommen, wenn die Umstände es auch gestatten. Eine der wichtigsten Größen bei der Entscheidungsfindung stellt dabei die Unfallschwere einer bevorstehenden Kollision dar.

Der genaue Verlauf in der Pre-Crash Phase bis zum Eintritt des Unfalls steht nicht eindeutig fest. Unsicherheiten sind neben system- und witterungsbedingtem Sensorrauschen, vor allem auf die Unkenntnis der Reaktionen von Fahrern und Fußgängern zurückzuführen. Deswegen sind Größen wie die prädierte Unfallschwere probabilistisch zu beschreiben. Gute Schätzwerte solcher Größen setzen dabei eine gute Interpretation der Umwelt voraus. Ein statistischer Ansatz ist erforderlich.

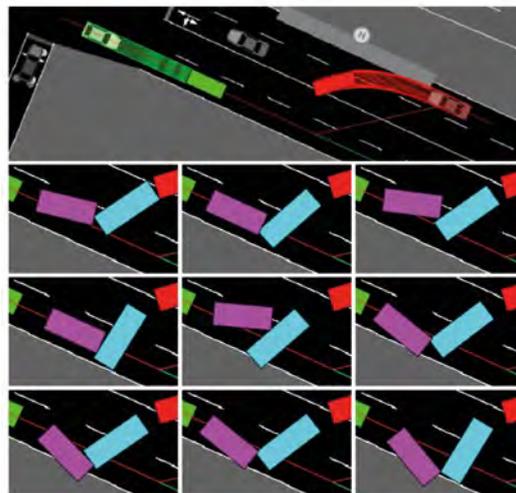


Abb. 1: Unvermeidbarer Unfall ca. 512 Millisekunden vor der Kollision (rot und grün), mit einer Auswahl von neun prädierten Unfallkonstellationen (türkis und pink)

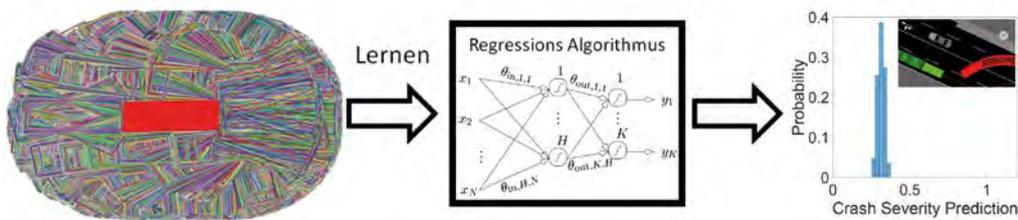


Abb. 2: Maschinelles Lernen von Unfallsimulationen zur Crasheschwereschätzung

Abb. 1 veranschaulicht, wie unterschiedlich sich eine Pre-Crash Situation in nur 512 Millisekunden in Abhängigkeit der Fahrerreaktionen entwickeln kann. Die verschiedenen Konstellationen zum Unfallzeitpunkt haben signifikante Unterschiede der zu erwartenden Unfallschwere zur Folge – Unterschiede, die eine differenzierte Betrachtung erforderlich machen. Die Simulationen wurden mit einem eigens entwickelten Simulationsframework generiert, in welchem neben Matlab auch das Verkehrssimulationstool SUMO des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) zum Einsatz kommt. Damit werden im Projekt die für eine statistische Analyse erforderlichen Daten in Form alltäglicher Unfallsituationen millionenfach erzeugt. Mittels geeigneter Modelle wird für jeden einzelnen dieser Unfälle der vollständige Unfallhergang, von der Pre- über die In- bis hin zur Post-Crash Phase, simuliert. Links in Abb. 1 sind die Unfallkonstellationen von 24 Millionen solcher Simulationen dargestellt. Die Validierung der Methodik sowie der entwickelten Feder-Masse- und Fahrdynamikmodelle erfolgt dabei durch einen entsprechenden Versuchsaufbau mit Modellfahrzeugen im Labor.

Zusätzlich kommen im Projekt statistische Methoden in Form maschineller Lernverfahren zum Einsatz. Diese können die Erkenntnisse aus Millionen vorab simulierter Unfallszenarien im Falle eines real prädierten Crashes in Echtzeit zur Verfügung zu stellen. Abb. 2 zeigt die Schritte dieses Prädiktionsverfahrens. Zu sehen ist, wie der Regressionsalgorithmus nach erfolgreichem Anlernen der Trainingsdaten in der Lage ist, Histogramme der Unfallschwere zu schätzen. Das rechts in Abb. 2 dargestellte Histogramm einer bestimmten Pre-Crash-Situation veranschaulicht, dass in dem konkreten Fall bereits 185 Millisekunden vor Kollision die zugehörige Unfallschwere mit geringer Streuung, d. h. mit hoher Zuverlässigkeit, prädiert werden kann.

Die prädierte Unfallschwere kann nun als Kriterium für eine frühzeitige Airbagauslösung herangezogen werden. Da der ungefähre Verlauf des Unfalls und dessen zu erwartende Schwere nun vorab bekannt sind, können Sicherheitsmechanismen so angesteuert werden, dass sie die auf die Insassen wirkende Last bestmöglich über die gesamte zur Verfügung stehende Zeit verteilen. Bei der verwendeten Methodik mit maschinellen Lernverfahren wird eine besonders hohe Qualität der Unfallschwereschätzung dadurch erreicht, dass Daten hochpräziser FEM-Simulationen sowie von Fahrzeugversuchen Verwendung finden. Für Letztere werden die CARISSMA Indoor-Anlage zur Darstellung von Verkehrsszenarien im urbanen Bereich und die Outdoor-Anlage zur Darstellung von Verkehrsszenarien im dynamischen Grenzbereich sowie unter realen Witterungsbedingungen verwendet.

Kollisionsoptimierung im Straßenverkehr

Das Forschungsprojekt *TEPS (Testen und Entwickeln einer passiven Sicherheitsfunktion)* setzt sich das Ziel, die Verletzungsgefahr von Insassen zu reduzieren.

Prof. Dr.-Ing. Thomas Brandmeier
Wissenschaftliche Leitung

Prof. Dr.-Ing. Andreas Gaul
Fahrwerktechnik und Dynamik

Bruno Simon, M.Eng.
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Alexander Kamann, M.Sc.
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Fördermittelgeber



Projektpartner



Laut Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. zählen 15% aller PKW-Unfälle zu sogenannten „small overlap“-Frontalkollisionen. Mit diesem Begriff werden Zusammenstöße bezeichnet, bei denen der erste und schwerste Anstoß an der Fahrzeugfront mit einer Überdeckung von weniger als 25% erfolgt. Aus solchen niedrigen Überdeckungsgraden ergibt sich eine besondere Problematik, da die konstruktiven Sicherheitsmaßnahmen der Fahrzeugstruktur umgangen werden.

Das TEPS Projekt stellt sich der Aufgabe die Unfallschwere in „small overlap“-Situationen zu reduzieren (vgl. Abb. 4). Hierzu wird eine Fahrzeugfunktion entwickelt, die unausweichliche Kollisionen erkennt und in die Längs- und Querdynamik des Fahrzeugs eingreift, um den Überdeckungsgrad der Kollision zu erhöhen. Dabei beschränkt sich die Anwendung nicht ausschließlich auf den „small overlap“-Fall. Vielmehr soll eine Möglichkeit geschaffen werden, frühzeitig in das Fahrverhalten einzugreifen, um generell die Trefferlage zu optimieren. Ziel ist es hierbei immer, die Verletzungsgefahr der Insassen zu minimieren. Im Einsatz soll die TEPS Funktion die gegenwärtige Verkehrssituation analysieren und Kollisionen präzisieren. Wird dabei ein unvermeidbares Crashszenario erkannt, bewertet die Funktion alternative Fahrzeugtrajektorien auf ihre Unfallschwere hin und regelt das Fahrzeug autonom auf den günstigsten Kollisionspfad. Die Entwicklung soll durch ein durchgängiges Testsystem abgesichert werden, dass unter anderem eine hybride Testmethode mit Realfahrzeug und virtuellen Kollisionspartnern beinhaltet. Die Realfahrzeugtests werden unter reproduzierbaren Bedingungen in der CARISSMA-Versuchsanlage getestet. Dazu muss für den Sensor ein ähnliches Radarumfeld wie auf der realen Straße erzeugt werden. Voraussetzung dafür ist die Installation von Radarabsorbieretafeln an reflektionsintensiven Zonen in der CARISSMA-Anlage. Durch einen modellgestützten, simulativen Ansatz in Kombination mit realen Sensortests mit dem Versuchsfahrzeug wird die Modifizierung der Anlage umgesetzt. Für den Test der TEPS-Funktion (vgl. Abb. 1) wurde in Zusammenarbeit mit dem Projektpartner Continental ein Versuchsfahrzeug mit einem Lidar-Referenzsensor aufgerüstet und in Betrieb genommen (vgl. Abb. 3).



Collision Optimisation

Fifteen percent of all automobile accidents are classified as small overlap frontal crashes. This type of collisions primarily affects a vehicle's outer edges, which are not well protected by the crash-zone structures.

The *TEPS* project aims to reduce the accident severity in cases such as small overlap frontal crashes. It is intended to provide an opportunity to intervene in the driving behavior in order to generally optimize the hit position. For this purpose, a safety algorithm is developed which detects inevitable collisions and intervenes in the longitudinal and transverse dynamics of the vehicle.

In use, the *TEPS* safety algorithm will analyse the current traffic situation and predict collisions. If an unavoidable crash scenario is detected, the algorithm evaluates alternative vehicle trajectories for their accident severity and regulates the vehicle autonomously on the most favourable collision path. The development is to be secured by a continuous test system.

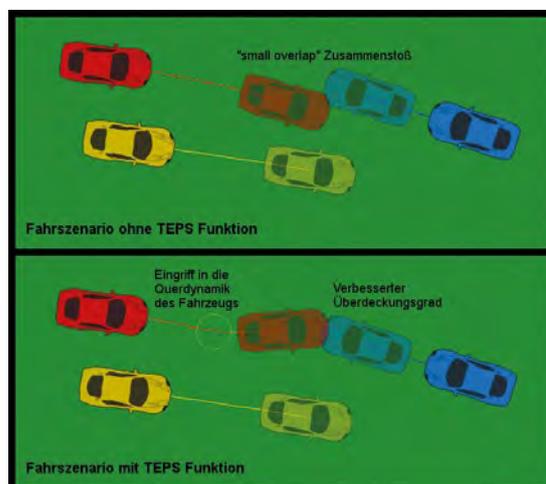


Abb. 1: Funktionsprinzip TEPS in 2D-Simulationsumgebung. Quelle: Simon



Abb. 2: „Versuchsfahrzeug auf der Schleuderplatte“. Quelle: Kamann

In einer Studie wurden Leistung und Zuverlässigkeit von vorausschauenden Sensoren (Radar-, Kamera- & Lidar-Sensoren) am und im fahrdynamischen Grenzbereich untersucht. Dynamische Fahr Situationen, wie sie bei einem Eingriff in die Fahrzeugführung durch die TEPS-Funktion vorliegen, zeichnen sich durch hohe Drehraten des Fahrzeugs aus. Eine weitere Eskalation stellt ein „Ausbrechen“ des Fahrzeugs dar (z. B. Schleudern, vgl. Abb. 2). Die Untersuchung zeigte eine eingeschränkte Zuverlässigkeit der aktuellen vorausschauenden Sensorik im Anwendungsgebiet der TEPS-Funktion. Ziel des in TEPS zu entwickelnden Umfeldmodells ist eine lückenlose und genaue Erfassung des Nahumfelds durch Radar, Kamera- & Lidar-Sensoren.

Die TEPS Entwicklung erfolgt bereits ab der Konzeptionsphase simulationsgestützt. Eine dafür entwickelte 2D-Simulationsumgebung ermöglicht eine frühe Validierung unterschiedlicher Ansätze und eine beschleunigte Implementierung der Funktionsmodule. Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der Implementierung einer schnellen und genauen Kollisionserkennung. Ausgehend davon werden Funktionsmodule zu Crashparameterschätzung und Kollisionsunvermeidbarkeit umgesetzt. Parallel wurde ein Versuchsfahrzeug mit Referenzsensorik aufgerüstet und in Betrieb genommen. In einer Studie wurde das Verhalten von vorausschauenden Sensoren (Radar-, Kamera- und Lidar-Sensoren) untersucht und ein Optimierungspotenzial festgestellt.

Ein erster lauffähiger Entwurf der TEPS Funktion und des dazu nötigen Umfeldmodells wird bis Ende des ersten Halbjahres 2017 angestrebt. Danach liegt der Fokus auf Methoden der Crashschwereschätzung, der Entwicklung geeigneter Testmethoden zur Funktionsabsicherung unter Einbindung der CARISSMA Infrastruktur.



Abb. 3: Neue Ausrüstung des Versuchsfahrzeugs. Quelle: Kamann



Abb. 4: „Test von Radarabsorbiermaten“. Quelle: Kamann

Neue Testsysteme für integrale Sicherheitssysteme

Bewegungssystem für Target-Attrappen

Prof. Dr. Lothar Wech

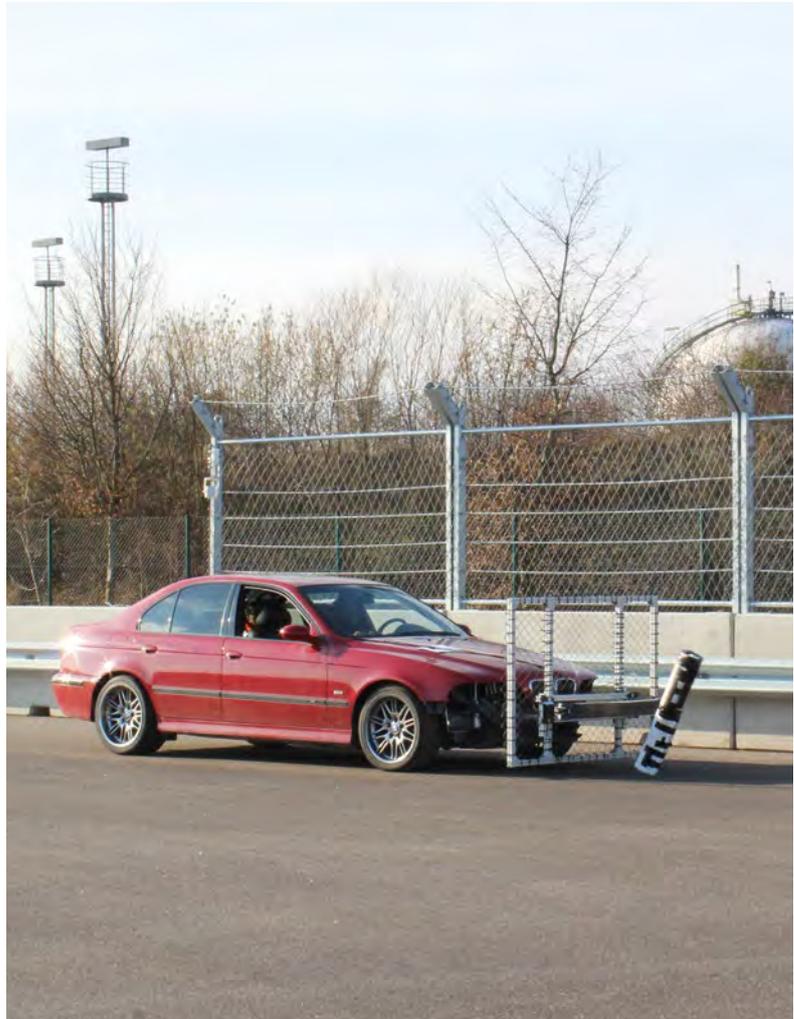
Technische Mechanik und
Fahrzeugsicherheit

Rober Lugner, M.Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Gerald Sequeira, M.Eng.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter



Impact-Test mit CFK-basiertem Sensierungssystem auf der CARISSMA Freiversuchsfläche.
Quelle: THI



New testing methods for integral safety systems

Forward-looking integrated safety systems for pre-crash activation of restraint systems along with contact-based systems as backup and plausibility-check can be seen as a potential path to achieving Vision Zero, the great goal to minimise lethal traffic accidents to zero. Forward-looking sensors are the most vital part of these systems, emphasising a need for new and efficient methods to test them. Therefore, new test devices for soft-crash tests are being developed at CARISSMA. Here, the dummy object (such as tree, pedestrian or vehicle) is pulled by a cable-winch system against the stationary vehicle equipped with forward-looking sensors. This device is designed to release the target dummy and apply the desired braking force to reproduce the real case scenarios. This testing method is quick, efficient, safe and low-cost. Additionally, CARISSMA researchers are working on CFRP-based contact sensing systems, which serve as plausibility check for the systems mentioned above. Here, the resistance change of the CFRP¹ is used to determine crash severity.

References:

¹ conductive carbon fibers embedded in non-conductive polymer

Fahrzeuge werden immer häufiger mit einer Reihe von Assistenzsystemen ausgestattet, die mit diversen Sensoren viele Daten im Umfeld eines Fahrzeugs erfassen. Zwar können heutige Systeme nicht immer einen Unfall verhindern, tragen aber dazu bei, die Unfallschwere zu reduzieren. Daher ist es sinnvoll, die Informationen aus der Sensorik auch für die passive Sicherheit zu nutzen und eine nicht mehr vermeidbare Kollision bereits vor dem Kontakt mit dem Hindernis zu detektieren. Dies ist insbesondere für den Seitenaufprall wichtig, da hier im Vergleich zur Fahrzeugfront ein deutlich kleinerer Bauraum zur Verfügung steht. Zur rechtzeitigen Erkennung einer Unfallgefahr dienen verschiedene Sensortypen, Sensordatenfusion und spezielle Algorithmen. Neben den vorausschauenden Sensoren wie Kamera und Radar werden weiterhin kontaktbasierte Sensoren benötigt, die eine Plausibilisierung auch unter widrigen Umständen sicherstellen und auch als Rückfallebene dienen. Solche Systeme müssen umfassend erprobt werden, um eine sichere Auslösung zu gewährleisten und Fehlauflösungen zu vermeiden.

Für die Durchführung sog. Soft-Crash-Versuche zur Erprobung vorausschauender Sensorsysteme, bei dem das Testfahrzeug bzw. die Sensorik steht und die Target-Attrappe bewegt wird, soll eine neue Testvorrichtung konzipiert, entwickelt und erprobt werden. Zur Bewegung der Objektattrappen (z. B. Baum, Fußgänger oder Fahrzeug) wird eine Seilzuganlage eingesetzt, wie sie üblicherweise zur Beschleunigung von Fahrzeugen bei Crashversuchen dient. Die Vorrichtung, auf die verschiedene Objektattrappen gesetzt werden sollen, muss an das Seilzugsystem angekoppelt und genau geführt werden. Um eine Beschädigung des Testfahrzeugs zu vermeiden, muss die Vorrichtung in der Lage sein, die Target-Attrappe freizugeben und möglichst schlagartig vor Auftreffen auf das Fahrzeug abzubremesen. Damit kann das Target bis unmittelbar vor dem Aufprall von der Sensorik realitätsgetreu erfasst werden.

Mit dieser Testvorrichtung lassen sich Systeme der Integralen Sicherheit schnell, effizient und sicher prüfen. Da bei der bisherigen Durchführung solcher Tests das Target und auch das Fahrzeug mit der jeweiligen Absolut-Geschwindigkeit fahren, ist eine sehr lange Teststrecke, z. B. eine Flugzeug-Startbahn notwendig. Mit dem neuen Attrappen-Bewegungssystem ist dagegen nur die Realisierung der Differenzgeschwindigkeit notwendig, was zu deutlich kürzeren Strecken und damit niedrigeren Kosten führt.

Als Plausibilisierungsinstanzen und Rückfallebene zu den oben beschriebenen vorausschauenden Sensierungssystemen dienen kontaktbasierte Sensierungssysteme, die ebenfalls in CARISSMA erforscht und entwickelt werden. Ziel ist die Verbesserung der Aktivierungszeit von Rückhaltesystemen (Airbags, Gurtstraffer etc.) sehr nahe an den Crashzeitpunkt t_0 . Diese Crash-Sensierung soll innerhalb von 1-2 ms den Zusammenstoß mit einem Objekt bestätigen und Informationen über die Crashkonstellation (Winkel, Überdeckung, Geschwindigkeit) und die Unfallschwere liefern.

Der zunehmende Einsatz von kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen (CFK) in modernen Fahrzeugen ermöglicht neue Sensorkonzepte, die in CARISSMA untersucht werden. So können die elektrischen Eigenschaften der leitfähigen Fasern, die in nichtleitendem Polymer eingebettet sind, gezielt genutzt werden, um mechanische Belastungen bis hin zur Zerstörung zu detektieren und zu bewerten. Die Widerstandsänderung ist dabei proportional zur aufgetragenen Kraft, somit kann die Unfallschwere abgeschätzt werden.

Das Projekt LIBERA im Technologiefeld Sichere Elektromobilität

Prof. Dr. rer. nat. Hans-Georg Schweiger
Tel +49 841 9348-4500,
Hans-Georg.Schweiger@thi.de

Christoph Nebl, M.Sc.
Tel +49 841 9348-1491,
Christoph.Nebl@carissma.eu

Projektpartner



Im Technologiefeld Sichere Elektromobilität werden in Kooperation mit kleinen und mittelständischen Unternehmen und Industriepartnern Themen auf dem Gebiet der Batteriesysteme und deren Sicherheit erforscht.

Projektbeschreibung

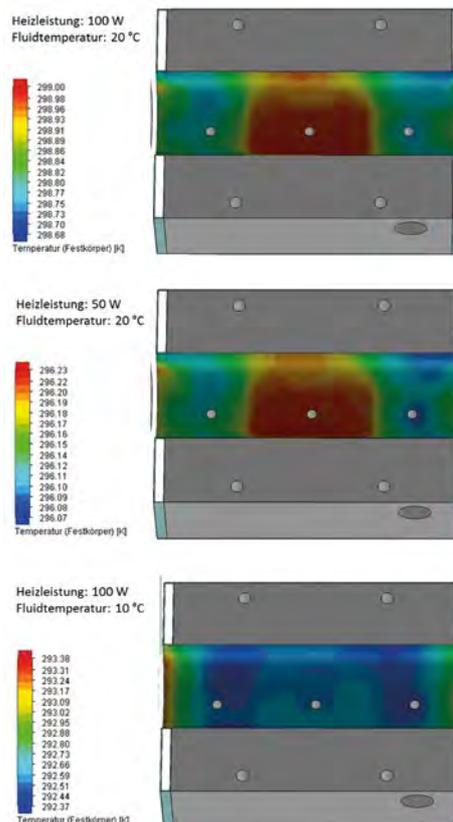
Mit dem Forschungsprojekt LIBERA in Kooperation mit der Firma CADFEM, gefördert aus dem Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) werden physikalische Modelle von Lithium-Ionen Batterien zur genaueren Simulation von elektrochemischen Effekten und Temperatureinflüssen außerhalb des Arbeitspunktes entwickelt.

Dabei werden gezielt Zustände untersucht, die vom üblichen Auslegungspunkt der Batterie abweichen, um dann Simulationsmodelle zu entwickeln mit denen diese Zustände abgebildet werden können. Die Modelle sind in der Lage, das elektrothermische Verhalten in der Batteriezelle örtlich aufzulösen und die Zustandsgrößen Temperatur, Stromdichte und Ladungszustand jenseits des üblichen Betriebsbereichs zu ermitteln.

Mangels geeigneter Batteriemodelle für den Kurzschlussfall werden Strompfade nicht richtig ausgelegt und Sicherungen zu klein dimensioniert. Das führt zu alternden Sicherungen im Normalbetrieb durch Pulsbelastung.

Project LIBERA

The objective of the project "LIBERA" is to develop realistic battery models to analyse the behaviour of battery cells under extreme load near short-circuit with very high currents. The short-circuit itself is covered by blowing fuses and contacts. Most of the time the shut-off occurs through a combination of contacts and fuses. With fuses, the system is protected against hard short-circuits as in vehicle accidents. Here, currents far greater than 1000A are generated. By opening the main contact, the battery system is protected against "small short-circuit currents", which lie between the operating current area (typical 200–250A) and up to 1000A. In this project specific states are investigated that obviously differ from the design point of the battery. These states are performed for developing simulation models, which are feasible to describe such situations. The models are able to locally resolve the electro thermal behaviour of the battery cell and to determine the state variables temperature, current density and state of charge also beyond the usual operating range.



Simulation der zu erwartenden Abwärme der Batteriezellen

Um diese Alterung zu reduzieren wird die Leistung des Systems zurückgenommen, um ein frühzeitiges Auslösen der Schmelzsicherung zu vermeiden. Lösen die Sicherungen trotzdem aus, muss die vollständige Batterie entsorgt werden, auch wenn kein zerstörender Überstrom auftrat. Ein messtechnischer Nachweis der Ursache des Durchbrennens der Sicherung ist schwierig, da die Gehäuse der Batterien verschweißt sind und eine Weiterverwendung aus Sicherheitsgründen ausscheidet. Mit den entwickelten physikalischen Modellen im Projekt LIBERA kann der Strompfad der Batterie verbessert ausgelegt werden und somit wesentliche Kosten bei der Auslegung von Batteriesystemen verringert werden.

Kleine Rundzellen mit einer Kapazität von ca. 2 Ah wurden ausgewählt. Aus Sicherheitsgründen wurden nur die Zellchemien Lithium-Eisenphosphat (LFP) und Lithium-Nickel-Mangan-Cobaltoxid (NMC) untersucht. Wird der Entladestrombereich von bis 250 A, auf bis zu 2000 A erweitert und geht man von typischen 40 Ah für ein EV-Batteriesystem aus, so ergeben sich für die kleinformatischen 18650 Standard Lithium-Ionen Zellen Ströme von bis zu 100 A.

Wegen der Arbeit mit Strömen dieser Größenordnung wurde ein Sicherheitskonzept entwickelt. Die Normen VDE0510-1, VDE0510-8 und UL1642 dienen der Durchführung einer FMEA. Zur Vermessung der Zellen unter konstanten Bedingungen wurde ein spezieller Zell-Prüfstand entwickelt, der die auftretende Abwärme bei den Hochstromtests effektiv abtransportiert. Dies wurde mit ausführlichen Simulationen der Temperaturverteilung am Prüfstand und am Prüfling umgesetzt. Mit angefertigten Dummy-Zellen konnte der Prüfstand sicherheitsunkritisch validiert werden.

Mit der Auswahl der Testzellen und Durchführung von Pulstests, Fahrzyklen-Tests mit und ohne Störeinflüssen konnten wichtigen Daten geliefert werden, mit denen das erweiterte physikalische Batteriemodell seitens des Projektpartners CADFEM erstellt wurde.

ZD.B-Professur Fahrzeugsicherheit und Car2X-Kommunikation

Prof. Dr. Christian Facchi
Eingebettete und vernetzte Systeme

Das Zentrum Digitalisierung.Bayern (ZD.B) verfolgt das Ziel, die Kompetenzen im Bereich der digitalen Technologien und deren Nutzung in Wirtschaft und Wissenschaft zu erhöhen. Als eine Maßnahme hierzu wurden 2016 zehn Professuren an Hochschulen für angewandte Wissenschaften ausgeschrieben. Die THI hat sich erfolgreich mit der Professur „Fahrzeugsicherheit und Car2X-Kommunikation“ beworben. Der Antrag wurde zusammen mit der TH Nürnberg („Softwareentwicklung für sichere und autonome Fahrzeugsysteme“) und der OTH Regensburg („Sichere und zuverlässige dezentrale Systeme“), die jeweils auch eine Professur in der ZD.B-Themenplattform „Vernetzte Mobilität“ erhalten haben, sowie mit der Unterstützung der FAU Erlangen, im Rahmen der virtuellen Laborgemeinschaft LAS³, gestellt¹.

Die Professur „Fahrzeugsicherheit und Car2X-Kommunikation“ wird sich mit fahrzeugübergreifenden Kommunikationsmechanismen, deren Anwendung sowie der Definition von zukünftigen auf Kommunikation basierenden Fahrzeugsicherheitsfunktionen beschäftigen. Ziel ist es, einen Beitrag zur Forschung in der Fahrzeugsicherheit zu liefern durch die Entwicklung von innovativen, kooperativen Sicherheitsfunktionen.

Die Professur wird mit der Forschergruppe von Prof. Christian Facchi kombiniert, die innerhalb von CARISSMA auf die Car2X-Kommunikation fokussiert ist. So soll eine Brücke zu innovativen Sicherheitsapplikationen geschlagen werden. Dabei kann der komplette Bogen von der Simulation mit dem an der THI entwickelten Car2X-Simulationstool „Artery“² auf dem laboreigenen Simulationscluster bis zum realen Test mit dem Car2X-Versuchsfahrzeug gespannt werden. Gleichzeitig ist die Professur in der Fakultät Elektrotechnik und Informatik (EI) angesiedelt. So fließen die Forschungsergebnisse direkt in die Lehre der Fakultät ein.



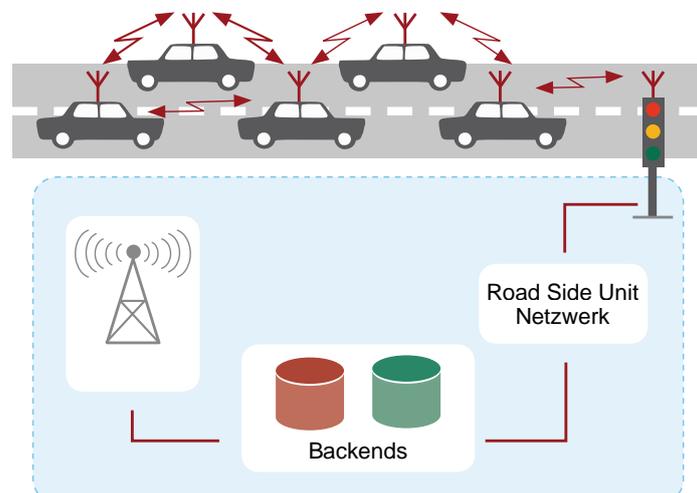
Vehicle Safety and Vehicle2X communication

The new professorship for “Vehicle Safety and Vehicle2X communication” established by the Bavarian state initiative ZD.B “Centre for Digitalization in Bavaria” will strengthen THI in the area of mobility. Key research area will be the development and testing of cooperative safety functions to be used between cars and infrastructure. The professorship will be integrated into the research and test centre for vehicle safety CARISSMA, where it can use the brand new well equipped Car2X laboratory. Starting with the simulation framework Artery2, which has been developed by THI, up to a fully equipped Car2X test vehicle the full development cycle can be realized. Beside the fact that vehicle safety function and vehicle 2X communication are now tightly interlaced within CARISSMA, a close connection to the universities of applied sciences Nürnberg and Regensburg, who are working in the area of autonomous driving and safe systems, is also planned. This builds up on the well-established research partnership LAS³.

Referenzen:

¹ <http://ag-las3.de/>

² <https://github.com/riebl/artery>



Car2-Kommunikation nach IEEE 802.11p

MAKE IT POSSIBLE.
MAKE IT HAPPEN.
MAKE IT FLY.

DUALES STUDIUM IN MANCHING

Folge uns auf:

 www.facebook.com/airbusgroupcareers

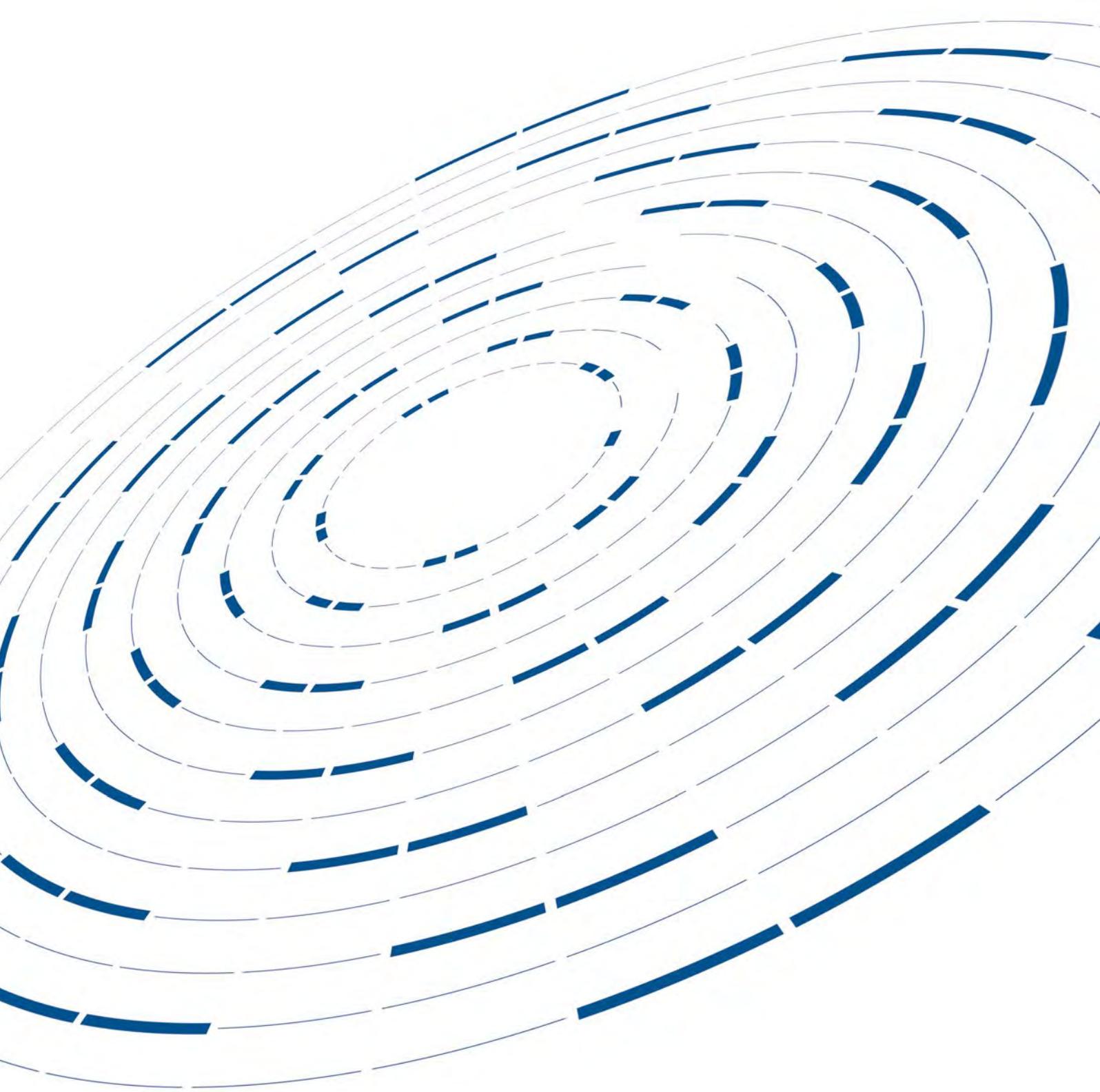
 www.twitter.com/airbusgroup

 www.instagram.com/airbus_group

Bewirb dich online:

www.airbusgroup.com/ausbildung

AIRBUS





Institute
Institutes

MOREA – das Institut für Innovative Mobilität

Prof. Dr. rer. nat. Gordon Elger
Thermisches Management, Zuverlässigkeit
und Aufbau- und Verbindungstechnik

Prof. Dr.-Ing. Christian Endisch
Elektromobilität und Lernfähige Systeme

Prof. Dr.-Ing. Karl Huber
Thermodynamik und Verbrennungsmotoren

Prof. Dr.-Ing. Johannes Pforr
Leistungselektronik, Energienetze und
elektrische Maschinen

Prof. Dr.-Ing. Christian Perponcher
Antriebstechnik und Tribologie

Prof. Dr.-Ing. Thomas Suchandt
Getriebe

Wohlstand und Wirtschaftskraft gehen einher mit einer stetigen Zunahme der Mobilität. MOREA forscht an Mobilitätslösungen für morgen.

Das Institut MOREA beschäftigt sich mit unterschiedlichen Fragestellungen der innovativen Mobilität. Dazu gehören Untersuchungen und Entwicklungen des Antriebsstranges wie auch Betrachtungen des Gesamtfahrzeuges mit seiner Umgebung, bis zur intelligenten vernetzten Betriebs- und Verkehrsführung. Die Professoren des Instituts bringen Kompetenzen aus unterschiedlichen Bereichen des Maschinenbaus und der Elektrotechnik mit und bündeln so Knowhow von der Komponentenebene bis in die Systemebene. Bei den Forschungsarbeiten steht der Kundennutzen im Fokus, sodass neben der Effizienz auch Fahrkomfort und Fahrsicherheit wesentliche Entwicklungsziele darstellen.

Beim Antriebsstrang stehen neben dem konventionellen ressourcenschonenden Antrieb (mit den Komponenten Verbrennungsmotor und Getriebe) vor allem der elektrische Antrieb (mit den Komponenten Energiespeicher, Leistungselektronik, Elektromaschine und Getriebe) sowie deren Kombination als Hybridantrieb im Fokus. Die Aufgabenstellungen reichen von der Entwicklung innovativer Antriebskomponenten über die Fertigung mit intelligenter Prüftechnik zur Qualitätssicherung bis hin zu verbrauchsoptimierten Betriebsstrategien. Der Antrieb spielt im Gesamtfahrzeug mit Fahrdynamik, Fahrzeugphysik und thermischem Management eine wichtige Rolle.

Weitere Arbeitsgebiete am Institut betreffen Energienetze für Hoch- und Niederspannungen, komfort- und sicherheitsrelevante Assistenzfunktionen, Sensorik, Vernetzung von Daten innerhalb des Fahrzeuges einschließlich deren Funktionsentwicklung und Berechnung. Neben den Ego-Fahrzeugdaten fließen zunehmend auch Informationen von außen für eine möglichst effiziente und vorausschauende Betriebsstrategie und Verkehrsführung ein (Karten-, Sensor-, Verkehrs- und Wetterdaten, Vorderfahrzeuginformationen, Online-Informationen, Car2X-Kommunikation, Ampelschaltpunkte usw.).



MOREA – The Institute für Innovative Mobility

The institute is responsible for different subjects in innovative mobility, from system level to component level. Innovate drive train technologies and optimizations of vehicle energy strategies offer the potential for further reduction of fuel consumption at a low cost while increasing driving comfort and safety as well. THI professors from various fields within mechanical and electrical engineering have come together to combine their expertise. This unique form of cooperation leads to the careful examination and improvement of various areas from vehicle optimization and driving dynamics, temperature management, power train and electrical nets for HV and LV to individual components including combustion engine, gearbox, electrical machines, power electronics, energy storage and automotive electrical loads. The institute is currently involved in many research and development projects and shows the potential of *Technische Hochschule Ingolstadt* in the automotive energy sector.

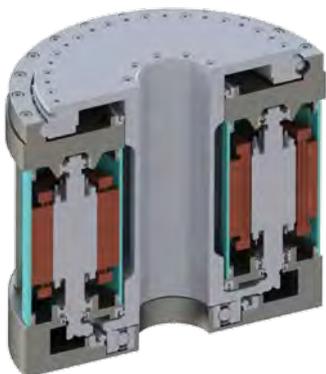
Spielfreier Hohlwellen-Drehantrieb

Torque-Motoren finden in vielen Antrieben Verwendung. Aufgrund ihres hohen Drehmomentes können sie oftmals als Direktantriebe eingesetzt werden, der Einsatz eines zusätzlichen Getriebes zur Drehmomenten-Steigerung ist dabei meist nicht erforderlich. Dies macht den Antrieb in Anwendungen, die eine präzise Bewegung realisieren, sehr beliebt. Grund hierfür ist, dass diese Antriebe kein Spiel aufweisen, wie es üblicherweise in Antrieben mit integriertem Getriebe der Fall ist. Das hohe Drehmoment und die hohe Genauigkeit der Torque-Motoren haben jedoch ihren Preis. Da in den Antrieben seltene Erden-Materialien verbaut werden, sind diese Motoren gegenüber anderen Elektromotoren vergleichsweise teuer.

Ziel der Forschungsarbeit zu spielfreiem Hohlwellen-Drehantrieb ist die Entwicklung einer preiswerten Alternative zu den kostenintensiven Torque-Motoren, die derzeit am Markt angeboten werden. Durch den Einsatz mehrerer Elektromotoren, speziell Asynchronmotoren, ist dies möglich geworden. Der Aufbau des Antriebs besteht aus mehreren kleinen Motoren, die über eine Getriebestufe zusammengefasst werden. Durch ein gegenseitiges Verspannen der einzelnen Motoren entsteht ein Antrieb mit den Eigenschaften eines Direktantriebs. Der Antrieb kann, wie bei einem Torque-Motor, sehr präzise positioniert werden. Die mechanische Konstruktion des Antriebes erfolgt in Zusammenarbeit mit der Firma WMH Herion Antriebstechnik GmbH.

Für die Umsetzung der Ansteuerung der einzelnen Motoren wird mit einem weiteren Projektpartner, mit der Firma SM Motion Control, zusammengearbeitet. Die Simulation des Antriebes übernimmt die THI. Ziel dieser Simulation ist das Gesamtverhalten bezüglich Positioniergenauigkeit und Drehzahl zu beschreiben, so dass daraus für die jeweiligen Anwendungen die richtigen Regelstrategien entwickelt werden können. Dabei wird innerhalb des Forschungsprojektes etappenweise zunächst ein Modell erstellt, das in erster Näherung dazu dient grobe Verhaltensmuster des Antriebs zu untersuchen. Im Nachgang wird das Modell sukzessive erweitert und durch Messungen am realen System verifiziert.

Auf einem Prüfstand wurden bereits erste Tests mit dem neuen Antrieb durchgeführt. Das Konzept des Prüfstands wurde an der THI entwickelt und von der Firma WMH Herion umgesetzt. Erste Tests ergaben bereits sehr positive Ergebnisse. Dabei wurden Versuche zum Drehmoment, zur Positioniergenauigkeit, sowie zum Temperaturverhalten durchgeführt. Derzeit laufen Dauerlauftests um die Langzeitstabilität des Antriebs zu erproben.



Schnittbild Antrieb

Prof. Dr.-Ing. Thomas Suchandt
Vizepräsident für Forschung



Backlash-free drive system

In rotation tables e.g. in automation, robotics and machine building torque motors are usually integrated. These torque motors realise a backlash free drive for an accurate positioning. However, because of the necessity to use rare earth materials, torque motors are high-priced drive systems.

In an ongoing project, a new drive system has been developed. The new drive system uses a combination of four or six asynchronous machines. The backlash-free condition of the drive was achieved with an intelligent control system. This is realised through the electrical wiring of the asynchronous machines which brasses the tooth flanks of the motors against the tooth flank of a common spur gear. Positioning values up to 0.002° can be reached. With the circular arrangement of the motors, the characteristic design is maintained as both torque motors and the newly developed drive are constructed in hollow shaft design.

The project is funded by the Central Innovation Program Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) and realised in a collaboration with Technische Hochschule Ingolstadt, WMH Herion Antriebstechnik GmbH and SM Motion Control GmbH.

Onlinefähige Masse- und Fahrwiderstandsschätzung

Prof. Dr.-Ing. Christian Endisch
Fachgebiet Elektromobilität,
lernfähige Systeme

Dipl.-Ing. Simon Altmannshofer
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Kooperationspartner



AUDI AG

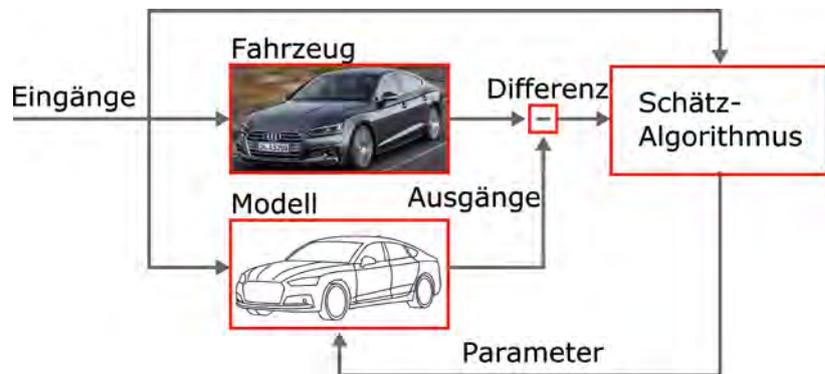


Abb. 1: Schematische Funktionsweise des Schätzalgorithmus

Fahrzeuge werden immer vorausschauender und komplexer in ihren Funktionen. Mit ausgeklügelten Assistenz-Systemen helfen sie dem Fahrer, sich auf der kompletten Strecke so effizient wie möglich zu verhalten und steigern den Fahrkomfort. Damit diese Helfer funktionieren, benötigen sie zu jedem Zeitpunkt möglichst genaue Werte zu Fahrzeugmasse, Roll- und Luftwiderstand sowie Bremsenkennwert. Diese Werte sind nicht konstant sondern verändern sich, z. B. durch Beladung, Anhänger, Dachbox und Bereifung. All diese Veränderungen müssen bei den Assistenzsystemen Berücksichtigung finden für eine möglichst effiziente und angenehme Fahrt.

Eine messtechnische Erfassung von Fahrzeugmasse, Roll- und Luftwiderstand und Bremsenkennwert ist nicht möglich, da entsprechende Sensoren nicht verfügbar sind oder der Einbau zu ungewollten Mehrkosten führen würde. Im Rahmen eines Kooperationsprojekts zwischen der Technischen Hochschule Ingolstadt und der AUDI AG entwickelt man deshalb Algorithmen, die lediglich mit den in Serie verbauten Standardsensoren auskommen. Das Ziel ist eine möglichst genaue und schnelle Schätzung der unbekanntenen Fahrzeugparameter. Darüber hinaus sollen für einen Serien-einsatz die geschätzten Werte möglichst robust sein, also wenig anfällig für mögliche Störungen, die während eines Fahrzeuglebens auftreten können.

Als Grundlage für die lernfähigen Schätzverfahren dienen ein Fahrzeugmodell der Längsdynamik und die entsprechenden Ein- und Ausgangsgrößen. Zu diesen Signalen zählen das Antriebsmoment an den Rädern sowie Fahrzeuggeschwindigkeit und –beschleunigung. Aus der Differenz zwischen dem Fahrzeugmodell und den Messungen am realen Fahrzeug passen die Algorithmen die Parameter schließlich so an, dass die Differenz idealerweise zu Null wird. Herausforderungen bei der Umsetzung bilden Situationen mit geringer Anregung, z. B. bei langen Fahrten mit konstanter Geschwindigkeit, da hier keine neue Information in den Signalen vorhanden ist. Außerdem kommen die Eingangssignale des Algorithmus von kostengünstigen Sensoren, die teilweise durch Messausreißer verfälscht sind. Weitere wichtige Punkte sind die Skalierbarkeit auf unterschiedliche Fahrzeug- und Antriebskonfigurationen sowie die recheneffiziente Umsetzung in einem Steuergerät.



Online estimation of vehicle mass and driving resistance

Knowledge of longitudinal dynamics and their exact parameters is important for advanced driver assistance systems. It is especially helpful for Adaptive Cruise Control (ACC) to improve comfort, or for predictive powertrain control to improve efficiency. Parameters which describe the longitudinal dynamics are subject to variation during vehicle operation. Therefore, it is favourable to estimate these parameters on-board. Decisive parameters are vehicle mass and driving resistance, composed of rolling resistance and air drag resistance. In braking phases there is additional uncertainty in the friction coefficient of the brake discs. Information on the true disc friction parameter can be useful for ACC and emergency brake assistant.

Vehicle longitudinal control can be improved through increased knowledge of vehicle parameters. A robust estimation algorithm is being developed to estimate unknown or uncertain vehicle parameters. These parameters are mass, rolling coefficient, air drag coefficient and brake disc friction coefficient. The proposed estimator considers measurement outliers and insufficient excitation. The robust estimator shows good performance on real-world data with difficult characteristics compared to existing algorithms.

The cooperative research project is funded by Audi.

Ausgiebige Fahrversuche wurden mit unterschiedlichen Fahrzeugtypen, Antriebskonzepten, sowie verschiedenen Anhängern und Dachbox und Beladung durchgeführt. Die Ergebnisse bei unterschiedlichen Strecken in der Stadt, auf Landstraßen und Autobahnen sowie im Gebirge bestätigen die Leistungsfähigkeit der entwickelten Algorithmen.

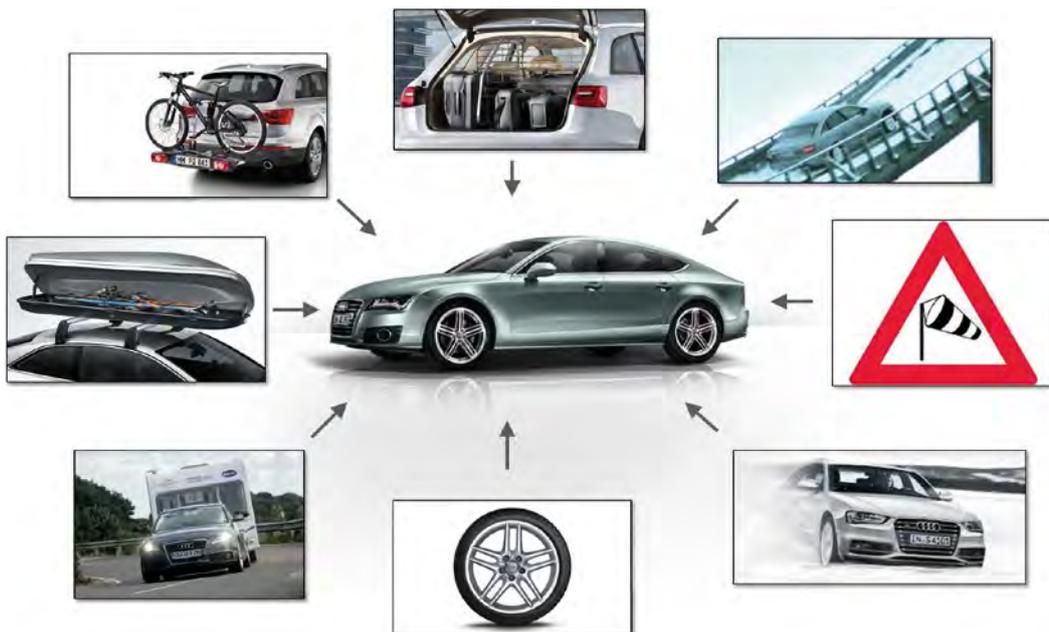


Abb. 2: Einflüsse auf die Fahrzeugparameter der Längsdynamik

Referenzen:

S. Altmannshofer, J. Martin, und C. Endisch, „Robuste, onlinefähige Schätzung von Fahrzeugmasse und Fahrwiderständen.“ in VDI-Berichte, vol. Vol. 2233, VDI-Verlag, 2015, pp. pp. 29–36.

S. Altmannshofer, C. Endisch, J. Martin, M. Gerngroß und R. Limbacher, „Robust Estimation of Vehicle Longitudinal Dynamics Parameters,“ in Proceedings of IEEE Intelligent Vehicles Symposium, Göteborg, 2016.

S. Altmannshofer und C. Endisch, „Robust Vehicle Mass and Driving Resistance Estimation,“ in Proceedings of the American Control Conference, Boston, MA, 2016.

Automatische Thermische Impedanz-Messung auf Wafer-Level

Technologieförderung für Hochschul-Spin-Off

Prof. Dr. rer. nat. Gordon Elger
Aufbau- und Verbindungstechnik

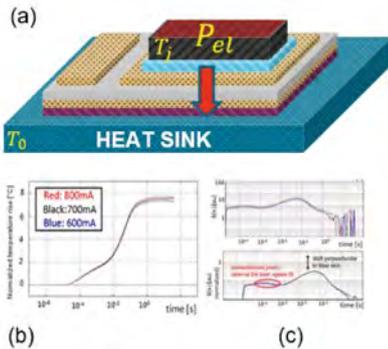


Abb. 1: Transiente Thermische Impedanz Messung und automatische Datenverarbeitung: Die Änderung der Flussspannung nach Schalten einer thermischen Last wird zeitaufgelöst gemessen. Die Daten werden gefiltert, komprimiert und an Hand den Signalen von Gut-Mustern normiert.

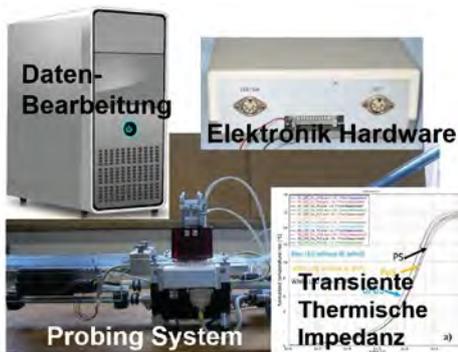


Abb. 2: Building Blocks des automatischen thermische Impedanz-Testers



Automatic Thermal Impedance Tester for panel, tile and wafer level testing of LEDs

The research group of Prof. Elger at the Institute for Innovative Mobility focus on assembly and reliability testing of microelectronic devices. During the last years the group developed a fast in-line capable measurement method for transient thermal analysis of LED. Based on that, the group got funding from the Bavarian state government to realise a prototype for commercialisation of the measurement method, i.e. to build a panel level (also ceramic-tile and wafer-level) tester Target of the funding is to found a spin-off company. Intelligent and automatic measurement equipment for the factories of the future is one core part of the Industry 4.0 and of the digitalisation strategies.

Die Forschungsgruppe von Prof. Dr. Gordon Elger am Institut für Innovative Mobilität forscht auf dem Gebiet der Zuverlässigkeit mikroelektronischer Systeme. In den letzten Jahren wurde in Forschungsprojekten ein neues schnelles In-Line fähiges Messverfahren für die Analyse der Zuverlässigkeit von LEDs entwickelt. Nun hat die Gruppe im Rahmen der Förderung zur Unternehmensausgründungen an Hochschulen und Forschungseinrichtungen „Flügge Validierung“ eine Förderung von 300.000 Euro vom Freistaat Bayern erhalten. In dem Projekt wird der Prototyp eines „Automatischen Thermischen Testequipments“ für die Zuverlässigkeit von LEDs realisiert. Intelligentes Messequipment in den Fabriken der Zukunft ist ein Kernbereich der Industrie 4.0 und der Digitalisierungsstrategien.

Hohe Zuverlässigkeit der Elektronikkomponenten ist gerade für automobiler Anwendungen entscheidend. LED- und Laserscheinwerfer müssen die Lebensdauer des Fahrzeuges erreichen. Ein Austausch der Lichtquellen ist aus Design und Platzgründen nicht vorgesehen und wäre entsprechend teuer. Die LEDs und die Elektronik dürfen daher nicht ausfallen. Mit dem Thermischen Tester wird es möglich, eine vollautomatische thermische Impedanz-Messung durchzuführen, auf deren Basis die Zuverlässigkeit der elektronischen Komponenten für die Automobilindustrie sichergestellt werden kann. Von der Temperatur des Halbleiters unter Betriebsbedingungen hängt die Degradation der Lichtemission und damit seine Lebensdauer ab. Der Prototyp des Testers wird in Kooperation mit dem Industriepartner Osram entwickelt, der als Premium-LED-Hersteller einen hohen Bedarf an innovativem Test Equipment hat um seinen technologischen Vorsprung zu sichern.

Die transiente thermische Impedanz-Messung beruht auf der Abhängigkeit der Durchlassspannung einer Halbleiterdiode von der Temperatur. Gemessen wird zeitaufgelöst die Temperaturänderung des Halbleiters nach dem Schalten einer hohen thermischen Last. Herzstück des Testers ist daher eine schnell schaltende Stromquelle, die von einem hohen Treiberstrom auf einen geringen Detektionsstrom umschaltet, der in weniger als $1\mu\text{s}$ störungsfrei und im $10\mu\text{A}$ Bereich stabil sein muss. Um einen hohen Durchsatz auf dem Tester zu ermöglichen, muss eine Messung in 100ms abgeschlossen sein. Weil das Zeitsignal über mehrere Dekaden abgetastet wird, fällt eine große Datenmenge an, die in Echtzeit bearbeitet wird. Neben der Hardware werden ebenfalls die Algorithmen für diese schnelle Datenauswertung entwickelt.

Ziel der Förderung ist die Unternehmensgründung nach Abschluss des Projektes. Im Rahmen der Förderung wird das Gründer-Team gebildet, welches die Ausgründung des Spin-Offs von der Hochschule vornehmen wird. Da die prinzipielle Machbarkeit, d.h. das Messprinzip, in früheren Forschungsprojekten belegt wurde, sucht das Team aktuell für die Realisierung des Prototypen Verstärkung im Bereich Automatisierung und Software.

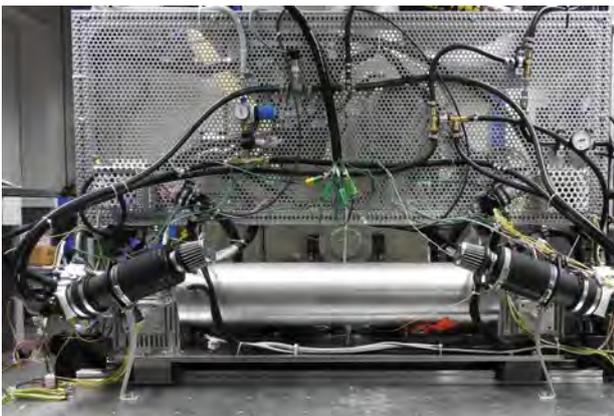
Forschungsprojekt „BHKWinnovativ“

Ziel des von 2013 bis 2017 bearbeiteten Forschungsvorhabens „BHKWinnovativ“ war die Erforschung und Vorentwicklung effizienter, umweltfreundlicher und kostengünstiger Energieversorgungsanlagen mit einer Leistung von etwa 3 kW. Einsatzziele für derartige Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen sind Ein- und Zweifamilienhäuser sowie Anwendungen im Kleingewerbe. Während die elektrische Energie für die Deckung von Stromgrundlasten ausreicht, kann die bei der Erzeugung der elektrischen Energie entstehende Abwärme in das lokale Heizungs- und Warmwassersystem eingekoppelt werden.

Das genutzte Motorkonzept weist durch einen symmetrischen Aufbau Vorteile in Bezug auf die Leistungsentfaltung und die Ausgleichbarkeit von Maschinenschwingungen mittels Schwingungstilger auf, wobei dessen Auslegung rechnerbasiert erfolgte. Da mit dem Lineargeneratorprinzip die Kolbenseitenkräfte aus dem konventionellen Kurbeltrieb entfallen, resultieren an der Kolbengruppe erheblich niedrigere Reibmitteldrücke.

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurde unter Nutzung von modernen Simulations-, Konstruktions- und Berechnungswerkzeugen ein Prototyp für ein innovatives Mini-Blockheizkraftwerk aufgebaut und in Betrieb genommen. Im Fokus der Entwicklung standen dabei die elektrische Stromerzeugung durch einen oszillierend bewegten Lineargenerator, der an beiden Enden von je einer Zweitaktverbrennungsmotoreinheit, die nach dem Freikolbenprinzip arbeiten, angetrieben wird. Zur Auslegung von Brennverfahren und Ladungswechsel wurde ein GT-Power-Simulationsmodell und ein kurbelwellengetriebener Prototyp einer mit Direkteinspritzung ausgestatteten Verbrennungsmotoreinheit aufgebaut. Schließlich waren sämtliche arbeitszyklusrelevanten Signaleingänge und -ausgänge der frei programmierbaren Motorsteuerung von der gewohnten Kurbelwellenbasis in eine Eventsteuerung unter Nutzung von Kolbenposition und Bewegungsrichtung zu transformieren, um dem Freikolbenprinzip Rechnung zu tragen.

Mit den gewonnenen Erkenntnissen sind die Forschungspartner nun in der Lage, das Mikro-BHKW im Rahmen eines Anschlussprojekts weiter zu entwickeln. Ansätze zur Weiterentwicklung bestehen hinsichtlich der tribologischen Eigenschaften im Kolben-Zylinderkontakt, der Gemischbildung, einer kombinierten Abgasanlage, der Steifigkeit des Oszillators der Lineargenerator-einheit sowie des Umrichters.



BHKWinnovativ: Prototyp des Blockheizkraftwerks mit Freikolbenlineargenerator

Prof. Dr.-Ing. Karl Huber
Thermodynamik und Verbrennungsmotoren

Dr. Johann Hauber
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

gefördert durch das Bay. Staatsministerium
für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und
Technologie

Förderprogramm
BayINVENT, FKZ: IET-1211-0003

Projektnehmer



Projektpartner



Research project “BHKWinnovativ”

Research and Predevelopment of a highly efficient, ecological and cheap combined heat and power supply unit with a rated electrical power output of 3 kW has been the focus of a research project called “BHKWinnovativ” from 2013 to 2017. Target applications of these micro-CHP plants are power supply of detached and semi-detached houses as well as small businesses. While electrical power meets base load demand, waste heat recovery is utilized for hot water preparation as well as for room heating purposes.

The fully symmetric engine concept, consisting of one electric linear motor and two 2-stroke internal combustion engine units provides benefits regarding smoothness of power generation as well as compensation of machine vibrations, whereas a highly reversible oscillation absorption system has also been calculated and designed. By eliminating the crank shaft and using a linear generator, lateral forces on the piston skirt are negligible. Thus, tremendously reduced friction in the engine units are to be expected.

Erneuerbare Energien an der TH: das Institut für neue Energie-Systeme (InES)

Institutsleitung

Prof. Dr.-Ing. Wilfried Zörner

Tel +49 841 9348-2270

Wilfried.Zoerner@thi.de

Dr. Christoph Trinkl

Tel +49 841 841 9348-3720

Christoph.Trinkl@thi.de

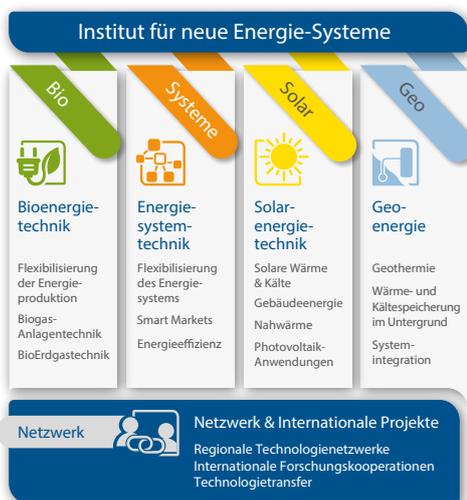


Abb. 1: Überblick über Struktur und Forschungsbereiche des InES



Renewable Energy Technologies at TH: The Institute of new Energy Systems (InES)

The Institute of new Energy Systems is a platform for applied research in the field of renewable energy technologies where currently six professors and twenty researchers and PhD students are involved in various research projects. The research activities of InES are focusing on the following topics: Bioenergy Technology, Energy Systems Technology, Solar Energy Technology, Geogeneity and Networking & International Projects. Typically, research projects are implemented in close cooperation with both renewable energy technology companies as well as research institutions and international partner universities. Individual project funding is provided by regional, federal and European institutions or through industrial contract research. Next to technologically oriented research projects, InES activities aim at both regional and international networking and collaboration.

Angesichts von globalem Klimawandel und fortschreitender Ressourcenverknappung bildet die nachhaltige und sichere Energieversorgung eine der zentralen Herausforderungen unserer Zeit. Die umweltfreundliche und kostengünstige Bereitstellung von Energie als Wärme, Strom und Kraftstoff sowie deren effiziente Nutzung in Gebäuden, industriell-gewerblichen Anwendungen und für Mobilität ist dabei mit zahlreichen technologischen Fragestellungen verbunden. Vor diesem Hintergrund beschäftigen sich am Institut für neue Energie-Systeme sechs Professoren sowie 20 wissenschaftliche Mitarbeiter und Doktoranden mit zukunftsweisenden Technologien im Bereich der Erneuerbaren Energien. Die anwendungsorientierten Forschungsvorhaben werden überwiegend in Zusammenarbeit mit mittelständischen Industriepartnern sowie mit Forschungseinrichtungen und Partnerhochschulen durchgeführt.

Die Forschungsarbeiten des InES sind innerhalb der Bereiche Bioenergie-technik, Solarenergie-technik, Netzwerk & Internationale Projekte sowie Geoenergie und Energiesystem-technik organisiert. Die letzten beiden Bereiche sind räumlich in der neu eingerichteten Forschungsaußenstelle Neuburg angesiedelt.

Forschungsprojekte des Bereichs Bioenergie-technik widmen sich der nachhaltigen Bereitstellung von Energie aus nachwachsenden Rohstoffen mit dem Schwerpunkt auf der Anlagentechnik von Holzheizkraftwerken und Biogasanlagen. Im Bereich Solarenergie-technik fokussieren sich InES-Wissenschaftler auf Forschungsfragen zur solaren Wärme-, Kälte- und Stromversorgung. Die Forschungsprojekte im Bereich Energiesystem-technik konzentrieren sich auf systemische Fragestellungen der Energiebereitstellung wie etwa die Verknüpfung von Energieerzeugung und -verbrauch im Energiesystem. Der Bereich Geoenergie beschäftigt sich mit der ressourcenschonenden Nutzung des Untergrunds, der Bereitstellung von Erdwärme und Stromgewinnung durch Geothermie. Im Bereich Netzwerk & Internationale Projekte werden Partnerschaften mit dem Ziel des Technologietransfers in die regionale Wirtschaft koordiniert. Neben der regionalen Verankerung werden hier ebenso internationale Forschungsk Kooperationen mit Partnerhochschulen, Forschungseinrichtungen und Unternehmen forciert. Schwerpunkte liegen derzeit auf Kooperationen mit Partnern im europäischen Ausland sowie in Subsahara-Afrika.

www.thi.de/go/energie



Abb. 2: Das Team des Instituts für neue Energie-Systeme (InES)

BIOOPT-MIX

Verbesserung der Durchmischung in Biogasfermentern durch methodische Rührwerksoptimierung in Laborversuch, Simulation und Felderprobung

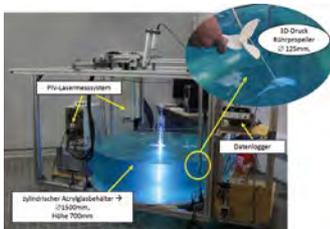


Abb. 1: Versuchsaufbau Durchmischung

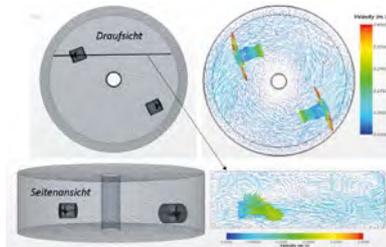


Abb. 2: CFD Simulation von 2 Rührern im Fermenter

Das Projekt „BIOOPT-MIX“ hat das Ziel, die Durchmischung bei bestehenden Biogasanlagen energetisch und verfahrenstechnisch signifikant zu optimieren. Durch die Entwicklung von neuen marktfähigen Rührwerkskonzepten sollen Wirtschaftlichkeit und Klimaschutz entscheidend verbessert werden.

Auf Basis wissenschaftlicher Untersuchungen werden neue Auslegungs- und Optimierungskonzepte für die Durchmischung von Biogasfermentern entwickelt. Insbesondere werden verschiedene Rührwerkskonstruktionen, Schaufelformen und Anordnungen des Rührwerks im Fermenter, aber auch Betriebsweisen, wie Drehzahlanpassung in Abhängigkeit von Substratcharakteristiken und alternierende Fahrweisen, untersucht. Die Fermentergeometrien, die Rührwerkskonzepte und das rheologische Verhalten des Substrats werden auf Labormaßstab übertragen (Scale-down) und anschließend mittels verschiedener Methoden umfassend messtechnisch untersucht (siehe Abb. 1). Die laserbasierte Particle Image Velocimetry (PIV) und ultraschallbasierte Acoustic Doppler Velocimetry (ADV) dienen der mehrdimensionalen Erfassung der Strömungsgeschwindigkeiten im Laborbehälter. Hinzu kommen die Aufzeichnung der Leistungsaufnahme der Laborrührerantriebe, des Drehmomentes an der Rührerwelle und die Messung der Substrattemperatur. Als Ersatz für reale Substrate wird ein transparentes Modellsubstrat mit ähnlichen rheologischen Eigenschaften eingesetzt. Neben der Visualisierung von Strömungscharakteristiken dienen die Laborversuche der Validierung der numerischen Simulation der Durchmischungscharakteristik (siehe Abb. 2) mittels Computational Fluid Dynamics (CFD). Das Softwaretool StarCCM+ wird genutzt, um umfangreiche Parameterstudien zur Optimierung der Durchmischung in Gärbehältern durchzuführen. Zudem werden ausgewählte Optimierungskonzepte an Feldanlagen erprobt (Scale-up), messtechnisch erfasst und validiert.

Somit können schließlich allgemeingültige Auslegungsregeln zur effizienten Gestaltung von Rührkonzepten in Neuanlagen wie auch im Betrieb befindlicher Rührkonzepten erstellt werden. Das Projekt wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert.

Prof. Dr.-Ing. Markus Goldbrunner
 Projektleiter
 Tel +49 841 9348-3420
 Markus.Goldbrunner@thi.de

Matthias Sonnleitner, M.Phil.
 Leiter Bereich Bioenergie-technik
 Tel +49 841 9348-6490
 Matthias.Sonnleitner@thi.de

Fördermittelgeber



Kooperationspartner



Improvement of the Mixing Process in Digesters by Methodical Agitator Optimisation in Laboratory Tests, Simulation and Field Testing

The aim of the research project “BIOOPT-MIX”, carried out at the Institute of new Energy Systems and financially supported by the German Federal Ministry of Education and Research, is to optimise the mixing process in biogas digesters to increase the overall efficiency and competitiveness of biogas plants. On the basis of comprehensive methodological and scientific investigation, efficient mixing strategies for fully mixed biogas digesters with the lowest parasitic electric energy consumption and best mixing quality are being developed. To get detailed knowledge of the flow dynamic inside a mixed biogas digester, experiments are carried out on a downscaled laboratory digester. The output of the laboratory experiments is used to calibrate computational fluid dynamics (CFD) models, which are used for comprehensive optimisation studies. With the results of the study, generally valid guidelines and rules are defined for an optimised design and operation of biogas digester mixing systems.

BIPD – Entwicklung von Biomasse-Industriekraftwerken zur Vollversorgung mit Prozessdampf

Prof. Dr.-Ing. Wilfried Zörner
Projektleiter
Tel +49 841 9348-2270
Wilfried.Zoerner@thi.de

Matthias Sonnleitner, M.Phil.
Leiter Bereich Bioenergietechnik
Tel +49 841 9348-6490
Matthias.Sonnleitner@thi.de

Fördermittelgeber



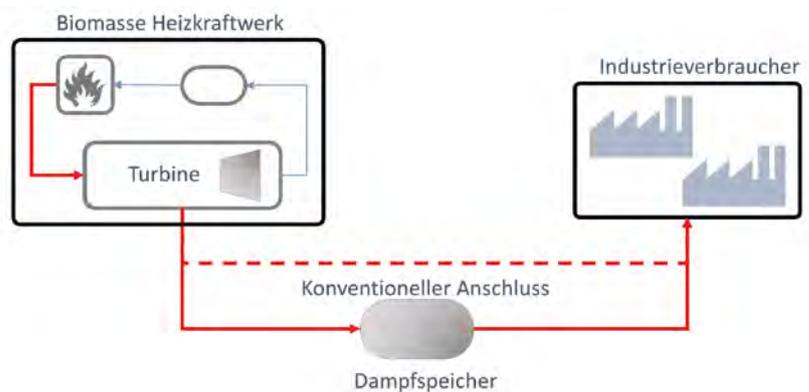
Kooperationspartner



Ziel des Projekts BIPD ist die Optimierung der Dampflieferung an Industriekunden durch die Integration von Speichern in den Wasserdampfkreislauf eines Biomasse-Heizkraftwerkes.

Holzbeheizte Biomasse-Heizkraftwerke sind zu einer großen Zahl in Deutschland verbaut und dienen meist zur gleichzeitigen Bereitstellung von Strom und Wärme. Mehr als ein Drittel des bestehenden Anlagenparks liefert Wärme in Form von Prozessdampf an Industriekunden. Diese Dampfversorgung zeichnet sich meist durch hohe und abrupte Schwankungen des Bedarfs aus. Die Dampfauskopplung an der Kraftwerksturbine kann üblicherweise nur in einem anlagenspezifischen Minimal- und Maximalband betrieben werden. Dies reicht nicht aus, um den starken Schwankungsbereich der Industrieverbraucher abzudecken. Deshalb kann oft nur die Grundlast des Dampfbedarfes (etwa 60-70% der benötigten Dampfmenge) geliefert werden.

Über die Entkopplung der Dampfenahme und der Dampflieferung durch einen hochflexiblen Ruths-Dampfspeicher soll in diesem Projekt der Deckungsanteil erhöht und somit fossile Spitzenlastzeugung verringert werden. Der Dampfspeicher soll es ermöglichen, auf der Entnahmeseite (an der Turbine) eine möglichst konstante Entnahmedampfmenge zu erzielen, um so den Prozess zu stabilisieren.



Schematischer Aufbau der konventionellen Dampfversorgung sowie der Dampfversorgung über ein Speichersystem

Development of Biomass Industrial Plants for 100% Process Steam Supply

Solid fueled biomass power plants are usually operate in combined heat and power (CHP) mode. A significant amount of the existing plants supply process steam for industrial customers. Due to their fluctuating demand, however, only a share of the process steam might be available at a point in time. Biomass CHPs are usually able to only cover the base load steam demand of about 60-70%. The project „BIPD – Development of biomass industrial plants for a 100% steam supply“, funded by the German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, aims at increasing the share of steam demand coverage by way of integrating steam storage devices. Via computational simulations and validation on measurement data from existing plants, the impact of these storage devices is investigated, evaluated and optimised. The project shows that the coverage rate of steam from biomass plants for industrial processes can be increased up to 100%. Depending on several boundary conditions of the plants, an economic and ecologic benefit can be achieved.

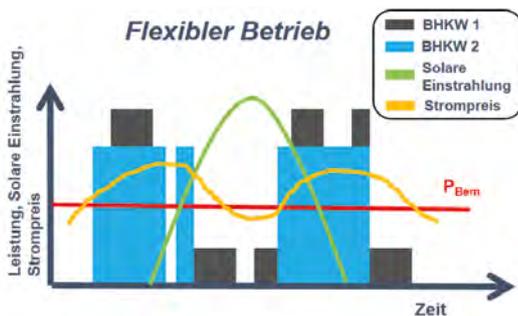
Anhand umfangreicher Simulationen, welche durch Messdaten von einem bestehenden Biomasse-Heizkraftwerk validiert wurden, konnten verschiedene Anlagenfälle und Dampfplastprofile simuliert und abgeglichen werden.

Die Untersuchungen ergaben, dass eine Erhöhung des Deckungsanteils auf bis zu 100% mit begrenztem Aufwand möglich ist. Für Biomasse-Heizkraftwerke mit einem Dampflieferbereich zwischen 8 und 19 t/h ist es möglich, mit relativ kleinen Dampfspeichern (50 m³) eine Erhöhung des Deckungsanteils für Industriedampf von 65% auf 95% zu erreichen. Abhängig vom jeweiligen Vergütungsmodell der Biomasse-Heizkraftwerke ist für viele Anlagenfälle die Integration von Dampfspeichern aus ökologischer und wirtschaftlicher Hinsicht zu empfehlen. In Zukunft sind mit den Ergebnissen dieses Forschungsprojekts erste Pilotprojekte und -anlagen angedacht.

Das Projekt wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) gefördert.

FlexFuture – Integration von Biogasanlagen in Netze mit hohem Anteil fluktuierender Stromerzeuger

Ziel des Projekts FlexFuture ist die Entwicklung einer Steuerung für Biogasanlagen, die entsprechend den Bedürfnissen des Verteilnetzes vorausschauend und automatisiert agiert. Bei gleichzeitig höchster Gesamteffizienz der Biogasanlage (BGA) soll im Sinne des Verteilnetzes Erzeugungs- bzw. Netzengpassmanagement betrieben werden. So kann der Investitionsbedarf in den Stromnetzausbau und in Stromspeicher in Netzen mit hohen solaren Lasten verringert werden. Die Entwicklung der innovativen Steuerung zur automatisierten Fahrplangestaltung erfolgt durch Analyse des Potenzials einer an die regionale Photovoltaik (PV) Einspeisung angepassten flexiblen Stromerzeugung durch Biogasanlagen im Verteilnetz, und einer Simulation der Möglichkeiten zum Netzengpassmanagement durch Biogasanlagen. Dabei werden Wetterdaten und damit der Einspeiseverlauf von PV-Anlagen, die Verteilnetzbelastung und der Wärmebedarf eines zugehörigen Nahwärmenetzes vorausschauend berücksichtigt und damit ein netzorientierter Fahrplan für die entsprechende Biogasanlage, z.B. für den jeweils nächsten Tag, erstellt (siehe Abb.). Entwickelt wird also eine Steuerung, die die lokalen Bedürfnisse des Verteilnetzes ins Zentrum der Fahrplanerstellung für Biogasanlagen rückt. Die Steuerung wird an der bereits im Rahmen des Forschungsvorhabens BioStrom auf eine marktgetriebene flexible Stromerzeugung umgerüsteten Demonstrationsanlage, der Biogasanlage Zellerfeld praktisch umgesetzt. Um die Gesamteffizienz einer netzgetriebenen flexiblen Fahrweise von Biogasanlagen zu gewährleisten, soll die flexible Betriebsweise mit einer möglichst vollständigen Wärmenutzung über ein Nahwärmenetz erfolgen. Um die Biogasanlage und die zugehörigen betrieblichen Abläufe im netzgetriebenen Betrieb zu optimieren, wird ein paralleles Monitoring der Demonstrationsanlage (BGA Zellerfeld) durchgeführt. Positiver Nebeneffekt des Projektes ist, dass durch eine steuerbare Stromerzeugung aus Biogas eine Substitution von Strom aus fossilen Energieträgern erreicht werden kann, worin ein großes Treibhausgas (THG)-Minderungspotenzial zu sehen ist. Außerdem kann der Anteil von Wind- und Solarenergie im deutschen Stromnetz dadurch erhöht werden. So werden Emissionsminderungen und klimaeffiziente Technologien gestärkt. Das Projekt wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert.



Beispielhafter netzorientierter Fahrplan der Biogasanlage Zellerfeld unter Berücksichtigung der solaren Einstrahlung und des Strompreises

Prof. Dr.-Ing. Wilfried Zörner
 Projektleiter
 Tel +49 841 9348-2270
 Wilfried.Zoerner@thi.de

Matthias Sonnleitner, M.Phil.
 Leiter Bereich Bioenergietechnik
 Tel +49 841 9348-6490
 Matthias.Sonnleitner@thi.de

Fördermittelgeber



Kooperationspartner



Integration of Biogas Plants in Electricity Grids with a High Share of Volatile Power Producers

With the expansion of renewable but volatile power generation from wind and solar energy, the demand for a future energy system management is increasing. Particularly the security and reliability of electricity supply has to be evaluated with new focuses. The grid stability has to be ensured by controllable energy producers. Apart from solid biomass, biogas is the only energy source that can be stored among the renewable energies. The potential for controllable power production via biogas plants ensures grid stability in the future. In this context the research project "FlexFuture – Integration of biogas plants in electricity grids with a high share of volatile power producers", funded by the German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, will be carried out. Concepts are generated and simulations are run regarding modifications for a controllable electricity production via biogas plants. The emphasis will be placed on the supply for internal and external heat demands and the needs of regional distribution grids with a high share of volatile energy producers.

Untersuchungen zur Fertigungstechnik und Kollektorkonstruktion für Vollkunststoff-Kollektoren

Dr. Christoph Trinkl
Projektleiter
Tel +49 841 9348-3720
Christoph.Trinkl@thi.de

Dr.-Ing. Michael Klärner
Leiter Bereich Solarenergietechnik
Tel +49 841 9348-6310
Michael.Klaerner@thi.de

Fördermittelgeber



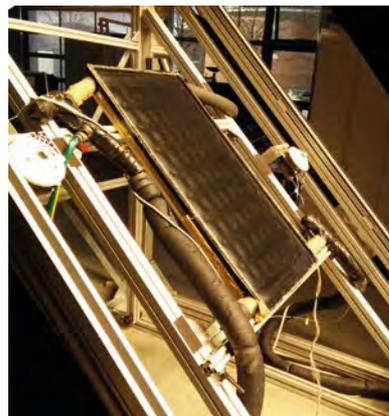
Kooperationspartner



Die Verbreitung solarthermischer Systeme zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung in Einfamilienhäusern wird derzeit durch zwei maßgebliche Faktoren gehemmt. Einerseits führen die zuletzt gesunkenen Rohstoffpreise für fossile Energieträger zu höheren Amortisationszeiten solarthermischer Systeme, andererseits müssen teils hohe Anfangsinvestitionen für die Nutzung solarthermischer Wärme getätigt werden. Vor diesem Hintergrund kann die Verwendung von Massenkunststoffen bei der Herstellung solarthermischer Kollektoren gleich mehrere Vorteile bieten. Neben der Einsparung kostenintensiver Materialien wie Kupfer und Aluminium sind Kunststoffkollektoren im Vergleich zu konventionellen Kollektoren oftmals leichter, für den Endkunden ergeben sich hierdurch Kostenvorteile bei der Installation. Darüber hinaus können die Fertigungskosten von Kunststoffkollektoren durch die Verwendung moderner, automatisierter Fertigungstechnologien weiter gesenkt werden. Für die Hersteller solarthermischer Kollektoren entstehen so Wettbewerbsvorteile, für den Endverbraucher ergeben sich niedrigere Investitionskosten.

Den oben beschriebenen Vorteilen von Kunststoffkollektoren stehen jedoch technologische Herausforderungen gegenüber. Die begrenzte Temperatur-, Druck-, UV- und Langzeitbeständigkeit und die gegenüber metallischen Werkstoffen niedrigere Wärmeleitfähigkeit sind maßgebliche Hürden bei der Entwicklung solarthermischer Kunststoffkollektoren.

Vor diesem Hintergrund wird am Institut für neue Energie-Systeme (InES) in Kooperation mit der Roth Werke GmbH das Verbundprojekt „Untersuchungen zur Fertigungstechnik und Kollektorkonstruktion für Vollkunststoff-Kollektoren“ durchgeführt. Ziel des Forschungsprojekts ist die eingehende Untersuchung von Fertigungstechnik und Kollektorkonstruktion solarthermischer Vollkunststoffkollektoren für den Einsatz in modernen Trinkwarmwasser- und heizungsunterstützenden Systemen. Neben der theoretischen Entwicklung von Überhitzungsschutzmaßnahmen für Kunststoffkollektoren werden am InES die während des Projekts entwickelten Prototypen messtechnisch untersucht. So wird beispielsweise die Leistungsfähigkeit unterschiedlicher Kollektor-Varianten mit Hilfe eines Sonnensimulators ermittelt (siehe Abb.). Die Funktionsfähigkeit der entwickelten Prototypen konnte mit Hilfe einer Outdoor-Systemmessung nachgewiesen werden.



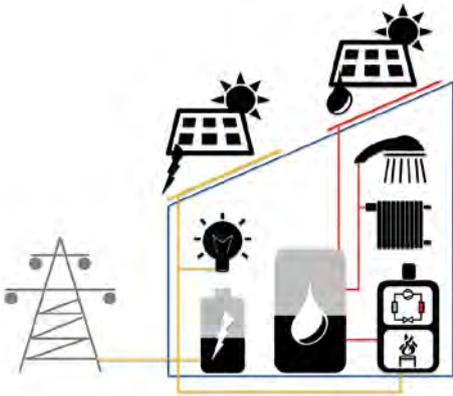
Leistungsmessung eines Kunststoffkollektors



Analysis of Production Processes and Collector Design of Polymeric Solar Thermal Collectors

The aim of this research project was to develop a solar thermal collector made of commodity plastics using modern plastic production processes. Polymeric materials can significantly lower the manufacturing costs of solar thermal collectors and usefully contribute to the cost-effectiveness of solar thermal systems.

PVSol – Entwicklung eines Reglers zur optimierten solarunterstützten Energieversorgung im Einfamilienhaus



Beispielhafte Systemdarstellung

Der Umbau der Energieversorgung in Deutschland hin zu einem in großen Teilen auf erneuerbaren Quellen basierenden System erfordert Weiterentwicklungen vorhandener Technologien in verschiedenen Bereichen. Die Nutzung erneuerbarer Wärme im Wohnsektor stellt hierbei einen der zentralen Aspekte dar.

Gleichzeitig erfolgt ein Wandel in der Stromversorgung. Durch den verstärkten Ausbau von Wind- und Photovoltaik (PV)-Anlagen wird es zukünftig häufig Phasen mit Überschüssen im Stromnetz geben. Diese Überschüsse müssen zur Aufrechterhaltung der Netzstabilität verteilt und möglichst lokal verbraucht beziehungsweise gespeichert werden. Zudem ist eine Flexibilisierung des bestehenden Kraftwerksparks notwendig, um in Zeiten eines geringeren Angebots an erneuerbaren Energien die Versorgungssicherheit gewährleisten zu können.

Diese neuen technischen Herausforderungen treffen auf starke wirtschaftliche Veränderungen im PV-Markt, welche sich gerade im Bereich von Einfamilienhäusern bemerkbar machen. Ständig sinkende Modulpreise und gleichfalls sinkende Einspeisevergütungen durch die jüngste Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) lassen den Verkauf von PV-Strom immer unattraktiver und den Eigenverbrauch wirtschaftlich konkurrenzfähig werden. Neben der naheliegenden Nutzung in Elektrogeräten kann dies in absehbarer Zeit auch für Heizzwecke gelten.

Um diesen Herausforderungen gesamtheitlich zu begegnen, wird am Institut für neue Energie-Systeme zusammen mit dem Projektpartner Steca Elektronik GmbH im Rahmen des Projekts „PVSol – Entwicklung eines Reglers zur optimierten solarunterstützten Energieversorgung im Einfamilienhaus“ untersucht, welches Potential in einem intelligenten, kombinierten Energiemanagement von Strom und Wärme in Einfamilienhäusern steckt. Dabei werden zielführende Konzepte für Anlagenkonfigurationen bezüglich Erzeugern, Speichern und Verbrauchern von thermischer und elektrischer Energie erarbeitet, für die eine solche Regelung sinnvoll ist (siehe Abb.). Zur Validierung der Konzepte werden hierfür die Lasten bei zwei Feldtestgebäuden messtechnisch erfasst. Von Bedeutung ist auch die Frage, ob und wie sich PV und Solarthermie in einem gemeinsamen System synergetisch ergänzen können.

Prof. Dr.-Ing. Wilfried Zörner
Projektleiter
Tel +49 841 9348-2270
Wilfried.Zoerner@thi.de

Dr.-Ing. Michael Klärner
Leiter Bereich Solarenergietechnik
Tel +49 841 9348-6310
Michael.Klaerner@thi.de

Fördermittelgeber



Kooperationspartner



Development of a Controller for the Optimised Solar-powered Energy Supply for Residential Buildings

The recent development in the PV market leads to new options for the use of photovoltaic energy in single-family homes. Covering the heat demand with electrical energy becomes an interesting opportunity for increasing self-consumption. As a result, heat generation with PV competes with other heat generation systems, in particular with solar thermal systems. The objective of this project is to analyse this competition and evaluate the combination of solar electric and solar thermal systems in residential buildings.

smartSOLgrid – Solares Smart Grid im Wärmebereich

Prof. Dr.-Ing. Wilfried Zörner
Projektleiter
Tel +49 841 9348-2270
Wilfried.Zoerner@thi.de

Dr.-Ing. Michael Klärner
Leiter Bereich Solarenergietechnik
Tel +49 841 9348-6310
Michael.Klaerner@thi.de

Fördermittelgeber
Bundesministerium für
Wirtschaft und Energie

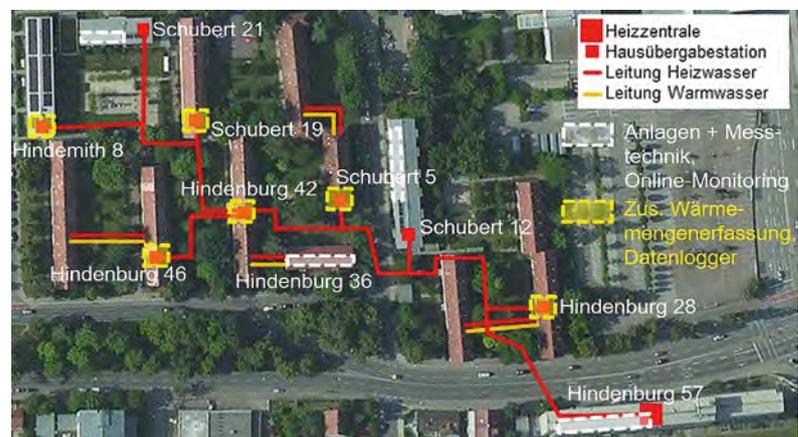


Kooperationspartner



Im Rahmen des Verbundprojekts „smartSOLgrid – Solares Smart Grid im Wärmebereich“ entwickelt das Institut für neue Energie-Systeme Hydraulik- und Regelungskonzepte für die solare Nachrüstung bestehender Nahwärmenetze. In Zusammenarbeit mit den Projektpartnern Citrin Solar GmbH Energie- und Umwelttechnik und der Gemeinnützigen Wohnungsbaugesellschaft Ingolstadt GmbH (GWG) werden mehrere verteilte solarthermische Anlagen in ein bestehendes Wärmenetz integriert.

Dieser Ansatz ist für energetische Sanierungen im verdichteten, urbanen Geschosswohnungsbau sinnvoll, wo mögliche Kollektorflächen und der zur Verfügung stehende Raum für Wärmespeicher häufig beschränkt sind. Als typisches Beispiel für derartige Bebauungsstrukturen wurde für das Forschungsprojekt ein Bestandsobjekt der Gemeinnützigen Wohnungsbaugesellschaft Ingolstadt gewählt (s. Abb.). Nur wenige der an das Wärmenetz angeschlossenen Gebäude weisen geeignete Dachneigungen und -ausrichtungen für die Installation von Solaranlagen auf. Die Nachrüstung großer zusammenhängender Kollektorfelder oder saisonaler Speicher gestaltet sich dadurch schwierig. Die Realisierung hieran angepasster Konzepte mit minimierten Wärmegestehungskosten kann dazu beitragen, die Solarthermie auch unter eingeschränkter Planungsfreiheit gegenüber konventionellen Heizungssystemen wirtschaftlich konkurrenzfähig zu machen.



Wärmenetz mit dezentralen Solarthermieanlagen

Im Laufe des Projekts werden dazu drei verschiedene Systemeinsparungen realisiert, welche entweder einzelne Gebäude mit Brauchwarmwasser versorgen, die solaren Erträge in den Rücklauf des Nahwärmenetzes einspeisen oder eine kombinierte Lösung mit lokaler Wärmenutzung und der Einspeisung von Überschüssen in das Wärmenetz ermöglichen. Auf eine umfangreiche Simulations- und Messphase folgt eine weitere Optimierung der Regelung im laufenden Betrieb sowie die Bewertung variierender Dimensionierungen der Systemkomponenten. Durch einen Vergleich der Konzepte untereinander sowie mit bestehenden Anlagen wird das Potenzial dieses Ansatzes evaluiert. Aus den gewonnenen Erkenntnissen können so Planungs- und Betriebsgrundlagen abgeleitet werden, die zur Etablierung vergleichbarer Anlagen beitragen sollen.



A Solar Smart Grid for the Heating Sector

The research project “smartSOLgrid” aims at a decentralised integration of solar thermal plants into existing district heating networks. Based on simulation studies and the setup of a pilot plant, this approach is evaluated and recommendations for similar objects are derived.

InES-Technologienetzwerke

Technologietransfer für die regionale Wirtschaft

Das Institut für neue Energie-Systeme sucht aktiv die Vernetzung und den Austausch mit der regionalen Wirtschaft. Dazu wurden von InES-Wissenschaftlern zusammen mit regionalen Akteuren mehrere Expertennetzwerke im Umfeld der Erneuerbaren Energietechnik aufgebaut.

So könnte der Traum vom Haus, das mehr Energie erzeugt als verbraucht, in naher Zukunft noch erschwinglicher werden: Zusammen mit einem Netzwerk aus 20 regionalen Unternehmen entwickelt das InES marktfähige Technologien für Plusenergiehäuser. Das damit geschaffene „Kompetenzzentrum Plusenergiegebäude“ bündelt Knowhow aus Wissenschaft und Unternehmenspraxis. Geleitet wird das Projekt von Prof. Tobias Schrag, Professor für Gebäudeenergietechnik. Initiiert wurde das Netzwerk von der Industrie- und Handelskammer für München und Oberbayern gemeinsam mit dem InES. Zum Netzwerk gehören Gebäude- und Energietechnikunternehmen, Bauunternehmen, Energieberater, Hersteller von Energiekomponenten sowie ein lokaler Energieversorger. Als Gemeinschaft hat das Netzwerk die seltene Möglichkeit, Komplettlösungen zu entwickeln – von der Planung und dem Bau bis hin zur Überwachung – und damit Synergieeffekte nutzbar zu machen. Das Kompetenzzentrum Plusenergiegebäude wird gefördert durch das Programm „Zentrales Innovationsmanagement Mittelstand“ des Bundeswirtschaftsministeriums (www.plusenergie-kompetenz.de).

Im „Kompetenzzentrum Wärme & Wohnen“ mit derzeit 15 regionalen Unternehmen erarbeiten InES-Wissenschaftler technologische Lösungen für die innovative Wärmeversorgung von Wohngebäuden. Zum Netzwerk gehören Firmen, die für die Wärmeversorgung von Wohngebäuden von zentraler Bedeutung sind: Experten für Nah- und Fernwärmenetze, Gebäude- und Energietechnikunternehmen, Hersteller von Wärmepumpen, Speichern und Systemkomponenten sowie Energieversorger. Kern des Netzwerks sind Technologiecluster, welche die angestrebten Technologieentwicklungen zusammen mit der THI vorantreiben. Geleitet wird das Projekt von Prof. Wilfried Zörner und Prof. Tobias Schrag. Die Arbeiten werden über einen Zeitraum von vier Jahren durch den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung und das Bayerische Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst gefördert (www.waerme-wohnen.org).

Das Technologienetzwerk „Innovationszentrum Biogas 4.0“ unter Leitung von Prof. Markus Goldbrunner hat das Ziel, landwirtschaftliche Biogasanlagen weiterzuentwickeln.



Gemeinsam neue Ideen entwickeln – die vom InES koordinierten Technologienetzwerke profitieren von einem offenen Dialog zwischen Wissenschaft und Anwendung, wie hier bei einem der Fachforen zum Thema Energieeffizienz in der Industrie

Prof. Dr.-Ing. Wilfried Zörner
Projektleiter
Tel +49 841 9348-2270
Wilfried.Zoerner@thi.de

Prof. Dr.-Ing. Tobias Schrag
Projektleiter
Tel +49 841 9348-2820
Tobias.Schrag@thi.de

Prof. Dr.-Ing. Markus Goldbrunner
Projektleiter
Tel +49 841 9348-3420
Markus.Goldbrunner@thi.de

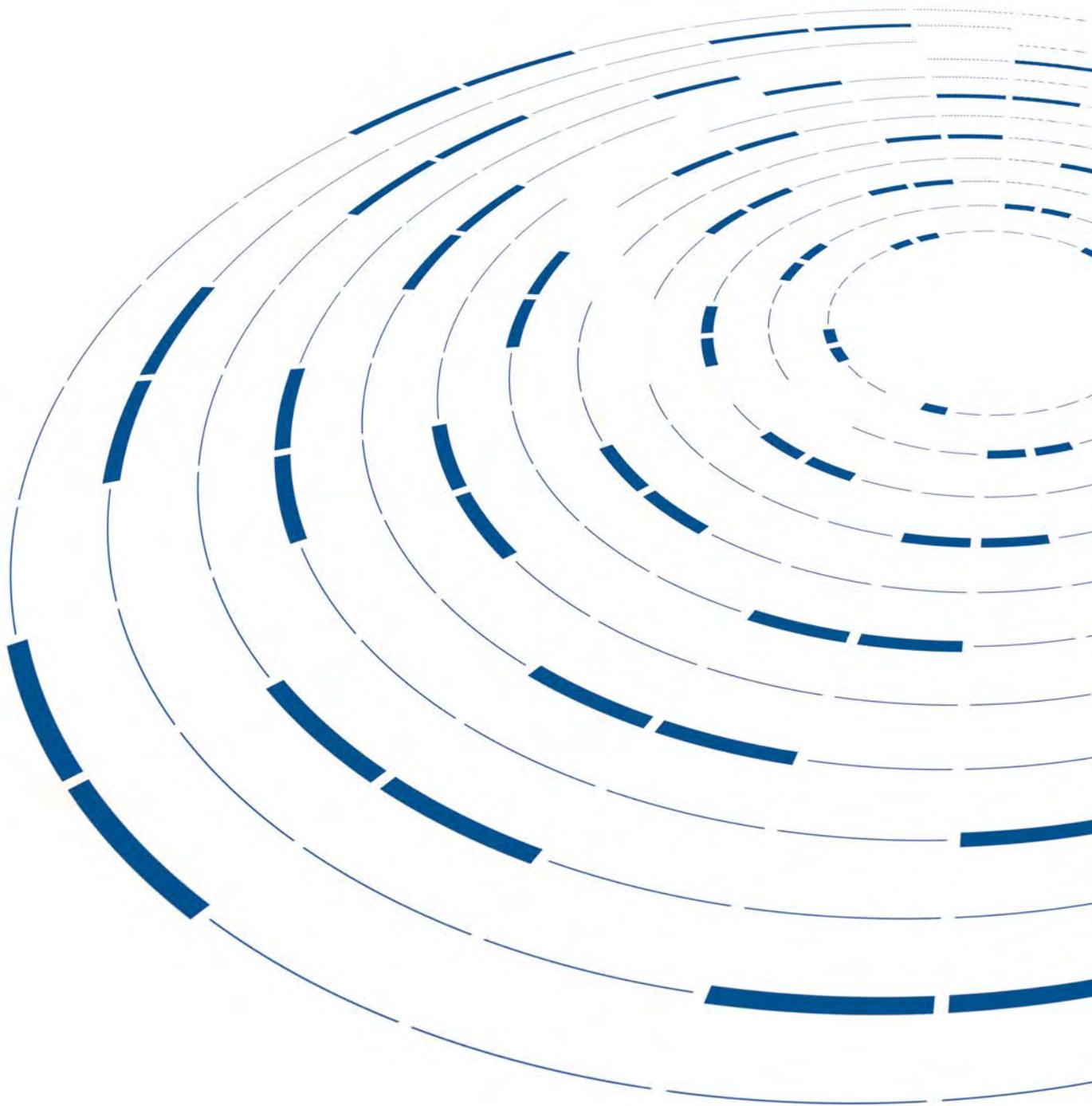
Stefan Schneider M.Sc.
Leiter Bereich Netzwerk
& Internationale Projekte
Tel +49 841 9348-6680
Stefan.Schneider@thi.de

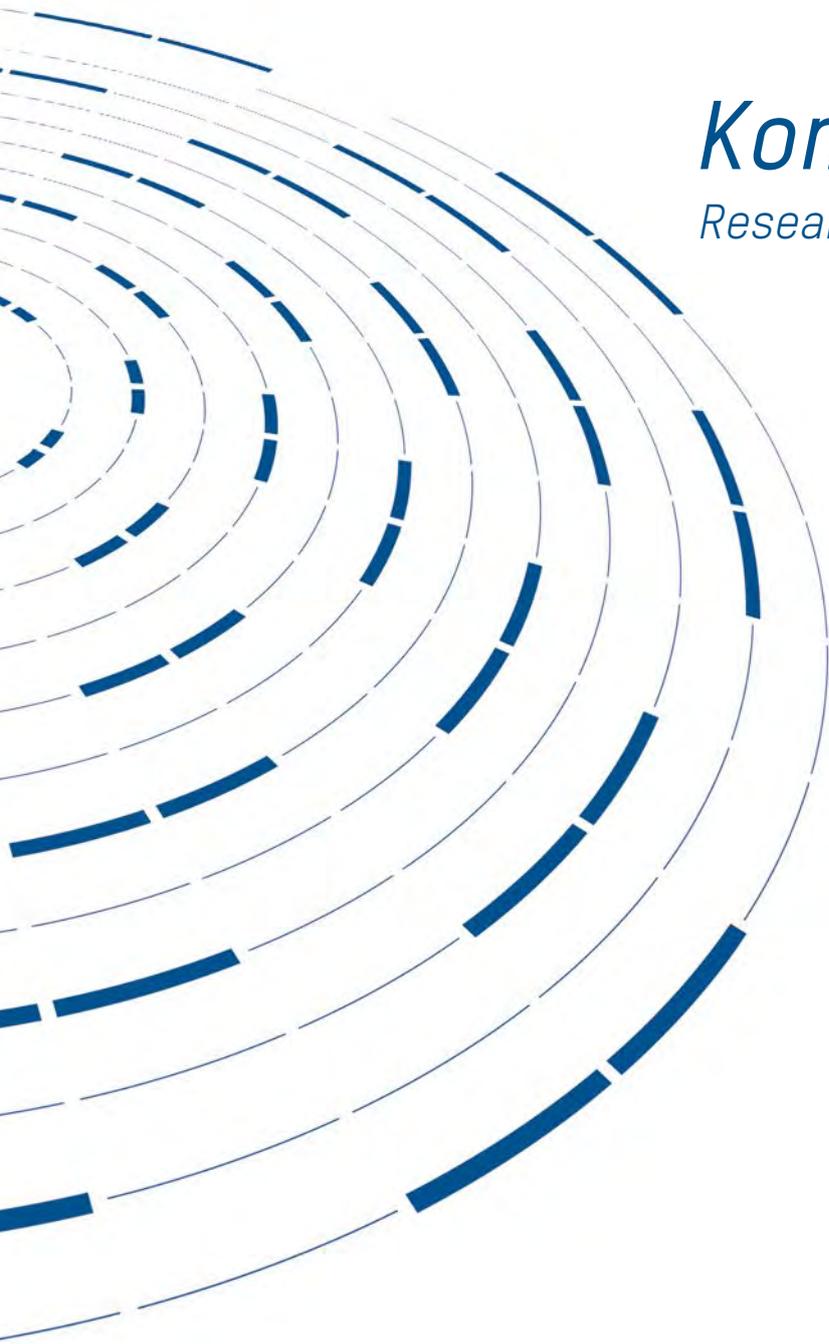
Fördermittelgeber



Technology Transfer between Science and Regional Economy

The Institute of New Energy Systems is aiming at active networking and technology transfer with regional companies. In order to facilitate the interconnections between economy and academia, InES established several technology-oriented regional networks, for instance on energy-plus houses and future-oriented heat supply of buildings and settlements.





Kompetenzfelder

Research fields

Kompetenzfelder der THI



Besides the research institutes, research activities at THI are bundled into so-called “research fields,” where at least three professors cooperate and third-party funding of at least 100.000 euros is guaranteed.

Neben den Instituten, die in der Forschungslandkarte der Hochschulrektorenkonferenz aufgeführt sind, ist die Forschung an der THI in Kompetenzfeldern organisiert. Dies sind Forschungsk Kooperationen von mindestens drei Professorinnen und Professoren mit mindestens 100.000,- Euro eingeworbenen Drittmitteln pro Jahr.



Production now

The research field production now combines a number of research activities at THI related to modern production systems and Industry 4.0. The research field “production now” was established to respond to the challenges of modern production in the context of Industry 4.0. Through interdisciplinary cooperation, a strong common research profile has been established. One important task of the research field is to supply producers in the region and beyond with innovative solutions to their production problems as well as providing these partners with necessary technical support.

Kompetenzfeld production now

Das Kompetenzfeld production now wurde 2014 gegründet, um den Herausforderungen moderner Produktionssysteme unter den Gesichtspunkten von Industrie 4.0 gerecht zu werden. Ziel ist es, die Forschungsaktivitäten in diesem Bereich zu bündeln und zu vernetzen. Durch diesen interdisziplinären Zusammenschluss wird zudem die gemeinsame Profilbildung gestärkt.

Eine wichtige Aufgabe des Kompetenzfeldes ist es, regionale und überregionale produzierende Unternehmen mit innovativen Lösungen bei aktuellen Fragestellungen der Produktions- und Automatisierungstechnik zu unterstützen. Der Wissenstransfer erfolgt hierbei im Rahmen von industriellen und öffentlichen drittmittelfinanzierten Projekten. Die Projekte können in den modernen Laboren der THI und bei den Partnerfirmen durchgeführt werden.

Aktuell kooperieren im Kompetenzfeld production now vier Professoren der Fakultäten Elektrotechnik & Informatik und Maschinenbau mit ihren Teams. Die inhaltliche Bearbeitung der Forschungsprojekte erfolgt von wissenschaftlichen Mitarbeitern im Rahmen von kooperativen Promotionen. Derzeit sind im Kompetenzfeld zwei Doktoranden aktiv.



Aviation

Various professors from the faculties of Mechanical Engineering, Electrical Engineering and Computer Science have been working together since 2010 in the competence field of aeronautical engineering. Its main goal is to foster innovations for challenges in the areas of aircraft systems, structures and engines, their maintenance and overhaul, MAV, simulation systems as well as software and security architectures. Solutions are produced on various levels from student projects up to long term cooperation with industry support.

Kompetenzfeld Luftfahrttechnik

Im Kompetenzfeld Luftfahrttechnik arbeiten seit 2010 Professoren der Fakultäten Maschinenbau sowie Elektrotechnik & Informatik zusammen, Sprecher ist Prof. Dr. Erol Özger. Ziel des Kompetenzfeldes ist es, innovative Lösungen für Problemstellungen aus den Bereichen Flugzeugsysteme, Triebwerke, Kleinflugzeuge, Simulationssysteme, Bauweisen von Flugzeugen, Software und Sicherheitsarchitekturen zu finden.

Im Bereich Flugphysik werden Themenstellungen wie Simulation, Aerodynamik, Flugleistungen, Flugregelung und Flugzeugsysteme von Klein- und Großflugzeugen behandelt. Im Bereich der Luftfahrzeugstrukturen stehen die Analyse von Leichtbauweisen (Leichtmetalle, Verbundwerkstoffe) und das Verhalten unter Impaktbelastung im Vordergrund. Die Themenstellungen werden dabei sowohl experimentell als auch simulationsbasiert behandelt.

Im Bereich der Flugzeuginformatik werden Themenstellungen aus der Softwarearchitektur für Missionssysteme und des Software-Entwicklungsprozesses für Avionik-Systeme bearbeitet. Zum Test der Missionssysteme kann auf eine Anzahl unterschiedlicher Flugmodelle als Flächenflugzeuge, als auch auf Multicopter zurückgegriffen werden. Zusätzlich können Fragestellungen in Flugsimulatoren bearbeitet werden. Im Bereich Sicherheitsarchitekturen werden kostengünstige Ansätze für hochzuverlässige, mehrkanalige Rechnersysteme, sowie Zertifizierungsaspekte analysiert. Im Bereich Wartung und Instandhaltung werden Aufgaben aus den Bereichen Wartbarkeit, Reparaturverfahren und zerstörungsfreier Inspektionsverfahren bearbeitet. Der Bereich Zulassung befasst sich mit Fragestellungen aus den Bereichen Zertifizierung und Qualifizierung neuer Prozesse und Verfahren für zivile und militärische Fluggeräte und deren Komponenten.

Kompetenzfeld Robotik

Im Kompetenzfeld Robotik arbeiten seit 2008 Professoren der Fachgebiete Elektrotechnik und Informatik zusammen. Sprecher des Kompetenzfeldes ist Prof. Dr. Johann Schweiger. Ziel des Kompetenzfeldes ist es, regionale und überregionale produzierende Unternehmen mit Lösungen für aktuelle Probleme der Produktions- und Automatisierungstechnik zu unterstützen.

Derzeit sind im Kompetenzfeld drei Doktoranden tätig. Hauptkooperationspartner ist dabei die AUDI AG.

Bereits in den ersten Jahren der Forschung im Kompetenzfeld wurde die mobile Robotik als Kernbereich des Kompetenzfeldes identifiziert. In mehreren Machbarkeitsstudien konnte früh das Potenzial von autonomen mobilen Manipulatoren im Produktionsumfeld nachgewiesen werden. Seither wurden zahlreiche Konzepte für Hard- und Software zur Unterstützung der Werker in der Automobilproduktion durch mobile Assistenzroboter erforscht.

Die Projekte im Kompetenzfeld sind auf die Unterstützung von Werkern in produzierenden Unternehmen ausgerichtet. Die Unterstützung des Produktionspersonals reicht dabei von der Kommissionierung von Bauteilen mit einem Gewicht bis zu 25kg, über den spurungebundenen Transport der Teile in die Montagezellen, bis hin zur Unterstützung der Werker beim Teileverbau.



Robotics

The goal of the research in this field is to support manufacturers in the region and beyond with innovative solutions in production and automation. Mobile robotics was identified as an important focus for the research field. A number of feasibility studies have demonstrated the potential for mobile manipulators in a production context. More recently, a number of hardware and software concepts have been developed to support assembly workers through the introduction of mobile robotic assistants.



Logistics and Marketing

Research topics are Digitalisation of Retailing, Digital Business Models in the Automotive Industry, Retail Trends & Strategy, Retail & Consumer Behaviour, Security Research, Value Creation in Health Care Industries viewed through a Service-Dominant Logic Lens, Referral Marketing, Online Patient and Referral Communication, Value added concentration, Key performance indicators for value-added processes, methods of realisation in digitalisation in medium sized companies, value-added oriented digitalisation in hospitals, Key performance indicators for the measurement of valuation-oriented processes, Flow Management, Value-Added Excellence, Lean concepts for intralogistics; Material- and information flow synchronisation; Value stream digitalisation and automation (Logistics 4.0); Energy- and resource-efficient intralogistics; Mathematical Optimisation of Logistics Processes (Simulation, Lot Size Optimisation); Energy Management; IT-Tools in Logistics and Production.

Kompetenzfeld Logistik und Marketing

Für das Kompetenzfeld Logistik und Marketing sind die Professoren Marc Knoppe, Andrea Raab-Kuchenbuch, Jürgen Schröder und Peter Schuderer zuständig. Ihre Forschungsschwerpunkte sind im Einzelnen:

Unter der Leitung von Prof. Dr. Marc Knoppe wird in dem Kompetenzfeld an folgenden Themen gearbeitet: Digitalisierung von Handels- und Markenunternehmen, Digitale Service- und Businessmodelle im Bereich Automotive, Trends und Strategien von Handels- und Markenunternehmen, Strategische Konsequenzen der Digitalisierung, Retail & Consumer Behaviour und Sicherheitsforschung.

Das Team von Prof. Dr. rer. pol. Andrea Raab-Kuchenbuch arbeitet an den Forschungsschwerpunkten Wertschöpfung im Gesundheitswesen im Lichte der Service-Dominant Logic, Einweiserbeziehungsmanagement, Zuweisermarketing, Digitalisierung der Patienten- und Einweiserkommunikation. Aktuelle Projekte sind: Service-Dominant Logic im Gesundheitswesen, Customer Journey in Kur- und Heilbädern, Messung der Adhärenz von Kurgästen und Rehapatienten, sowie die Bedeutung der Einweiserbindung für den wirtschaftlichen Erfolg eines Krankenhauses.

Das Team von Prof. Dr. Jürgen Schröder forscht zu den Themen Wertschöpfungskonzentration, Kennzahlen zur Messung wertschöpfender Prozesse, Umsetzungsmethoden der Digitalisierung in mittelständischen Unternehmen, Wertschöpfungsorientierte Digitalisierung in Krankenhäusern, Ganzheitliche Fertigungssteuerungen bei mehrstufigen Prozessen mit hoher Varianz. Hospital 4.0 – Schlanke digital-unterstützte Logistikprozesse in Krankenhäusern, Value Added Heat Map – Visualisierung von Wertschöpfungsgraden, Digitalisierungslandkarte und Digitalisierungsgrad.

Prof. Dr. Peter Schuderers Gruppe forscht zu Flow Management, Wertschöpfungsexzellenz, Lean Konzepte in der Intralogistik, Synchronisierung von Material- und Informationsflüssen, Digitalisierung und Automatisierung von Wertströmen (Logistik 4.0), Energie- und Ressourcenschonende Intralogistik, Mathematische Optimierung logistischer Prozesse (Simulation, Losgrößenoptimierung); Energiemanagement und IT-Tools in der Logistik. Diese Themen werden u. a. in den Projekten E|SynchroLog – Gestaltung bestandsarmer Wertschöpfungsprozesse bei hoher Variantenvielfalt, E|SimProSt – Simulationsgestützte energetische Optimierung für Stückgutfertigungen in der Prozessindustrie sowie Vielseitige Autonome Transportsysteme bearbeitet.

Kompetenzfeld Gründerförderung und Unternehmertum

Die THI hat zum Wintersemester 2016/17 das Center of Entrepreneurship (CoE) eingerichtet, um die Gründungsaktivitäten der Hochschule zu bündeln und gemeinsam zu entwickeln. Damit ist eine zentrale Koordinationsstelle für die bisherigen, aber auch zukünftig geplante Maßnahmen geschaffen.

Das CoE unterstützt Studierende und Absolventen der THI, die technologieorientierte und wissenschaftliche Ansätze mit einem Startup verbinden wollen, in der Bewerbung für Gründerstipendien. Darüber hinaus haben alle Studierenden der THI die Möglichkeit, ein semesterbegleitendes Gründer-Coaching aufzunehmen. Hier werden Gründer und Gründerteams an ganz konkreten Gründungsvorhaben angeleitet, eine Geschäftsidee selbst zu entwickeln und in einem Businessplan differenziert darzulegen. Ein vertieftes Coaching zum Thema Entrepreneurship erhalten Studierende des Masterstudiengangs Applied Research sowie Doktoranden der THI.

Das CoE wird von Martin Bader, Professor für Technologiemanagement und Entrepreneurship an der THI Business School, koordiniert. Darüber hinaus sind an der THI Business School die Professoren Robert Wittmann (Existenzgründung und Innovationsmanagement) und Michael Jünger (Business Consulting und Management) tätig. An den weiteren Fakultäten der THI, ebenso wie am Institut für Akademische Weiterbildung und am Zentrum für Angewandte Forschung steht jeweils ein Ansprechpartner bereit, der in direkter Verbindung zum Center of Entrepreneurship steht. Auch mit dem studentischen Gründerverein Newexist der THI ist das CoE verzahnt. Sie organisieren gemeinsam Veranstaltungen und Wettbewerbe zum Thema Gründung.

Das CoE wird eng mit dem Digitalen Gründerzentrum (DGZ) verzahnt, das in unmittelbarer Nähe zum Campus aufgebaut wird. DGZ und CoE sollen intensiv zusammenarbeiten.



Entrepreneurship and Business Innovation

The Center of Entrepreneurship (CoE) at THI Business School coordinates all start-up activities within *Technische Hochschule Ingolstadt* (THI). The main function of the CoE is to coordinate the entrepreneurial activities, educational and training programmes combined with entrepreneurship research within THI. The key objectives of the CoE are the promotion of knowledge and technology transfer as well as the support of competitive start-ups at THI through:

- the development of entrepreneurial expertise as a success factor for competitive start-ups in all target groups (students, graduates and academics)
- the promotion of personal contacts within the start-up network and the encouragement of start-ups
- support for start-up entrepreneurs in acquiring financial capital as part of sponsorship programme

In cooperation with THI's faculties, the CoE orchestrates all activities of various entrepreneurial study courses and promotes a culture that encourages start-ups throughout the university and throughout the region. Start-up support activities are sustainably anchored within THI by sensitising the target groups to entrepreneurial thinking and acting.



Materials and Surface Technology

The research field Material and Surface Engineering analyses metallic and non-metallic industrial materials. Nearly all experiments involving the analysis of both metallic and non-metallic industrial materials can be performed in THI laboratories. In addition to light microscopes, the scanning electron microscope (SEM) is available for material analyses. The local element distribution can be determined with energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX). The x-ray diffraction (XRD) allows the inspection in discrete phases and enables the detection of internal stresses. Alloy analysis is possible with the available XRF spectrometer or the spark source spectrometer. Stationary macro and micro hardness testing is complemented by a mobile testing equipment. Mechanical parameters are determined using an impact test and universal testing machines. Strain distributions of the specimens can be examined generally or locally with optical high-resolution systems. The creep behaviour of materials at temperatures up to 1000 °C can be tested at creep rupture test stands. The investigation of different friction partners under various conditions (including medium, temperature) is made possible by a tribometer. The labs are furthermore equipped with heat-treating furnaces capable of subjecting test pieces to temperatures up to 1300 °C.

Kompetenzfeld Werkstoff- und Oberflächentechnik

Das Kompetenzfeld Werkstoff- und Oberflächentechnik beschäftigt sich mit der Analyse von metallischen und nichtmetallischen Werkstoffen. Die Professoren Christian Krä, Wolfgang Prechtl, Christoph Strobl, Ulrich Tetzlaff und Manuela Waltz arbeiten in diesem Kompetenzfeld.

Neben Lichtmikroskopen steht für Werkstoffanalysen das Rasterelektronenmikroskop (REM) zur Verfügung. Mit der energiedispersiven Röntgenspektroskopie (EDX) kann die lokale Elementverteilung bestimmt werden. Das Röntgendiffraktometer (XRD) erlaubt die Analyse feinsten Phasen sowie von Eigenspannungen. Für Legierungsanalysen steht sowohl eine RFA-Anlage als auch ein Funkenspektrometer zur Verfügung. Mikro- und Makrohärteprüfung werden durch ein ambulantes Prüfverfahren für die Härte ergänzt. Die mechanischen Kenngrößen werden mit Kerbschlagbiegeprüf- und Zugprüfmaschinen bestimmt. Die Dehnungen können lokal und großflächig mit einem optischen System mit sehr hoher Auflösung gemessen werden. Wärmebehandlungen sind bis 1300 °C möglich. An Zeitstandprüfständen kann das Kriechverhalten von Werkstoffen bei Temperaturen von bis zu 1000 °C untersucht werden. Die Analyse von Kunststoffen kann mit der Dynamischen Differenzkalorimetrie und mit Hilfe des IR-Spektrometers erfolgen. Eine PVD Anlage und eine Versuchsgalvanik werden zur Entwicklung und für Untersuchungen von Beschichtungen eingesetzt. Die Salzsprühkammer deckt einen Temperaturbereich bis 50 °C ab. Die Untersuchung von Korrosionsvorgängen ermöglicht zudem ein Elektrochemiemessplatz. Die Ausstattung des Schweißlabors reicht vom konventionellen Autogenschweißen über verschiedene Schutzgasschweißverfahren, einer Punktschweißzange bis hin zu einer Laserschweißanlage.

Die Untersuchung von verschiedenen Reibpartnern unter verschiedensten Bedingungen (u. a. Medium, Temperatur) erlaubt ein Tribometer. Ein Schadensseminar, das in Zusammenarbeit mit dem Haus der Technik Essen angeboten wird, erfreut sich großer Beliebtheit. Das Leistungsangebot des Werkstofflabors umfasst alle Aspekte, die Fragen bezüglich metallischer Werkstoffe betreffen, aber auch Korrosions- und Verschleißprobleme sowie Hochtemperaturanwendungen. Einen Schwerpunkt stellt die Ursachenermittlung von Schäden an Maschinenbauteilen dar.

„production now“ – Lebenszyklus der Daten

Der Trend zur digitalen Fabrik ist in der heutigen Industrie überall bemerkbar. Es wird nach Möglichkeiten gesucht, die Produktion effizienter planbar zu machen. Dafür werden virtuelle Modelle genutzt. Der Hauptfokus liegt nicht nur auf der Funktionalität, sondern auch auf Aspekten wie der Energieeffizienz und Flexibilität. Um diese Effizienzsteigerung erreichen zu können sollen Produktionsdaten ausgewertet und die Informationen daraus nutzbar gemacht werden.

Um wettbewerbsfähig zu bleiben ist es heutzutage wichtig, die generierten Produktionsdaten zu nutzen. Ziel ist es daher eine durchgängige Lösung zu entwickeln, mit der die Daten aus Produktionssystemen gesammelt, gespeichert, ausgewertet und nutzbar gemacht werden. Dabei wird das Datenformat AutomationML verwendet. Die Automation Markup Language (AutomationML oder AML) ist ein Datenformat, welches auf XML basiert. Es dient dazu, die verschiedenen in der Planungsphase genutzten Datenformate zusammenzuführen. So können Informationen aus verschiedenen Bereichen wie z.B. Produktionsplanung oder Prozessplanung zentral gespeichert und die Durchgängigkeit der Daten verbessert werden.

Prof. Dr.-Ing. Markus Bregulla
Automatisierungstechnik und
Ingenieurinformatik

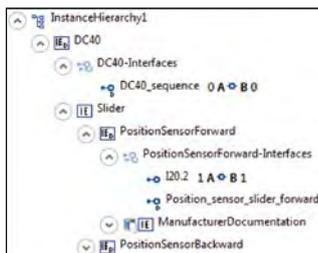


Abb. 1: Hierarchie in AutomationML

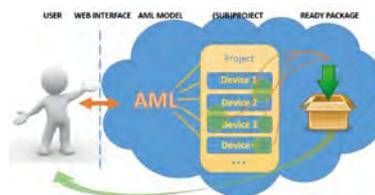


Abb. 2: Schematische Darstellung des Projekts

Durch den objektorientierten Ansatz werden die Eingangsdaten in Elemente und Schnittstellen eingeordnet und jedem Element eine Rolle zugeordnet. Diese Elemente werden in einem Modell als Inhalt einer Bibliothek in einer Hierarchie wie in Abb. 1 dargestellt.

Das in AutomationML erstellte Modell wird, wie in Abb. 2 dargestellt ist, auf einer Cloud basieren und somit schnell und zuverlässig redundanzfreie Daten an einem zentralen Ort zur Verfügung stellen. Diese Daten sollen mit einem Tool nach bestimmten Inhalten durchsucht und ausgewertet werden können. Dieses Tool befindet sich in der Entwicklung. Um Plattformunabhängig zu sein und Skalierbarkeit zu erreichen wird ein Web Interface genutzt. Zur Entwicklung des Tools werden Daten aus einer für Testzwecke entwickelten Anlage genutzt. Die Rolle und Nutzung von Daten wird in den kommenden Jahren immer mehr an Bedeutung gewinnen. Das cloudbasierte AutomationML Modell soll dabei helfen, die gesammelten Daten aus vergangenen Projekten für zukünftige Projekte nutzbar zu machen. Das AutomationML Modell wird mit der Zeit immer wirkungsvoller, da mit steigender Datenzahl immer bessere Informationen zur Verfügung stehen. Dadurch wird die Planung von immer komplexer werdenden Anlagen erleichtert und wirtschaftlicher.



Production Now – Life cycle of the data

The usability of data in existing plants is in an economic context becoming more and more important. Because of this fact, the target of this research project is to develop the evaluation and usage of data. For this aim, an example plant is modelled in the neutral data format AutomationML. Requests on the model must be possible from everywhere, so a cloud system is used for storing the data and a tool is under development, allowing requests to components and their importance to the plant.

Demonstration der Zulassbarkeit von Mikrocontroller in der Avionik

Prof. Dr. rer. nat. Peter Hartmüller
Systemtechnik in sicherheitsgerichteten
Anwendungen

Andreas Schwierz, M.Sc.
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Sebastian Hiergeist, M.Sc.
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Georg Seifert, M.Sc.
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Halbleiterhersteller richten die Produktstrategie von Mikrocontrollern nach den Bedürfnissen von lukrativen Absatzmärkten aus. Zu diesen Märkten zählen insbesondere alle Branchen die eingebettete Systeme mit hohem Absatzvolumen bereitstellen. Für die Konkurrenzfähigkeit in diesen Märkten ist die Reaktionszeit auf neue Anforderungen entscheidend. Die Folge ist, dass Halbleiterhersteller gezwungen sind, neue Mikrocontroller-Generationen anzubieten, die eine stetige Weiterentwicklung mit steigendem Funktionsumfang darstellen.

Auch die Luftfahrtindustrie hat ein Interesse an diesem kontinuierlichen, technischen Fortschritt teilzuhaben. Mikrocontroller sind aber keine Produkte, die im Rahmen eines Avionik-Projekts entstanden sind, und fallen deswegen unter die Kategorie COTS (Commercial Off-The-Shelf). Der Avionik- bzw. Luftfahrzeughersteller ist gegenüber der Zulassungsbehörde in der Pflicht nachvollziehbar darzustellen, dass ein Mikrocontroller für das geplante Einsatzfeld geeignet ist. Genau für diese Problemstellung aus der Praxis sollen innerhalb dieses Forschungsthemas Verbesserungspotentiale ermittelt und neue Techniken erforscht werden.

Die bisherigen Untersuchungen in diesem Gebiet betreffen die Problemfeldbeschreibung und die Praxisrelevanz bzw. Verwertungsperspektive von bestimmten Methoden. Hieraus hat sich ergeben, die Argumentation in zwei unterschiedliche Schwerpunkte bzw. Eigenschaften des Mikrocontrollers aufzuteilen:

1. Qualität bzw. Reifegrad

Bei der Entwicklung von Hardware für die Luftfahrtindustrie werden akzeptierte Standards verwendet, die ein strukturiertes bzw. bewährtes Vorgehen beschreiben, um systematische Fehler im Endprodukt zu vermeiden. Dieser Qualitätsanspruch gilt auch für Mikrocontroller. Die implementierte Funktionalität muss sich wie beschrieben verhalten.

2. Anwendungskonformität

Der Mikrocontroller ist als COTS unter domänenfremden Anforderungen entwickelt worden. Die Art und Weise der geplanten Nutzung bzw. Konfiguration muss mit den eigenen Anforderungen validiert werden.

Nach dieser Aufteilung werden ebenso die nachfolgenden Forschungsaktivitäten strukturiert, sodass als nächstes ein Fallbeispiel zur Ermittlung der Qualität von Mikrocontrollern entstehen wird.



Automotive Systems-on-Chip for Avionic Applications

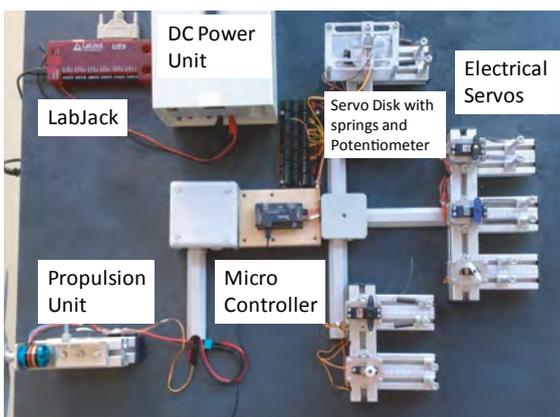
Semiconductor product road maps for microcontrollers are aligned to high-volume embedded system markets. In order to be competitive in this field, a short reaction time on new requirements is necessary. As a result, the range of functions increases in every new release. Avionic suppliers also want to benefit from this technological progress. These components weren't envisaged for usage in the aviation industry, however, and have to be declared as COTS (Commercial Off-The-Shelf). For aircraft manufacturer, it is a challenging feat to demonstrate the compliance with current certification regulations to the licensing authority. For this practice-oriented problem, areas of improvement and new techniques shall be defined within this research topic. Completed research regarding the argumentation of certifiability results has led to a distinction between two properties relevant for microcontrollers: quality and application conformity. Next, a case example shall be developed to derive a process for quality determination adequate for argumentation.

Hardware in the Loop Simulation von Micro Air Vehicle Systemen

Forschungsfelder im Bereich der Luftfahrt sind an der THI die Flugmechanik und Aerodynamik. Der wachsende Markt und neue Applikationen von Unbemannten Luftfahrzeugen (UAV's) sind dabei von besonderem Interesse. Die Domäne der bemannten Luftfahrt hat sich in den Bereichen der Entwicklung und Regularien über die Zeit hinweg etabliert. Genaue Arbeitsabläufe sind in die Entwicklung und Instandhaltung der Firmen kommerzieller Luftfahrzeuge implementiert, um den sicheren Betrieb und eine effiziente Nutzung der Entwicklungsressourcen sicher zu stellen. In dieser Hinsicht können diese Regularien, Arbeitsabläufe und Ingenieurwissen nicht einfach auf UAV Anwendungen transferiert werden auf Grund einer unterschiedlichen Skalierung und damit verschiedener physikalischer und fertigungstechnischer Eigenschaften. Dies erschwert es Unternehmen, diese Art Luftfahrzeugtyp herzustellen.

Ziel im Forschungsfeld Luftfahrt ist es, Lösungen und Arbeitsabläufe für die Bereiche Flugzeugzellen sowie elektrische Systemauslegung für unbemannte Kleinflugzeuge jeglicher Missionsauslegung einzurichten. Dies soll durch systematisches Vorgehen erfolgen, um Trial-and-Error Ansätze zu vermeiden. Lösungen, die von Hobby-Modellbauern gefunden wurden, sollen in ingenieurwissenschaftlichen und mathematischen Ausdrücken formuliert werden und für Optimierungsalgorithmen zugänglich werden.

Der Prüfstand an der THI wurde für diese Zwecke entwickelt. Er beinhaltet einen Mikrocontroller, elektrische Aktuatoren, einen elektrisch angetriebenen Propeller, Messeinheiten für die Aktuator-Positionen und Stromverbräuche sowie die Motor-Schubmessung. Diese Flugzeugkomponenten können für eine zukünftige Entwicklung eines unbemannten Kleinflugzeuges verwendet werden. Fragen während des Entwicklungsprozesses im Bereich der Systemkomponenten betreffen die optimale Größe der Elektroaktuatoren, deren Stromverbrauch, Einfluss auf die optimale Energiespeichergröße und Leistung in unterschiedlichem Flugzustand. Die Idee eines Iron Birds wird von der kommerziellen Luftfahrt adaptiert und auf die Elemente eines unbemannten Kleinflugzeuges angewendet. Ein Iron Bird ist ein stationärer Prüfstand der alle Hardwarekomponenten eines spezifischen Luftfahrzeugdesigns kombiniert. Die Komponenten werden in Kombination miteinander getestet und simulierte Reaktionen replizieren Einflüsse der realen Umgebung.



IronBirdie HILS Prüfstand mit Servos, Mikrocontroller, Sensor und Antriebseinheit

Prof. Dr.-Ing. Erol Özger

Luftfahrttechnik, Flugzeugauslegung und Physik

Tim Drouven, B. Eng.

Laboringenieur Maschinenbau



Hardware in the Loop Simulation of MAV systems

Technische Hochschule Ingolstadt aims to implement solutions and design workflows in the airframe and systems design of a micro air vehicle for any type of mission. This should be done more efficiently and systematically avoiding trial and error approaches. The solutions gained from model aircraft hobbyists will be described in engineering terms and mathematical parameters and thus be made usable through optimization algorithms.

In order to gain the necessary parameters to describe the behaviour as an individual component, but also in respect to other vital aircraft modules, the idea of an Iron Bird is adapted from commercial manufacturers and applied to the elements of a handheld UAV. An Iron Bird is a stationary test rig combining all hardware components of a specific aircraft design set up in an aircraft-like configuration. The components are tested in combination with each other and simulated reactions replicate real-world environmental influences.

Forschungsverbund „Multi-Core safe and software-intensive Systems Improvement Community“ (FORMUS³IC)

Prof. Dr. rer. nat. Peter Hartmüller
Systemtechnik in sicherheitsgerichteten
Anwendungen

Andreas Schwierz, M.Sc.
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Sebastian Hiergeist, M.Sc.
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Georg Seifert, M.Sc.
Wissenschaftlicher Mitarbeiter



Fördermittelgeber

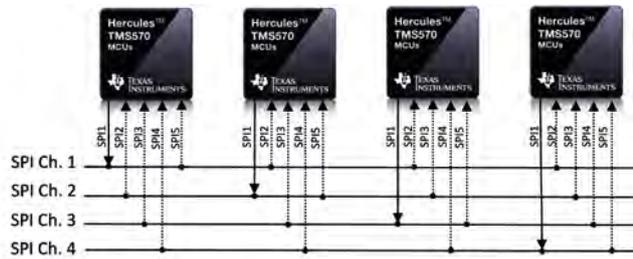


Determinismus und Zuverlässigkeit von Mikrocontrollern für Avionik

In FORMUS³IC sollen die durch heterogene Multi-/Many-Core Architekturen entstehenden Herausforderungen der funktionalen Sicherheit im Bereich Automotive und Avionik gelöst werden. Das zu entwickelnde ganzheitliche Lösungskonzept spiegelt sich in der Berücksichtigung der gesamten Bandbreite abstrakter Entwurfsmethoden wieder. Zum Verbund gehören neben den Hochschulen THI, OTH Regensburg, OTH Amberg-Weiden, Hochschule München, TH Nürnberg und der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen die Industriepartner Airbus, Audi, Continental, Infineon, u. a.

Im Kontext von FORMUS³IC werden innerhalb des Kompetenzfelds Luftfahrt zwei Maßnahmen untersucht, um komplexe COTS-Mikrocontroller in sicherheitskritischer Avionik einsetzen zu können:

1. Steigerung der Zuverlässigkeit durch Verschalten mehrerer (diversitärer) Mikrocontroller zu einem Verbundnetzwerk.
2. Deterministische Vorhersage über die Ausführungszeit mit Einbezug des IO-Systems.



Quadruplex-System auf Basis von COTS-Mikrocontrollern



Multi-Core safe and software-intensive Systems Improvement Community (FORMUS³IC)

The competence field aviation is part of the joint research project FORMUS³IC, associated with different universities in Bavaria. In the project, two different aspects of safety critical real-time communication are considered. The first part evaluates redundancy networks to increase the safety of microcontroller. Therefore, multiple microcontrollers calculate the same control loop to detect erratic behaviour by adjusting input and output data. The data traffic caused by general purpose I/O and the redundancy network cannot be handled by the application processor itself, so DMA mechanisms are used to relieve this problem. But these strategies can cause interferences by accessing single resources. These timing conflicts have to be predicted for a safety critical real-time system. In the second part, the estimation of these influences of asynchronous I/O transfers on the application processor are evaluated to determine a worst case execution time.

Bedingt durch den großen Funktionsumfang eines Mikrocontrollers muss davon ausgegangen werden, dass zum einen bereits Hardwaredesignfehler existieren und zum anderen unvorhergesehene Ereignisse auftreten können. Gründe für solche Ereignisse sind vielfältig und reichen von einer unvollständigen oder ungenügend detaillierten Dokumentation bis hin zum Treffen falscher Annahmen aufgrund eingeschränkter Einsicht in interne Abläufe. Um das Restrisiko in hoch-sicherheitskritischen Systemen zu kompensieren, werden Mikrocontroller redundant in einem Verbund ausgelegt. Hierfür ist die Realisierung einer zeitkritischen Kommunikation zwischen Mikrocontrollern unerlässlich um dem Anspruch an die Zuverlässigkeit des Systems gerecht zu werden.

Durch den Verbund von Mikrocontrollern und den Einsatz unterschiedlicher breitbandiger Schnittstellen zur Kommunikation über Systemgrenzen hinweg muss eine effiziente und deterministische Datenverarbeitung geschehen. Für die Entlastung des Rechenkerns wird spezialisierte chip-interne Hardware (z. B. DMA-Controller) eingesetzt. Diese übernimmt das asynchrone Verarbeiten der EA-Datenströme. Dadurch entstehen bei gleichzeitigem Zugriff von DMA-Controller und Rechenkern spürbare Verzögerungen durch Ressourcenkonflikte. Um den Anspruch eines deterministischen Systems gerecht zu werden, muss trotz dieser Interferenzen eine obere Schranke der Verzögerungen auf die Ausführungszeit gefunden werden.

Konstruktion und Bauweisen in der Luftfahrt

Beschussanlage

An der THI ist eine Beschussanlage im Labor für Flugantriebe vorhanden, mit der Proben verschiedener Materialien mit Impaktoren mit einem max. Durchmesser von $d = 50$ mm beschossen werden können. Es werden dabei Geschwindigkeiten von bis zu 250 m/s erreicht.

Forschungsprojekt MAI Impact

Im Rahmen des Projekts MAI Impact werden Beschussversuche auf neuartige Faserverbundwerkstoffe mit thermoplastischer Matrix durchgeführt. Das Ziel ist vor allem die Verbesserung des Impaktverhaltens von Faserverbundstrukturen durch eine gezielte Kombination und Entwicklung von Matrix- und Faserwerkstoffen. Dadurch ergeben sich Gewichts- und Kosteneinsparungen für impaktgefährdete Bauteile. Die Ergebnisse des Projekts werden auf Anwendungen im Bereich der Luftfahrt sowie Bahn- und Elektrotechnik übertragen. Es werden Kohle- und Glasfaserplatten mit einer Größe von 300 mm x 200 mm beschossen. Innerhalb des Projekts werden in elf Testreihen mehr als 80 Beschusstests durchgeführt, ausgewertet und simuliert.

Während der Testdurchführung werden folgende Parameter aufgezeichnet:

- Geschwindigkeit
- Kraft-Zeit Signal
- Weg-Zeit Signal

Die Geschwindigkeitsmessung des Projektils läuft über eine Lichtschranke. Im Projekt werden die Kraftsignale über vier Piezoelemente aufgezeichnet. Zum Vergleich der Kraftsignale werden Referenztests auf Aluminiumproben durchgeführt. Jedes einzelne Piezoelement kann bis zu 20 kN aufnehmen. Ein Weg-Zeit Signal wird über Video-Bildauswertung ermittelt. Eine High Speed Kamera nimmt dabei den Impaktvorgang mit 15000 Bildern pro Sekunde auf. Das Projekt wird vom BMBF im Rahmen der MAI Spitzencluster-Förderung unterstützt.

Zukünftige Projekte

Durch das Projekt MAI Impact ist die Expertise an der THI im Gebiet der hochdynamischen Impaktvorgänge stark gewachsen. Diese soll in zukünftigen Projekten weiter ausgebaut und entwickelt werden. Es ist dabei geplant, eine größere Versuchsanlage zu entwickeln. Mit dieser soll es möglich sein, Beschusstests mit größeren Impaktoren durchzuführen. Die Projektile haben dabei einen Durchmesser von bis zu 200 mm. Dabei ist angedacht, u. a. Untersuchungen über die Gefahren von beispielsweise Drohnenschlag auf Luftfahrzeugstrukturen anzustellen.

Referenzen:

¹ <http://www.carbon-composites.eu/de/netzwerk/abteilungen/mai-carbon/>

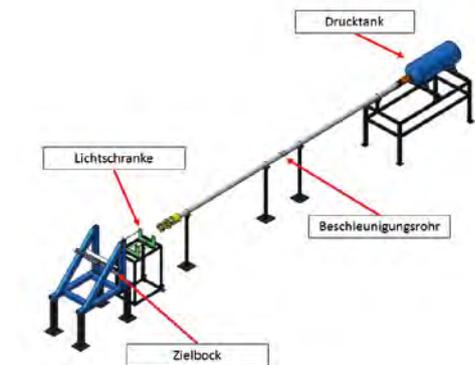
Prof. Dr.-Ing. Uli Burger

Konstruktion und Bauweisen in der Luftfahrt

Franke Florian, M.Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Fördermittelgeber



Aufbau Beschussanlage THl



Impact testing MAI Impact

Technische Hochschule Ingolstadt owns a test device for impact tests. With this device, it is possible to perform impact experiments on composite plates at various speeds (max. 250 m/s). Within the research project "MAI Impact", impact tests on new high performance composite plates are performed. The aims of the project are to improve the impact and oscillation behaviour of composites with a thermoplastic matrix and to reduce the production costs for those materials. The results of this project are transferred to, for example, aerospace applications. Within this project more than 80 tests on different composite plates are performed.

Force, displacement and velocity data are recorded during the tests. Four piezo elements record the force-time signals, the velocity of the projectile is measured with a light barrier and the displacement-time signals can be determined with videos from a high-speed camera. The whole project is sponsored by the "German Ministry for Education and Research" (BMBF).

Fahrerlose Transportsysteme

Prof. Dr. Johann Schweiger
Tel +49 841 9348-2590
Johann.Schweiger@thi.de

Rainer Halmheu, M.Sc.
Tel +49 841 9348-6250,
Rainer.Halmheu@thi.de

Kooperationspartner



AUDI AG



Automated Guided Vehicles

A completely new control concept for automated guided vehicles (AGVs) was developed as part of a promotion in cooperation with AUDI AG.

This system is a new approach that shows how automated guided vehicles can be detected and controlled via external sensors. This is the first and only system that makes it possible to recognise and control several vehicles one behind another with a laser scanner. This technique is patent pending.

A laser scanner recognises each AGV by means of four 10 cm high bars installed at the corners of each vehicle. Apart from the bars there is nothing in this level. The recognition concept is shown in figure 1.

New about this system is that the complete recognition and control is carried out externally via the laser scanner and a control PC. The AGVs receive the corresponding control commands via WLAN. No sensors or control PCs are installed on the vehicles themselves. They can thus be designed very compact and energy-saving.

A prototype with three vehicles was developed in cooperation with AUDI AG. A video of this can be viewed at <https://www.audi-mediacycenter.com/de/audimediatv/video/audi-smart-factory-p-tech-day-footage-2108> (1:13-2:47).

Since at least two of the four bars per AGV have to be visible for position recognition, a simulation environment which checks this was programmed at THI as part of a student project. A screenshot of the simulation environment is shown in figure 2.

In the simulation environment, the AGVs can follow predefined paths. It is precisely evaluated when and where a bar is hidden. The paths of the AGVs can be optimised in this way and thereby the visibility of the bars can be increased.

Im Rahmen einer Promotion wurde ein neues Steuerungskonzept eines Fahrerlosen Transportsystems (FTS) entwickelt. Dieses System ist ein neuer Ansatz, der zeigt, wie Fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF), über externe Sensorik erkannt und gesteuert werden können. Es handelt sich hier um das erste System, das es ermöglicht, mehrere Fahrzeuge mit einem Laserscanner auch hintereinander zu erkennen und zu steuern. Dieses Verfahren wurde zum Patent angemeldet.

Ein Laserscanner erkennt dabei jedes FTF anhand von vier 10 cm hohen Stäben, die an den Ecken jedes Fahrzeugs verbaut sind. Außer den Stäben befindet sich nichts in dieser Ebene. Das Erkennungskonzept zeigt Abb. 1.

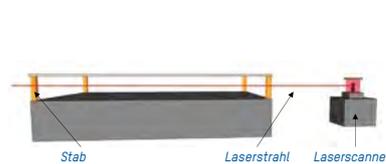


Abb. 1: Erkennung eines Fahrerlosen Transportfahrzeugs anhand von vier Stäben mit einem Laserscanner¹

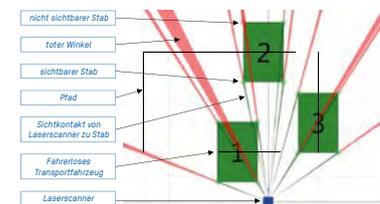


Abb. 2: Screenshot der Simulationsumgebung zur Optimierung der Fahrzeugsteuerung² (Zur besseren Erkennung ob Stäbe sichtbar sind oder nicht, sind diese größer als tatsächlich dargestellt)

Neu an diesem System ist, dass die komplette Erkennung und Steuerung von außen über den Laserscanner und einen Steuer-PC erfolgt. Über WLAN erhalten die FTF die entsprechenden Steuerbefehle. An den Fahrzeugen selbst ist keine Sensorik und kein Steuer-PC verbaut. Diese können somit sehr kompakt und energiesparend ausgelegt werden. Ein Prototyp mit drei Fahrzeugen wurde in Kooperation mit der AUDI AG aufgebaut.³

Da immer mindestens zwei der vier Stäbe pro FTF zur Positionserkennung sichtbar sein müssen, wurde an der THI im Rahmen eines Studentenprojektes eine Simulationsumgebung programmiert, welche dies überprüft. Einen Screenshot der Simulationsumgebung zeigt Abb. 2. In der Simulationsumgebung können die FTF vorgegebenen Pfaden folgen. Dabei wird genau ausgewertet wann und wo welcher Stab verdeckt ist. Die Pfade der FTF sollen so optimiert und die Sichtbarkeiten der Stäbe erhöht werden.

Referenzen:

¹ R. Halmheu, B. Otto und T. Pauleser, „Laser scanner detection and localization of successively arranged mobile robots,“ in *Proceedings of ISR 2016: 47th International Symposium on Robotics*, Berlin, VDE VERLAG GMBH, 2016, pp. 418 - 424.

² M.-K. Doeker, T. Gabler, F. Lumnitz, S. R. Renner, J. Schulz, C. Weis, J. R. Westmann und P. Zimbelmann, *Entwicklung eines Algorithmus zur proaktiven Positionierung von mobilen Roboterplattformen*, Ingolstadt: Projektbericht, 2016.

³ Video unter <https://www.audi-mediacycenter.com/de/audimediatv/video/audi-smart-factory-p-tech-day-footage-2108>

Wissensbasierte Einführung von Standardsoftware in KMU

Der Vorstoß und die Zielsetzungen von Industrie 4.0 können im Zuge der immer zunehmenden Automatisierung nur mit Unterstützung durch die IT zunehmen. Mit der damit einhergehenden Digitalisierung bleibt die Auswahl und Einführung von Standardsoftwaresystemen eine Herausforderung, die insbesondere kleine und mittlere Unternehmen vor komplexe Probleme stellt. Die Ursache dafür liegt nicht in der fehlenden Verfügbarkeit von Standardlösungen, sondern im erforderlichen Anpassungsaufwand an die spezifischen Vorgänge im Unternehmen, da z.B. die Prozesse in der Produktion oder Logistik durch den gewünscht hohen Automatisierungsgrad nicht allgemeingültig von den Standardlösungen abgebildet werden können.

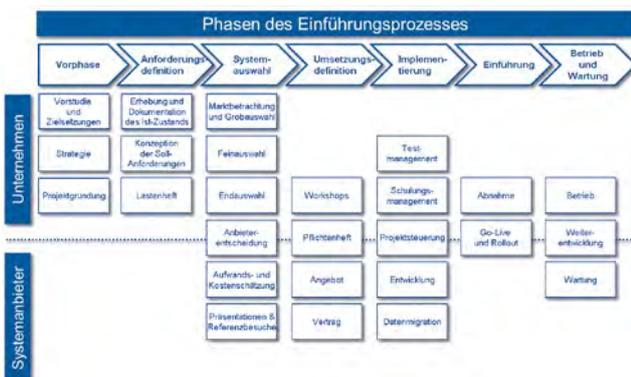
Zur Lösung dieser Herausforderungen werden Vorgehensmodelle angewendet, die die Gesamtproblemstellung der Systemeinführung in handhabbarere Teilprobleme aufteilen, welche dann in Phasen zu den passenden Zeitpunkten mit geeigneten Methoden dediziert gelöst werden können (s. Abb.). Der Grundstein für den Erfolg wird bereits in der Phase der Anforderungsdefinition gelegt, da hier die unternehmensspezifischen Anforderungen an das zukünftige System erarbeitet und in Form eines Lastenheftes (Anforderungsspezifikation) festgehalten werden müssen. Nach der Systemauswahl wird gemeinsam mit dem ausgewählten Systemanbieter in der Umsetzungsdefinition das Pflichtenheft erarbeitet, welches als Lösungsspezifikation das passende Gegenstück zur Anforderungsspezifikation bildet.

Das Forschungsprojekt setzt bei den genannten Herausforderungen an und hat den Anspruch, den gesamten Einführungsprozess soweit zu operationalisieren, dass es den Unternehmen eigenständig möglich ist, den Ablauf und die Schwerpunkte zu steuern. Mittels Parametern wird für das Unternehmen aus einem selbstlernenden, wissensbasierten Modell ein Methodenmix erzeugt, der die tatsächlich notwendigen Bausteine des Einführungsprozesses mit den spezifisch für das Unternehmen ausgewählten Methoden lösen kann. Gemeinsam mit dem Kooperationspartner, dem mittelständischen Elektronik-Versandhandelsunternehmen Pollin Electronic GmbH, wurde der Ansatz bereits prototypisch evaluiert und führte durch die Konzentration auf die wesentlichen Aspekte zu einer Reduktion des Risikos während der Einführung bei gleichzeitiger Berücksichtigung aller erforderlichen Anforderungen.

Prof. Dr. Johann Schweiger
Technische Informatik und
Ingenieurmathematik

Benedikt Schumm, M.Sc.
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Kooperationspartner



Typische Phasen und Bausteine im Einführungsprozess von Standardsoftware



Knowledge-based Implementation of Information Systems in SME

The current trends of Industry 4.0 and the progress in automation lead to an increasing demand of IT-support. While the choice and the implementation of a suitable Information System (IS) is at itself a complex matter, there is only little help available, especially for small and medium-sized enterprises (SME). Organisations have to specify the desired functions and customisations of the IS to fulfill all the requirements and need to pick a suitable system from a wide range of possible system providers. Efforts have been made in the research project to meet the challenges and to operationalise the process of the implementation of IS in SMEs, so that the latter can prioritise and control the aspects of their specific requirements. The self-learning, knowledge-based model requires input variables based on the organisational, project- or system-related issues and will then provide a process model with methods based on the company's specific requirements.

Effiziente Planungsmodelle für die Mensch-Roboter-Kooperation

Prof. Dr. techn. Priv.-Doz. Andreas Riener
Human Machine Interface and Virtual Reality

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Maren Röttenbacher
Wissenschaftliche Mitarbeiterin

Die enge Zusammenarbeit von Mensch und Roboter bietet interessante Perspektiven zur kognitiven und körperlichen Entlastung des Menschen, insbesondere, wenn jeder Partner innerhalb der Kooperation seine spezifischen Stärken nutzen kann. Roboter können problemlos schwere Lasten bewegen und monotone, repetitive Arbeiten mit nicht nachlassender Präzision ausführen. Menschen bestechen durch bisher unerreichte Geschicklichkeit, Flexibilität und Kreativität.

Je näher die Zusammenarbeit von Mensch und Roboter einer Kooperation zwischen menschlichen Akteuren kommt, desto ähnlicher werden die Erwartungen, die an den Roboter gerichtet werden. Hierzu gehören effizientes und antizipatorisches Handeln zur Erlangung eines flüssigen Arbeitsablaufes, ein implizites Verständnis der Intentionen des Gegenüber und der gemeinsamen Zielvorgabe, sowie die kontinuierliche Anpassung an persönliche Präferenzen^{1,2} (s. Abb.).

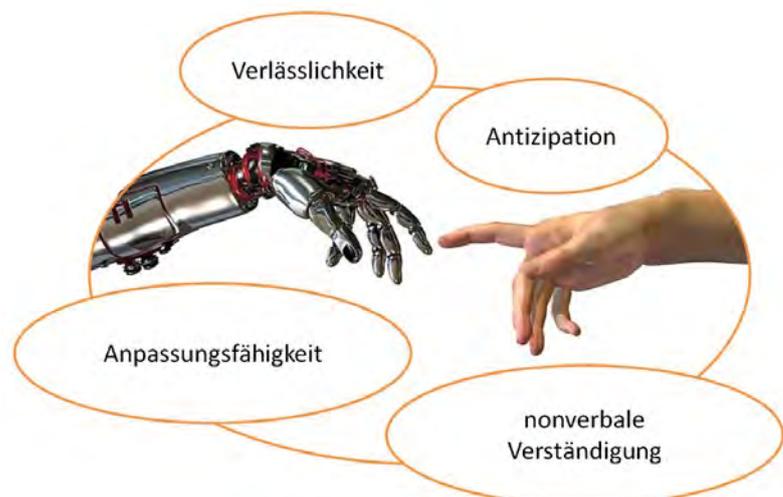
Ziel des Forschungsvorhabens ist es, geeignete Klassifikationsalgorithmen und Planungsmodelle zu definieren, mit denen die Anforderungen hinsichtlich Flexibilität und Anpassbarkeit erfüllt werden können. Es wird eine Methodik entwickelt, mit der die betreffenden Modelle unter Ausnutzung von konsistentem Wissen möglichst effizient gelernt werden können. Hierbei wird speziell die gemeinschaftliche Handhabung von Objekten, z. B. in Montageaufgaben, untersucht.

Programming by Demonstration und speziell das Konzept des Apprenticeship Learning³ bieten eine Möglichkeit zum unüberwachten Anlernen des Roboters in einen bisher unbekanntem Arbeitsablauf. Hierbei werden die Parameter für ein probabilistische Modell der (zeitlich begrenzten) Aufgabe durch die Beobachtung der Kooperation zwischen Menschen gelernt. Diese „Experten-Demonstration“ enthält wertvolles implizites Wissen, das durch manuelle Modellbildung selbst für Experten kaum zu erfassen ist. Die Parameter des erzeugten Modells können mittels Reinforcement Learning im Zuge der Mensch-Roboter-Kooperation optimiert und an spezifische Verhaltensweisen angepasst werden.



Efficient planning models for human-robot collaborative object manipulation

Robots are increasingly expected to be collaborators in social and industrial activities. The use of interactive assistive technologies is of special interest, where robot skills like precision, repeatability and strength and human skills like dexterity and flexibility can be combined efficiently. In complex collaborative manipulation scenarios, flexible models for planning and decision making under uncertainty are required which improve over time and adapt to specific preferences of the human co-worker. These models have to be efficiently learned in an unsupervised fashion, as a manual setup of the task model would be error prone, unfeasible for non-expert users and could not reflect the nondeterministic nature of human behaviour. Programming by demonstration or more specific Apprenticeship Learning can be used to capture the highly valuable implicit knowledge contained in the interaction of humans. The resulting probabilistic model can be adapted via Reinforcement Learning over time. Unsupervised learning efficiency should be improved by the transfer of consistent knowledge from related tasks that have already been learned. In the context of manipulation actions, a formal description of prior knowledge about functional object properties can be specifically useful.



Ausgewählte Anforderungen an kooperierende Roboter [Bildquelle: nach [4]]

Der Transfer von konsistentem Wissen aus ähnlichen Aufgaben verspricht eine Verbesserung des Lernprozesses hinsichtlich der benötigten Menge an Trainingsdaten und bietet darüber hinaus die Möglichkeit, bekannte, ggf. sicherheitsrelevante Einschränkungen der Entscheidungsmöglichkeiten im Modell zu verankern. Im Kontext von Handhabungsaufgaben besonders vielversprechend ist die Systematisierung von funktionellen Objekteigenschaften. Diese limitiert den Zustandsraum bereits ohne eine tatsächliche Ausführung des Ablaufs auf ein Set von sinnvollen Kombinationen.

Parallel dazu muss die Frage beantwortet werden, inwieweit eine tatsächliche Übertragbarkeit des Arbeitsablaufes von Mensch-Mensch auf Mensch-Roboter gegeben ist und wie hoch der tatsächlich empfundene Mehrwert durch die erzielte Verhaltensanpassung ist.

Referenzen:

- ¹ HOFFMAN, Guy; BREAZEAL, Cynthia. *Effects of anticipatory action on human-robot teamwork efficiency, fluency, and perception of team.* In: *Proceedings of the ACM/IEEE international conference on Human-robot interaction.* ACM, 2007. S. 1-8.
- ² BREAZEAL, Cynthia, et al. *Effects of nonverbal communication on efficiency and robustness in human-robot teamwork.* In: *Intelligent Robots and Systems, 2005.(IROS 2005).* 2005 IEEE/RSJ International Conference on. IEEE, 2005. S. 708-713.
- ³ ABBEEL, Pieter; NG, Andrew Y. *Apprenticeship learning via inverse reinforcement learning.* In: *Proceedings of the twenty-first international conference on Machine learning.* ACM, 2004. S. 1.
- ⁴ *Menschen und Roboter – Kollegen oder Konkurrenten?*, www.arbeits-abc.de, abgerufen am 13.01.17

Vertiefte empirische Erhebung zur Marke „Kurorte und Heilbäder“

im Gesundheitsland Bayern

(Forschungsstudie in Zusammenarbeit mit dem Bayerischen Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit und dem Bayerischen Heilbäder-Verband)

Prof. Dr. Andrea Raab-Kuchenbuch
Marketing und Allgemeine Betriebswirtschaftslehre

Dr. Celine Schulz
Wissenschaftliche Mitarbeiterin

Klaus Legl
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Die bayerischen Kurorte und Heilbäder als wichtige Pfeiler im Gesundheitsland Bayern stehen durch massive Marktveränderungen, insbesondere durch den Rückzug der Sozialversicherungsträger seit den 90er-Jahren¹ sowie dem demographischen Wandel² mit einem verstärkt selbstzahlenden Gastpatienten, vor großen Herausforderungen. Sie sind nunmehr gezwungen³, sich zukünftig zu modernen Gesundheitszentren mit eigenständigem Gesundheitsprofil zu entwickeln und verstärkt ein auf Gesundheitstourismus abzielendes Leistungsangebot sowie innovative medizinische Konzepte besonders im Bereich der Früherkennung, Prävention und Rehabilitation anzubieten.

Ziel der Studie ist es, für die vier teilnehmenden Kurorte in Mittel- und Oberfranken individuelle Hinweise herauszuarbeiten, die für die weitere Profil-/Markenschärfung und Ausrichtung auf erfolgsträchtige Leistungsangebote in Bezug auf medizinische Qualität sowie auf komplementäre gesundheits-touristische Leistungen geeignet sind. Ein Benchmarking der Ergebnisse der untersuchten einzelnen Heilbäder und die Herausarbeitung von Best Practices sollen dabei als weitere Orientierungshilfe angeboten werden.

Da für die Kurorte von entscheidender Bedeutung ist, dass der Kurgast respektive Gesundheitsreisende an möglichst vielen Stationen seines individuellen Entscheidungsprozesses bei der Auswahl einer Gesundheitsreise bzw. eines Kurortes unterstützt wird, orientiert sich auch das methodische Vorgehen in der Studie an den einzelnen Stationen dieses Prozesses (s. Abb.1).

Nach der ersten Orientierung des Kurgastes in Station 1 seiner Kurgastreise sondiert der potenzielle Kurgast in Station 2 seine Bedürfnislage. Zur Erhebung des aktuellen Bedarfes des potenziellen Kurgasts wird in der Studie eine überregionale Online-Befragung (hochstandardisierter Fragebogen) durchgeführt. Als Analyseinstrument kommt die Choice-Based Conjoint Analyse zum Einsatz, ein Verfahren zur Schätzung von Konsumentenpräferenzen auf Basis von Auswahlentscheidungen, die Probanden im Rahmen eines Experiments fällen müssen (s. Abb. 2). Im Rahmen der Auswertung können damit sehr präzise Nutzenwerte für jede Ausprägung der abgefragten Merkmale vergeben werden.

In Station 3 und 4 der Kurgastreise (s. Abb 1) wird der Einfluss des niedergelassenen Arztes sowie des Kostenträgers untersucht. In 40 qualitativen Interviews mit niedergelassenen Ärzten verschiedener Fachrichtungen können wichtige Sichtweisen, wie beispielsweise die unterschiedliche Empfehlungsbereitschaft oder die individuellen Anforderungen an den Kurort

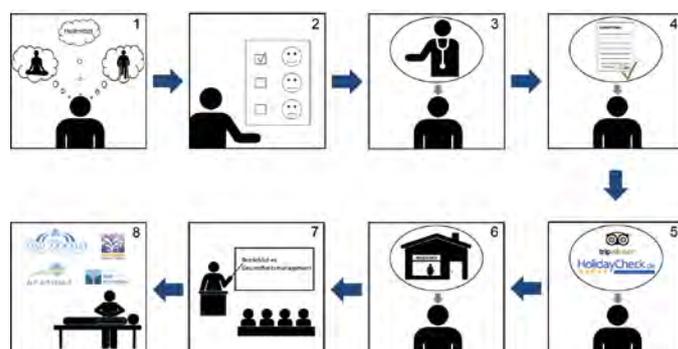


Abb. 1: Kurgast-Journey

Auf welche Merkmale einer Gesundheitsreise legt der potenzielle Gast besonders viel Wert?	Welche der möglichen Merkmalsausprägungen treffen am häufigsten auf Gefallen?
Merkmal	Merkmalsausprägung
Aufenthaltsdauer	1 bis 3 Übernachtungen, 4 bis 7 Übernachtungen, 8 Übernachtungen und mehr
Unterkunft	4- oder 5-Sterne-Hotel, 3-Sterne-Hotel, Pension/Gästehaus/Ferienwohnung
Nutzung eines Heilmittels	Heilwasser, Moor, Sole, Radon
Wellness-/Gesundheitsangebote	Massage, Gesundheitskurse, Kosmetische Behandlungen
Reiseziel	Deutschland, Ausland

Abb. 2: Conjoint Analyse – Zentrale Fragestellungen

durch den niedergelassenen Arzt, erhoben und bewertet werden. Zehn qualitative Interviews mit Kostenträgern lassen eine Bewertung der aktuellen Bewilligungssituation für den Kurgast zu, beispielsweise nach Indikationen oder Heilmitteltherapien. Mit einer Inhaltsanalyse von Hotelbewertungen – die Auswahl erfolgt nach dem Konzentrationsverfahren – in den vier teilnehmenden fränkischen Heilbädern kann in Station 5 der Kurgastreise beispielsweise die Zufriedenheit des Kurgasts in Bezug auf die in Anspruch genommene Übernachtungsdestination und deren gesundheitsrelevanten Angebote untersucht und belegt werden. In Station 6 der Kurgastreise wird die Rolle von Reisebüros in ihrer Mittlerfunktion im Rahmen einer quantitativen Befragung untersucht. Es kann u. a. festgehalten werden, dass sich insbesondere für spezialisierte Gesundheitsreisebüros mit gut ausgebildeten Mitarbeitern durch die erfolgreiche Vermittlung von Gesundheitsreisen ein Verkaufserfolg von Gesundheitsreisen erzielen lässt. In Station 7 der Kurgastreise kann nach Auswertung von 16 qualitativen Interviews mit regional tätigen Unternehmen aufgezeigt werden, welche Rolle bereits heute die betriebliche Gesundheitsförderung beim Bedürfnis des Arbeitnehmers spielen kann, Gesundheitsangebote in Kurorten in Anspruch zu nehmen. Mit einer schriftlichen Befragung von bestehenden Kurgästen kann die Kurgastreise mit Station 8 finalisiert werden. Die Auswertung der Ergebnisse lässt wichtige Rückschlüsse in Bezug auf den aktuellen aber auch zukünftigen Aufenthalt der Kurgäste in allen vier, an der Studie teilnehmenden Kurorten zu. Insbesondere durch die ausgewerteten Einflüsse der Stationen 2, 7 und 8 der Kurgastreise können zudem spezifische Zielgruppen (z. B. Heilmitteltyp) für die Heilbäder abgeleitet und konkrete Positionierungshinweise für jeden Kurort herausgearbeitet werden.

Referenzen:

¹ Sonnenschein (2009), ² Belousow (2007), ³ Krebs (2014)

Hauptquellen:

Belousow, Alexander (2007): *Demographischer Wandel und Tourismus. Zukünftige Grundlagen und Chancen für touristische Märkte*. Edited by Christoph Haehling von Lanzanauer. Berlin: Erich Schmidt (Schriften zu Tourismus und Freizeit, 7).

Krebs, Cindy (2014): *Zukünftige Entwicklung der deutschen Kurorte und Heilbäder:*

Veränderungen, Trends, Prognosen. Bachelorarbeit. Hochschule Heilbrunn, Hochschule Heilbrunn.

Sonnenschein, Meike (2009): *Medical Wellness & Co. Der Gesundheitsvorsorgetourismus in*

Deutschland, Angebot und Nachfrage im Wandel. Berlin.



An Empirical Study of Bavarian Health Resorts

Bavarian health resorts are facing major challenges due to massive market changes, in particular with the withdrawal of social security funds since the 1990s and an aging population. As a result, Germans are increasingly realising that they need to “privately” finance their own health. Because of these reasons, it is essential for Bavarian health resorts to develop into excellent health centre with unique health profiles that offer a range of services aimed towards health tourism focussing on early detection, prevention and rehabilitation.

The aim of this study is to design and develop individual measures for the four participating Bavarian health resorts, which they can use to assist them in positioning and aligning their medical and wellness services. A special focus is on the profiling of the “Heilmittel” which is available in each of the four investigated resorts. A benchmarking of the results of the investigated health resorts and the elaboration of best practices are to be offered as further guidance.

Using the Health-Resort-Guest-Journey approach, this study analyses the different stations that a health resort guest encounters before he embarks on his health holiday. At station 1 the guest is motivated by diverse reasons to take a health holiday. At station 2 the study looks at the preferences a potential guest has using a choice-based conjoint analysis. Using five characteristics, each having up to three different attributes, potential guests were asked to choose between different health holiday scenarios. In stations 3 and 4, the influence of doctors (who offer medical advice) and health insurances (who finance part of the health holiday) was analysed. In station 5 a qualitative content analysis was conducted of guest posts from hotels in the four Bavarian health resorts on the Holiday-Check website. In station 6, the role of tour operators and travel agencies that play in the health tourism industry is investigated. Station 7 studies how health resorts can leverage from the fact that companies are beginning to substantiate measures to promote the health of their employees. In the final station 8, the health resort guest goes on his holiday and evaluates his stay. Using quantitative data from guests in the four participating health resorts, the study attempts to identify measures that increase the satisfaction of guests.

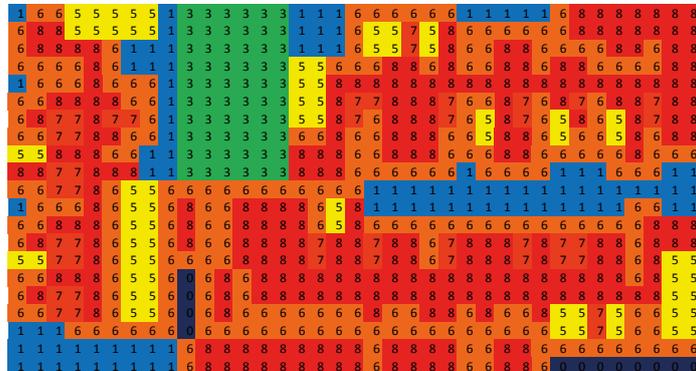
Hospital 4.0

Schlanke digital-unterstützte Logistikprozesse in Krankenhäusern

Prof. Dr. Jürgen Schröder
Logistik und Produktionsorganisation

Dipl.-Kfm. Dagmar Piotr Tomanek
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Dipl.Wirt.Ing. (FH) Christine Hufnagl
Doktorandin



Beispiel Value Added Heat Map Flächennutzung¹

Mit dem in 2014 bereits erfolgreich abgeschlossenen Forschungsprojekt „BELOUGA – Benchmarking logistischer Unterstützungs- und Dienstleistungsprozesse im Gesundheitswesen und in industriellen Anwendungen“ wurde ein erster Schritt getan, um Ansatzpunkte für die Optimierung der Wertschöpfung in klinischen Prozessen zu identifizieren. Mit dem geplanten Projekt „Hospital 4.0“ soll dieser Weg weiter bestritten werden. Das Zentrum für Angewandte Forschung der THI ist einer von fünf potenziellen Verbundprojektpartnern. Zusammen mit dem Fraunhofer FIT und den Kliniken Augsburg, Bayreuth und Ingolstadt sollen die Einsatzfähigkeit sowie das Potential digitaler Technologien zur Steigerung der Prozessqualität und -effizienz für patientennahe Dienstleistungsunternehmen im Gesundheitswesen getestet werden. Beabsichtigtes Ziel des Projekts ist die Steigerung der Wertschöpfung von Logistiksystemen in Krankenhäusern durch den Einsatz bestehender, digitaler Technologien. Der Zielerreichung soll, neben der Entwicklung eines holistischen Verständnisses von Logistikprozessen und deren speziellen Anforderungen in Krankenhäusern, auch die erstmalige Erfassung des Digitalisierungsgrads mithilfe der Value Added Heat Map dienen. Die Value Added Heat Map, eine Methodenentwicklung der THI, wurde 2016 im Rahmen der International Conference on Industrial Logistics vorgestellt. Analog zu einer Wärmebildkamera wird mithilfe dieser Methode Wertschöpfung gegenüber Nicht-Wertschöpfung sichtbar gemacht. Dies erfolgt beispielsweise in Bezug auf Flächen, Tätigkeiten, Anlagen und Bestandsreichweiten (s. Abb.).

Mithilfe des Projekts beabsichtigt die THI aktiv an der Vision der digitalen Vernetzung zu forschen und im Bereich des Gesundheitswesens wegweisende, gestalterische Akzente zu setzen. Durch Hospital 4.0 plant die THI sich zunehmend im Forschungsfeld der Digitalen Transformation und Wertschöpfungsoptimierung zu etablieren. Die Genehmigung des Projekts durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung würde wesentlich zur Wettbewerbsfähigkeit der Technischen Hochschule Ingolstadt beitragen. Möglicher Beginn des Projekts könnte bereits Juli 2017 sein.

Referenzen:

¹ Tomanek, Dagmar P; Schröder, Jürgen; Wirz Markus.

Value Added Heat Map – A new method for the optimization of production space In: Sawik, Tadeusz In: International Conference on Industrial Logistics (ICIL): Sammlung der Konferenzbeiträge, Krakow: AGH University of Science and Technology, 2016, S. 321

Hospital 4.0

As central elements in health care systems, hospitals provide a range of socially valuable health services. And if one wishes to extend the vision of Industry 4.0 – making relevant information available in real time to both actors and resources in the value chain – the integration of digital technology promises to raise the potential for valuable contributions from technologically integrated hospital logistics.

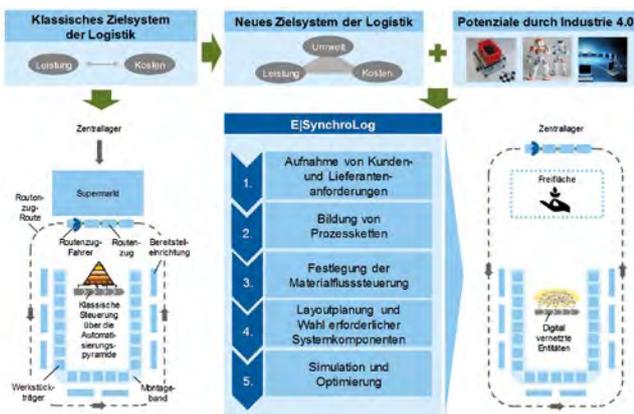


Ressourceneffiziente Produktion E|SynchroLog

Durch die stetig steigende Variantenvielfalt, die heutzutage unabdingbar für die Befriedigung der Kundenwünsche ist, muss eine Vielzahl an Teilen an zahlreiche Stationen moderner, hochvarianter Fertigungsanlagen geliefert werden. Auf der einen Seite ist eine zuverlässige und flexible Bereitstellung von Teilen unverzichtbar, da andernfalls Materialengpässe zu teuren Bandstillständen führen könnten. Auf der anderen Seite behindern hohe Bestände in Liniennähe die Transparenz und die Abläufe in der Fertigung und verringern die für die Wertschöpfung zur Verfügung stehenden teuren Produktionsflächen.

Um unter diesen Rahmenbedingungen kleingranulare produktionssynchrone Materialbereitstellung bei gleichzeitig höchster Versorgungssicherheit im Einklang mit Just-In-Time-Prinzipien direkt am Band zu ermöglichen, bietet sich der Einsatz von Pull-Systemen in Verbindung mit einer getakteten Materialversorgung an. Bisher erfolgte die Materialbereitstellung im Fertigungsbereich aufgrund der Vielzahl an Sachnummern häufig unter Verwendung sogenannter Supermarkt-Konzepte. Diese Supermärkte dienen als dezentralisierte Logistikflächen in Wertschöpfungsnähe, welche Teile für die umliegenden Fertigungs-/Montagestationen zwischengelagern und gemäß der Bedarfe der Fertigungs-/Montageprozesse bereithalten. Die Supermärkte wiederum werden durch große Flurförderfahrzeuge oder auch Routenzüge beliefert.

Im Forschungsprojekt „E|SynchroLog“ wurde das Ziel verfolgt, auch bei hoher Variantenvielfalt einen Großteil der Fertigungsfläche für die Wertschöpfung zu nutzen und diese nicht mit Supermärkten, Zwischen- oder Pufferlagern zu belegen. Dazu wurde eine Methodik entwickelt, welche die Materialversorgung unter Verzicht auf die platz-, energie- und ressourcenverbrauchenden Supermärkte ermöglicht. Der innovative Ansatz besteht hierbei darin, die Vorteile der Materialbereitstellung, bspw. durch Routenzüge/Milkruns, mit den Möglichkeiten intelligenter Sensorik, Industrie-4.0-fähiger PPS-/ERP-/MES-Systeme, eKanban-Lösungen derart zu verknüpfen, dass die Intralogistik ohne innerbetriebliche Zwischenlager auskommt und möglichst (energie-)effizient arbeitet. Dies umfasst überdies zur Optimierung des Gesamtsystems nicht nur die innerbetriebliche Materialversorgung, sondern auch die externe Supply Chain. Zur Unterstützung der Planung und Steuerung solcher Versorgungssysteme wird ein entsprechender Routenplanungsalgorithmus zur Integration in ein Planungstool entwickelt.



Vorgehen zur (energie-)effizienten Gestaltung innerbetrieblicher Materialflusssysteme. Quelle: Mario Serno

Prof. Dr. Peter Schuderer
Wirtschaftsinformatik und Logistik

Toni Donhauser, M.Sc.
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Lukas Baier, M.Sc.
Wissenschaftlicher Mitarbeiter



E|SynchroLog

The research project E|SynchroLog pursues the goal to use a large proportion of the production area for warehouse stockage, even for a high variety of materials, by dispensing with the customary “supermarkets”, intermediate or buffer stocks. For this purpose, a methodology has been developed which allows for an efficient material that may in the long run replace the space-, energy- and resource-consuming supermarkets. The innovative approach is to combine the advantages of the material supply with, for example, tow trains/milkruns, with the capabilities of intelligent sensor technology, industry 4.0-capable PPC/ERP/MES systems or eKanban solutions in such a way that the intralogistics work efficiently without any in-plant intermediate stock. To optimise the overall system, this includes furthermore not only the internal material supply, but also the external supply chain. In order to support the planning and control of such supply systems, a corresponding route planning algorithm to be integrated into a planning tool is being developed.

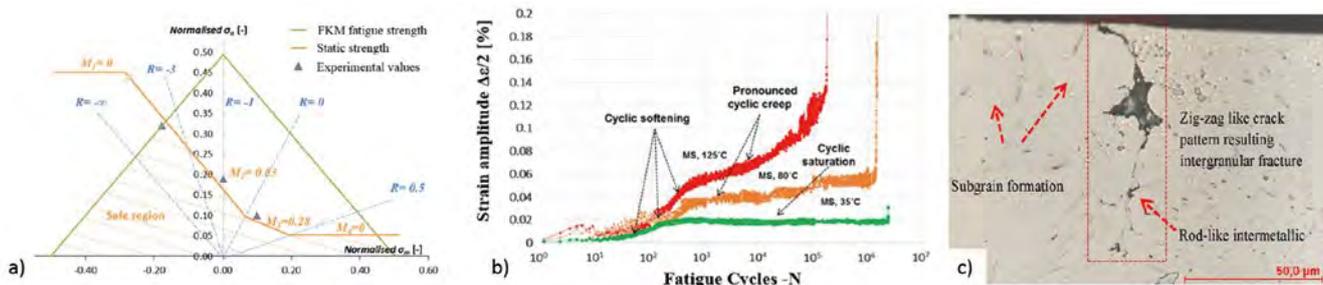
Entwicklung eines Simulationsmodells von Löt Nähten zur Beschreibung und Validierung des Hochtemperaturverhaltens von Lotwerkstoffen

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Tetzlaff
Technische Entwicklung im Fahrzeug-
und Maschinenbau

Prof. Dr.-Ing. Manuela Waltz
Technische Mechanik und
Mehrkörpersysteme

Prof. Ulrich Tetzlaff und Prof. Manuela Waltz forschen im Kompetenzfeld Werkstoff- und Oberflächentechnik am Thema Zuverlässigkeit von Lotwerkstoffen für elektronische Komponenten. Eine besondere Bedeutung erfährt dieses Thema, da Lotverbindungen in Fahrzeugen immer kleiner und vielfältiger ausgeführt werden, wodurch unabhängig von der Antriebsart das Ausfallrisiko steigt. Gleichzeitig fand in den letzten Jahren eine Verkürzung der Entwicklungsdauer statt, wodurch sich reine Komponentenversuche nicht mehr als zielführend erweisen, da für jede Änderung des Designs aufwändige Qualifikationen notwendig werden.

Die THI entwickelte ein Verfahren, Werkstoffkennwerte für die Simulation von Elektronikkomponenten mit Hilfe von Laborproben zu bestimmen. Die mit Hilfe von Kriech- und Wöhlerversuchen ermittelten Kennwerte finden Verwendung in einem Kriech- und Schwingfestigkeitsmodell, die wiederum FE-Modelle speisen, um das Bauteilverhalten vorherzusagen^{1,2}.



a) Haigh Diagramm mit der Verwendung der FKM-Richtlinie; b) Wechselverformungskurve bei unterschiedlichen Temperaturen; c) Einfluss der Mikrostruktur auf die Rissinitiierung



Development of a simulation model of solder joints for the description and validation of the high-temperature behaviour of solder materials

Prof. Dr. Ulrich Tetzlaff and Prof. Dr. Manuela Waltz are researching the topic of reliability of solder materials for electronic components in the field of materials science. This topic is of particular importance as solder joints in the vehicles are becoming smaller and more varied, which means that the risk of failure increases regardless of the type of drive. At the same time, the development period has been shortened in recent years, which means that exclusively component tests prove to be no longer important, since complex component tests are necessary for every change in design.

THI developed a method to determine the material parameters for the simulation of solder joints using laboratory samples. The characteristic values were determined with creep and fatigue tests for the use in different models, which feed FE models to predict the component behaviour^{1,2}.

Von besonderem Interesse ist das Ermüdungsverhalten bei hohen Zyklenzahlen (HCF), da Vibrationen in den Fahrzeugen zu ähnlichen Belastungen führen. Dabei spielt neben der Untersuchung unterschiedlicher Lastamplituden und Mittelspannungen auch die Auswirkung unterschiedlicher Temperaturen und Kerben eine erhebliche Rolle. Eine Beschreibung der Erkenntnisse über die FKM-Richtlinie für Anwendungen in der Mikroelektronik wird vorgeschlagen (Abb. a). Aufgrund mikroplastischer und thermisch aktivierten Prozesse finden während der Anwendung mikrostrukturelle Vorgänge wie das zyklische Kriechen statt, die die Rissinitiierung beeinflussen (Abb. a und b). Die Analyse zeigt, dass durch die Subkornbildung die Rissausbreitung interkristallin verläuft und sich durch Ausscheidungen verzögert (Abb. c). Die beschriebenen Ergebnisse münden in eine immer genauere Modellierung des Werkstoff- und Komponentenverhaltens ein und treiben die Werkstoffentwicklung zur Erhöhung der Zuverlässigkeit voran.

Referenzen:

- ¹ J. Thambi, U. Tetzlaff, A. Schiessl, K.-D. Lang, M. Waltz, High cycle fatigue behaviour and generalized fatigue model development of lead-free solder alloy based on local stress approach, *Microelectronics Reliability* 66, (2016).
- ² J. Thambi, A. Schiessl, M. Waltz, K.-D. Lang, U. Tetzlaff, Modified constitutive creep laws with micro-mechanical modelling of Pb-free solder alloys, *Journal of Electronic Packaging*, accepted.

Nachwuchsförderung Existenzgründung

5-Euro-Business

Eine Idee und 5 Euro Startkapital: Die Studierenden finden eine Geschäftsidee, entwickeln diese im Team weiter und setzen ihre Idee am realen Markt um. Im Oktober 2016 ist der 5-Euro-Business-Wettbewerb an der THI mit sieben Gründerteams gestartet. Von App-Entwicklungen bis zum Smart Mirror waren die verschiedensten Ideen vertreten. Das Gründerteam Mirrads mit seiner Idee der Verwendung von Smart Mirrors als innovative Werbefläche in öffentlichen Toiletten konnte die Jury überzeugen. Das Team gewann mit der Idee des „Digital Mirror Advertising“ den ersten Platz im 5-Euro-Business und damit 800 Euro Preisgeld. Platz zwei erreichte das Team AutoGenius: Mit seiner Mobilitäts-App möchte das Team die Zukunft der Mobilität mitgestalten.



Das Siegerteam des 5-Euro-Business in Ingolstadt Wintersemester 2016/2017; Personen von links nach rechts: Florian Benz, Prof. Dr. Walter Schober, Paul Jakob Kaufmann, Peter Stahr, Björn Hubert, Prof. Dr. Martin Bader. Quelle: THI 2017

Kurs Existenzgründung

Im Rahmen des offenen Kurses Existenzgründung wird den Teilnehmern theoretisches und praktisches Wissen zum Unternehmertum vermittelt, insbesondere Kompetenzen zur Verwirklichung einer eigenen Geschäftsidee und zum Aufbau eines Startups. Dazu werden Teams gebildet, die an eigenen unternehmerischen Projekten arbeiten. Sie trainieren Identifikation, Bewertung und Ausschöpfung von unternehmerischen Gelegenheiten, die Entstehung und Umsetzung von Geschäftsmodellen, lernen Ressourcen- und Finanzierungsmöglichkeiten für ein Startup kennen und wenden Elemente des Lean-Startup-Prinzips an. Ziel der Veranstaltung ist, dass die Teilnehmer ein Businesskonzept erarbeiten und in Form eines Elevator-Pitches präsentieren. Dieser Blockkurs ist offen für die Studierenden aller bayerischen Hochschulen.



Bayernweiter THI-Existenzgründer-Kurs an der THI

Prof. Dr. Martin Bader

Leiter Center of Entrepreneurship



Promotion for young academics in business start-ups 5-Euro-Business

There's one idea and there are 5 Euro seed capital to start with: Participating students have to develop their idea and get it going for the real market. In October 2016, the contest started with seven THI-teams and their start-ups. There were an app-developer-team, a smart mirror team, and several others. The Mirrads team with their idea to use smart mirrors on public toilets as innovative advertising space convinced the jury and rewarded them 800 Euro of prize money.

Prof. Dr. Martin Bader

Leiter Center of Entrepreneurship



Seminar on setting up businesses

In the course of the open seminar, expertise in theory and best practice models in entrepreneurship are passed on to participants with the goal to put into effect their own business projects. Teams train evaluation and identification, they implement their own business models and learn all about opportunities for funding and financing. This compact course is open to all students from Bavarian universities.

Gründerpreis Ingolstadt

Regionaler Gründerpreis-Wettbewerb für die nächsten fünf Jahre gesichert

Prof. Dr. Robert Wittmann
Existenzgründung und
Innovationsmanagement

Prof. Dr. Michael Jünger
Business Consulting und
Management



Die Preisträger des Gründerpreis Ingolstadt (GPI) bei der Verleihung. Quelle: Sparkasse IN

Seit 2011 wird der Gründerpreis Ingolstadt (GPI) als Gemeinschaftsinitiative der THI, der Sparkasse Ingolstadt Eichstätt, des Donaukuriers, des Existenzgründerzentrums Ingolstadt (EGZ) und der IFG Ingolstadt durchgeführt. Der Wettbewerb bietet Gründern Möglichkeiten für Kompetenzentwicklung und Networking in der Gründerszene.

Der GPI ist ein Instrument zur Förderung von Personen und Teams, die ein Unternehmen gründen möchten, eine Unternehmensnachfolge antreten oder innovative Geschäftsideen in bereits existierenden Unternehmen umsetzen wollen. Neben attraktiven Sach- und Geldpreisen erhalten die Teilnehmer Hilfe bei der Erstellung eines Businessplans für ihre Geschäftsidee sowie kontinuierliche Unterstützung und Beratung bei den ersten Schritten ins Unternehmertum.

Unabhängig von einer Prämierung bietet der Gründerpreis Ingolstadt allen Teilnehmern die Möglichkeit, Kontakte zu Kapitalgebern, Anwälten, Beratern usw. zu knüpfen und kostenlose Seminarveranstaltungen zu gründungsrelevanten Themen wie Finanzierung, Rechtsformfragen usw. zu besuchen. Dazu finden regelmäßig Informationsveranstaltungen statt.

Die THI stellt mit den Professoren Dr. Robert Wittmann (Existenzgründung und Innovationsmanagement) und Dr. Michael Jünger (Business Consulting und Management) eigene Experten für die Jury und als Businessplan-Coaches für die Bewerber zur Verfügung. Auch in der Prämierungsrunde 2016/17 konnten Studierende der THI mit ihren Gründungsideen teilnehmen und in der Kategorie „Wissenschaft und Hochschule“ ausgezeichnet werden.



Entrepreneurship Prize Ingolstadt

The Entrepreneurship Prize (GPI) has been a cooperative project between THI, the Sparkasse Ingolstadt Eichstätt, the Donaukurier newspaper, EGZ and IFG since 2011. The competition offers would-be businessmen and women the one-of-a-kind chance to develop their ideas and network with fellow entrepreneurs.

The GPI is an instrument to support individuals and teams who want to found a start-up, succeed in a company or implement innovative business ideas in existing companies.

Besides attractive cash and non-cash prizes for the winner (in total up to 10,000 euros), all participants receive assistance in the preparation of their business plan as well as continuous support and consulting for their first steps as entrepreneur.

Digitales Gründerzentrum Ingolstadt



Das Digitale Gründerzentrum (DGZ) im Kavalier Dallwigk

Dr. Franz Glatz
Geschäftsführer Digitales Gründerzentrum
für die Region Ingolstadt GmbH

Ende Juni 2016 hat die Bayerische Staatsregierung den Antrag für das Digitale Gründerzentrum (DGZ) im Kavalier Dallwigk genehmigt. Im September wurde die Gründung des DGZ notariell besiegelt. Aktuell sind 14 Gesellschafter am DGZ beteiligt, darunter neben den Unternehmen Audi, Media-Saturn, Continental und HERE auch die Stadt Ingolstadt sowie die angrenzenden Landkreise, der Donaukurier, das Klinikum, die INVG, comingolstadt, die Sparkasse Ingolstadt und die Bauer AG. Wichtige Partner sind außerdem die IHK, HWK, KU sowie die THI.

Mit dem DGZ soll die Region Ingolstadt bei der Gestaltung der Herausforderungen der Digitalisierung nachhaltig unterstützt und die Wirtschaftsstruktur in der Region durch eine aktive Startup-Szene im digitalen Bereich direkt und über deren Vernetzung mit bestehenden Unternehmen indirekt gestärkt werden. Der Fokus des DGZ liegt auf dem Aufbau einer Gründerszene mit Ausrichtung auf digitale Anwendungen, insbesondere im Mobilitätsbereich.

Parallel zu den baulichen Aktivitäten wurde unter Beteiligung der THI auch der Aufbau des DGZ inhaltlich vorangetrieben. So konnte ein Interimsstandort in der Innenstadt gefunden, die formalen Anträge bei der Regierung von Oberbayern eingereicht sowie mit Dr. Franz Glatz ein erfahrener Gestalter der deutschen Start-Up-Szene als Geschäftsführer gewonnen werden.

Als Hochschule mit starkem Fokus auf dem Thema Entrepreneurship ist der THI das Digitale Gründerzentrum ein wichtiges Anliegen. So können den Studierenden und Wissenschaftlern direkt am Campus vielfältige Entwicklungsperspektiven und breit gefächerte Unterstützungsangebote für Startup-Aktivitäten angeboten werden.

Durch die Nähe des DGZ zur THI kann die Hochschulinfrastruktur auch von den jungen Start-Ups genutzt werden. In neuen Innovations- und Kreativräumen können Studierende und Startups ihre Gedanken und Ideen weiterentwickeln.

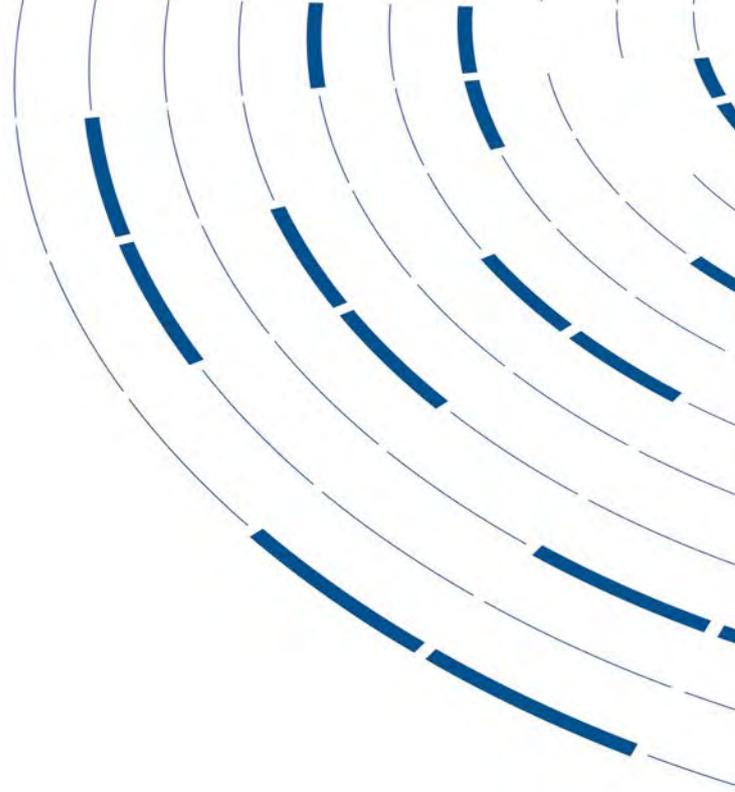


Centre of Digital Entrepreneurship (DGZ)

By end of September the foundation of the Centre of Digital Entrepreneurship (DGZ) was officially notarised. The DGZ currently consists of 14 shareholders, including companies like Audi, Media Saturn and HERE as well as the City of Ingolstadt and adjacent communities.

The DGZ is supposed to sustainably support the region of Ingolstadt what concerns the challenges of digitalization. The focus of the DGZ is on building a structure of entrepreneurs with a clear focus on digital applications for the mobility sector.

Prof. Schober, THI president, is very pleased about the close connection between DGZ and the university. "With our own strong focus on entrepreneurial activities, the DGZ is of utmost concern and importance for us. We are happy that we will be able to offer our students and scientists a wide scope of supporting options for their start-up-ideas and projects".





Weitere Forschungsprojekte

Further research activities

Bildungsforschung

Educational research

Konferenzen

Conferences

Virtual Reality

Um die Leistungsfähigkeit existierender VR-Systeme aus Industrie und Forschung besser beurteilen zu können, entwickelt die Technische Hochschule Ingolstadt neue Methoden und Systeme zur Latenzmessung und führt Untersuchungen zur Echtgrößendarstellung durch.

Prof. Dr. Thomas Grauschopf
Technische Informatik und Betriebssysteme

Armin Becher, B.Sc.
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Virtual Reality

In jüngster Vergangenheit hat Virtual Reality (VR) vor allem durch den rasanten technologischen Fortschritt im Bereich der Computerhardware wieder stark an Popularität gewonnen.

Um VR technisch umsetzen zu können, ist eine Kombination aus Ein- und Ausgabegeräten erforderlich. Sensoren detektieren die Position sowie die Aktionen des Benutzers und leiten diese an einen für die Simulation der virtuellen Welt zuständigen Computer weiter. Die Aufgabe der Ausgabegeräte ist es, die Sinneseindrücke des Benutzers mithilfe der von den Sensoren erhaltenen Daten zu manipulieren.

Problemstellung

Bei der Erfassung und Ausgabe der Daten kommt es systembedingt zu Verzögerungszeiten. Bei der visuellen Ausgabe spricht man dabei von der sogenannten motion-to-photon Latenz. Ist diese Latenzzeit hoch, so wird sie vom Betrachter als störend empfunden und kann im schlimmsten Fall Übelkeit hervorrufen. Dieses Phänomen wird als Simulatorkrankheit bezeichnet und tritt auf, weil sich vestibulärer und visueller Sinneseindruck des Betrachters widersprechen¹.

Neben dem Phänomen der Simulatorkrankheit führen hohe Latenzzeiten auch dazu, dass der Immersionsgrad sinkt und das natürliche Interagieren mit der virtuellen Welt erschwert wird. Bei kollaborativen VR-Anwendungen kann das dazu führen, dass ein koordiniertes Zusammenarbeiten nicht mehr möglich ist und es zu Missverständnissen zwischen den verschiedenen Benutzern kommt.

Eine weitere Herausforderung bei VR-Geräten ist die Eigenschaft, Gegenstände in der virtuellen Welt so darzustellen, dass diese in der vom Betrachter erwarteten Größe wahrgenommen werden. Dabei spielen Pupillenabstand und Kalibrierung des Trackingsystems eine Rolle. Wenn die virtuelle und reale Welt gut aufeinander abgestimmt sind, können bei Projektor-basierten VR-Systemen getackte reale Gegenstände nahtlos in die virtuelle Welt integriert werden. Die Echtgrößendarstellung mit VR-Geräten spielt vor allem bei virtuellen Design Reviews und Usability-Untersuchungen eine große Rolle. Falls die Größenverhältnisse falsch wahrgenommen werden, kann das zu falschen Rückschlüssen und Fehlentscheidungen führen.

Lösungsansätze

Im Labor für Virtual Reality und Simulation an der THI wird derzeit an neuen Methoden geforscht, um die Latenzzeiten in VR-Systemen besser messen und kontrollieren zu können. Auch Methoden zur Feststellung kritischer Parameter bei virtueller Echtgrößendarstellung werden derzeit untersucht.

Die Abb. zeigt einen Messaufbau, der es erlaubt die motion-to-photon Latenz von VR-Anlage mit Projektionssystem zu messen. Mittels einer preisgünstigen Hochgeschwindigkeitskamera lassen sich sowohl das getrackte reale Objekt als auch ein virtuelles Target aufzeichnen. Mittels eines Bildanalysetools ist es anschließend möglich die schwankende Gesamtlatenz des VR-Systems zu ermitteln.



Virtual Reality

To better assess the performance of existing VR systems in industry and science, *Technische Hochschule Ingolstadt* is developing new methods and systems to measure latency and analyse how to display real proportions with various VR technologies.

Immersive interactive virtual environments are gaining increasing popularity due to the fast pace of development in Virtual Reality technologies. Although the performance of VR has become much better in recent years, there are still some challenges that need to be faced when building such systems.

One of the challenges with VR is latency. High delays between tracked motion and the corresponding display output results in less immersive VR experiences and induce motion-sickness. *Technische Hochschule Ingolstadt* is developing new methods to measure and control those delays.

Another challenge with current VR systems is the presentation of real proportions inside the virtual world. For design reviews and usability studies it is indispensable to perceive the virtual world in the right scale. Otherwise false conclusions are drawn which might lead to wrong decisions in the early development process. Therefore the THI examines new methods to evaluate the real-scale capability of VR systems.

Auch im Bereich der Echtgrößendarstellung konnten bereits erste Ergebnisse erzielt werden. Dazu wurde ein 3D-Würfel konstruiert, um so die Überlagerung von realen und virtuellen Objekten untersuchen zu können. Durch eine Feinjustierung der Simulationsparameter konnte die optische Überlagerung von realen und virtuellen Objekten stark verbessert werden.

Ausblick

Das VR-Labor ist bereits jetzt mit aktuellster Virtual Reality Hardware ausgerüstet und wurde im März 2017 auch um eine stereoskopische Vier-seitenprojektionsanlage (eine sogenannte CAVE) erweitert. Auch in Zukunft wird weiter zum allgemeinen Thema Qualitätssicherung bei der Darstellung virtueller Welten geforscht. Dabei sollen neue und einfach durchführbare Messmethoden entwickelt werden, die es erlauben verschiedenste VR-Systeme hinsichtlich allgemeiner Qualitätskriterien besser bewerten zu können.



Latenzmessaufbau Powerwall

Referenzen:

- ¹ J. Jerald, *The VR book: Human-centered design for virtual reality, first edition ed., ser. ACM books*. San Rafael: Morgan & Claypool, 2016, vol. 8.

Digitalisierungsmotor Geschäftsprozessmanagement

Dynamic Data Layer:
Prof. Dr. Werner Schmidt
Wirtschaftsinformatik



Projekt Power Exchange:
Prof. Dr. Cornelia Zehbold
Wirtschaftsinformatik/Informationssysteme



Gamification im BPM:
Prof. Dr. Werner Schmidt
Wirtschaftsinformatik

Bahar Taspinar
Wissenschaftliche Mitarbeiterin

Die Professoren Werner Schmidt und Cornelia Zehbold forschen auf dem Gebiet Geschäftsprozessmanagement. Im Fokus steht dabei auch dessen Rolle bei der digitalen Transformation. Die durchgängig digitale Abwicklung der Geschäftsprozesse beschreibt eine erste Phase der Digitalisierung, gefolgt von neuen digitalen Produktfunktionen, welche neue oder veränderte Prozesse erfordern. Weitere Entwicklungsstufen umfassen rein digitale Produkte, Services und Geschäftsmodelle, wiederum mit signifikantem Einfluss auf die damit verbundenen Geschäftsprozesse.

Erfolgreiches Geschäftsprozessmanagement gilt deshalb als Rückgrat und Treiber der Digitalisierung. Es kombiniert das Managementkonzept für kontinuierliches (Re-) Design, Implementierung, Ausführung und Monitoring von Prozessen mit der adäquaten und fortschrittlichen IT-Unterstützung dieser Managementaufgaben. Der IT-Unterstützung kommt besondere Bedeutung zu, weil im Zuge der Digitalisierung vermehrt softwarebasierte Services auf der Grundlage intelligent genutzter und verknüpfter Daten (Smart Data, Semantic Networks) entstehen. Ausgewählte Aktivitäten im skizzierten Kontext sind:

Dynamic Data Layer

Erschließung, Management und Aufbereitung der mCloud-Daten zu einem einheitlichen dynamischen Data Layer für die Entwicklung von Anwendungen zur Prozessunterstützung (Antragstellung im Förderprogramm mFund des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)). Die sogenannte mCloud des BMVI stellt derzeit über 270 umfangreiche Quellen mit Mobilitäts-, Geo- und Wetterdaten unterschiedlichster Anbieter und inhaltlicher Kategorien bereit. Im Projekt soll ein Lösungskonzept für eine einheitliche, dynamische Datenschicht über den heterogenen Datenquellen erarbeitet werden. Diese soll es Anwendungsentwicklern ermöglichen, Services zur Prozessunterstützung zu gestalten.

Projekt Power Exchange

Im Rahmen einer Projektlehrveranstaltung hat eine interdisziplinäre Projektgruppe der Fakultät Maschinenbau ein Kommunikationsmodell für ein komplexes Energiemanagementsystem prototypisch entwickelt und getestet. Das Szenario sollte es Privatpersonen ermöglichen, den Energieaustausch zwischen einem Elektroauto und einem Smart-Home inklusive Photovoltaik-Anlage zu steuern. Im Vordergrund stand die dafür nötige Kommunikation aller beteiligten Komponenten, die mit Hilfe eines Software-Prototypen modelliert wurde. Zum Einsatz kam dabei die Methodik des Subjektorientierten Prozessmanagements (S-BPM), welche explizit darauf abstellt, wie beteiligte Elemente bei der Abwicklung von Prozessen interagieren und sich verhalten.

Gamification im Business Process Management (BPM)

Ein Dissertationsprojekt befasst sich mit Fragestellungen, inwieweit sich Gamification nutzbringend im Business Process Management (BPM) einsetzen lässt. Forschungsfragen sind bspw., bei welchen BPM-Teilaktivitäten und unter welchen Voraussetzungen welche Spielmechanismen erfolgversprechend sind. In einem ersten Schritt wurde ein Brettspiel zur Vermittlung von Grundlagen zum Geschäftsprozessmanagement und einschlägigen Methoden wie ARIS, BPMN und S-BPM entwickelt und evaluiert.



Business Process Management as Digitalisation

Driver

Prof. Dr. Werner Schmidt and Prof. Dr. Cornelia Zehbold are conducting research in the area of Business Process Management (BPM). One of the topics in focus is the role BPM plays in the context of digital transformation.

Successful Business Process Management can be considered as a backbone and driver of digitalisation. It combines the management approach to continually (re-) design, implement, execute and monitor processes with adequate and advanced IT support of these management activities.

Projects in various states (finished, running) include

- Design of a dynamic and unique data layer above the heterogenous data sources of the mCloud of *Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)*.
- Developing a prototype communication model for a complex energy management system that allows the control of the power exchange between e-car and smart home environment. The model was realised and tested with a software prototype based on the Subject-oriented BPM approach (S-BPM).
- The dissertation project ‚Gamification in BPM‘ explores how game mechanisms can beneficially support the various activities of the BPM lifecycle.

OHO – Offene Hochschule Oberbayern

Verena Sennfelder

Tel +49 841 9348-1505

Verena.Sennfelder@thi.de



Das Bildungsforschungsprojekt OHO ist Teil der bundesweiten Förderlinie „Aufstieg durch Bildung“ und findet im Verbund mit der Hochschule München statt. In der ersten Phase des Projekts wurde verstärkt auf individuelle Bedarfe von berufsbegleitend Studierenden eingegangen, vorrangig durch die Entwicklung und Implementierung neuer Studienformate. Dabei spielten die Anrechnung von bereits erworbenen Kompetenzen, Studienzeitmodelle und die didaktische Konzeption der Studienangebote eine zentrale Rolle. Ziel ist es flexibles und zielgruppengerechtes Studieren für nicht-traditionell Studierende zu ermöglichen.

Seit April 2015 wird im zweiten Teil des Projekts die Perspektive um die institutionelle Verankerung der Ergebnisse aus der ersten Phase erweitert. Die Kernfrage aller Arbeitspakete des Projektes ist: Was brauchen die Hochschulen, um bereits entwickelte Angebote nachhaltig anbieten zu können? Große Chancen für die Integration von nicht-traditionell Studierenden in den Hochschulalltag liegen in der Digitalisierung von Bildungsprozessen. Blended Learning Elemente im Lehr- und Lernprozess bieten neben der Flexibilisierung von Rahmenbedingungen des Lernens auch neue Möglichkeiten für selbstgesteuertes Lernen. Digitale Lernumgebungen können Selbstlernphasen strukturieren und den Kompetenzerwerb von Studierenden gezielt unterstützen. OHO fokussiert neben der Digitalisierung der Lehre die digitale Abbildung von Hochschulprozessen, welche aus institutioneller Sicht eine besonders hohe Relevanz für den organisatorischen Öffnungsprozess der Hochschulen haben.

Hierbei spielt die IT-gestützte Abbildung von flexiblen und modularen Studienangeboten eine große Rolle. Über die inhaltliche Konzeption von kleinteiligen Studienformaten hinaus ist deren effiziente Verwaltung eine entscheidende Voraussetzung um diese erfolgreich anzubieten.

Weiterhin soll der komplexe Prozess der Kompetenzanrechnung durch IT unterstützt werden. Hier liegt der Fokus auf der Programmierung eines IT-Tools, welches Anrechnungspotenziale von beruflich qualifizierten Studierenden transparenter machen und den Prozess vereinfachen soll. Eine weitere Aufgabe des Projektes ist die Entwicklung und Erprobung von Formaten zur Weiterbildung von Lehrenden und die Erforschung von Anreizen für Lehrenden zur Teilnahme an dem didaktischen Weiterbildungsangebot.



Open University of Upper Bavaria (OHO)

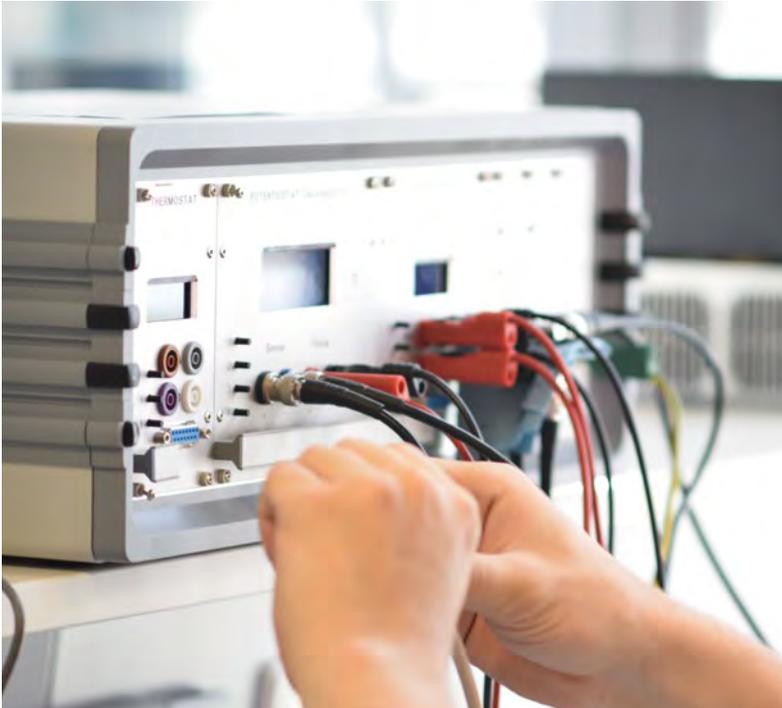
The cooperative project “Open University of Upper Bavaria” (OHO) does educational research and is part of the research promotion “Advancement through education”, carried out by the German Federal Ministry of Research. The first phase of the project focused on the individual needs of qualified professionals, non-traditional, and migrant students and the development of new degree programs. The second phase of the project started in April, 2015 and deals with institutional needs, structures and processes which are necessary to offer the degree programs of the first phase in a sustainable way. The project develops environments for digital learning and new approaches for the administration of flexible and modular study concepts. Figuring out the IT requirements of the university administration is one main objective. Furthermore, the project addresses the recognition of prior learning, further didactically education for lecturers and incentives to participate in these offers.



Übersicht Projekt „Offene Hochschulen Oberbayern“ (OHO)

Bildungsforschung rund um die Elektromobilität

Schaufenster Elektromobilität Bayern-Sachsen



Neues Batterietestsystem für den Einsatz im Energiespeicher-Praktikum. Studierende stärken ihr Grundverständnis für elektrochemische Speicher und erfahren praktisch das Verhalten von Zellen. Quelle: THI

Die Bildungsinitiative „Schaufenster Elektromobilität“ Bayern-Sachsen hat im Bereich Elektromobilität Qualifizierungsangebote entwickelt, die vom Bundesministerium für Bildung und Forschung mit rund 3,4 Mio. Euro gefördert wurden. Partner der THI im Projekt waren die Westsächsische Hochschule Zwickau, die Technischen Universitäten München, Chemnitz und Dresden sowie die Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Im Rahmen des Verbundprojekts sind ein berufsbegleitender Bachelor- und ein berufsbegleitender Masterstudiengang „Elektromobilität“ entstanden. 73 Prozent der Bachelorstudierenden sind sogenannte „First-Generation-Students“ aus nichtakademischen Elternhäusern.

Die THI entwickelte ein Batterie-Testsystem, das die Durchführung diverser Versuche ermöglicht, die bisher nur an mehreren Spezialgeräten möglich waren. Das System unterstützt den galvanostatischen und potentiostatischen Betrieb in Versuchen mit kleineren Einzelzellen bis ca. 600 mAh. Ströme und Spannungen können zeitabhängig gesteuert in eine Zelle eingepreßt und auch gemessen werden. Der Spannungsbereich ist symmetrisch aufgebaut für Messungen von -12 V bis 12 V, wobei Ströme bis zu 8 A entladend und 4 A ladend bereitgestellt werden. Temperaturabhängige Versuche können von -25 bis +50 Grad Celsius durchgeführt werden. Das Gerät kann in Zukunft nicht nur im berufsbegleitenden Studium, sondern auch in der grundständigen Lehre und für wissenschaftliche Zwecke eingesetzt werden.

Florian Lohrentz

Kaufmännischer Leiter des Instituts
für Akademische Weiterbildung
Tel. +49 841 9348-1470
Florian.Lohrentz@thi.de



Electric Mobility Showcase

Within the cooperative research project “Academic Educational Initiatives in Electromobility Bavaria-Saxony” the Institute for Executive Education (IAW) at Technische Hochschule Ingolstadt has developed a new programme of Bachelor’s and Master’s level professional education in the field of electromobility, which was supported financially with around 3.4 million euros from the Federal Ministry for Education and Research (BMBF). Project partners included Chemnitz University of Technology, Dresden University of Technology, Friedrich Alexander University Erlangen-Nürnberg, and Technical University Munich. The new degree programmes make experts and executives available to the labour market. They were evaluated positively relating to organisation and support, practical orientation and didactics and methodology. The programmes contain a project module in which teams of students are challenged to solve actual problems. Another aim of the research project was to develop a new battery test system. It enables students to undertake a number of experiments that were previously only possible using specialised scientific apparatuses.

Netzwerk Qualifizierung Elektromobilität

Analyse der akademischen Aus- und Weiterbildung im Kontext der Elektromobilität

Prof. Dr. Thomas Doyé
Vizepräsident der THI,
Leiter des Instituts für
Akademische Weiterbildung



Die Elektromobilität gewinnt zunehmend an Bedeutung und konfrontiert die Automobilbranche mit neuen Herausforderungen. Eine bedarfsgerechte Qualifizierung stellt dabei eine zentrale Voraussetzung für die Entwicklung innovativer Produkte und Geschäftsmodelle dar.

Vor diesem Hintergrund analysierte das Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) in Zusammenarbeit mit der RWTH Aachen und der THI im Rahmen des Projektes Netzwerk Qualifizierung Elektromobilität (NQuE) die Bildungslandschaft im Kontext der Elektromobilität.

Im Fokus standen dabei einerseits die Entwicklungen des Qualifizierungsangebotes im akademischen und beruflichen Bereich. Andererseits wurden die perspektivischen Qualifizierungsbedarfe aus Sicht der relevanten Unternehmen ermittelt.

Die Ergebnisse dieses Forschungsprojekts wurden in der NQuE-Konferenz an der THI im März 2017 vorgestellt, bei der auch der parlamentarische Staatssekretär bei der Bundesministerin für Bildung und Forschung, Herr Stefan Müller, zu Gast war. In Podiumsdiskussionen, Workshops und Foren kam es zum fachlichen Austausch zwischen Unternehmen und Hochschulen.

Es wurden akademische Studienangebote dargestellt und deren individuelle Ausgestaltung an den einzelnen Hochschulen in Deutschland verglichen. Im Hochschulforum diskutierten Vertreter das Bildungssystem in Deutschland. Hier wurde deutlich, dass viele Hochschulen das Thema der Elektromobilität in verschiedenen Fakultäten aufgreifen. Ob in der Fahrzeugtechnik, der Energieversorgung oder auch bei der Entwicklung und Analyse neuer Geschäftsmodelle – die häufig geforderte fakultätsübergreifende Zusammenarbeit findet im Bereich der Elektromobilität an vielen Stellen bereits statt. In der intensiven Diskussion waren die Teilnehmer einig, dass Deutschland von einem gesteigerten Gründergeist profitieren würde. Bezüglich der zukünftigen Herausforderungen sahen die Unternehmensvertreter insbesondere einen Qualifizierungsbedarf in einer erhöhten Fähigkeit zum Denken in Systemen und erhöhter IT-Kompetenz in allen Bereichen der Automobilentwicklung und -fertigung. In einem Workshop wurden grundlegende Fragen zum automatisierten Fahren erörtert. Vertreter von Hochschulen und Unternehmen identifizierten und strukturierten gemeinsam relevante Handlungsfelder.



Network Qualification for Electric Mobility

The automotive industry is facing new challenges corresponding to the increasing relevance of electric vehicles. In order to assure a company's leading position in global competition, the qualifications of employees have a fundamental effect on future economic success.

Supported by the Federal Ministry for Education and Research the "Network Qualification for Electric Mobility" has analysed the initiatives in the fields of academic and vocational education. In this context *Technische Hochschule Ingolstadt* is working together with *RWTH Aachen* and the Federal Institute for Vocational Education and Training.

Over the last years, German universities have developed a broad portfolio of qualification offers. This includes new and revised degree courses as well as a specific programme in executive education. However, from the perspective of automotive companies there is still some work to do to make advanced training offered by universities more flexible for participation alongside to daily work.

Conference on Smart Mobility Services (CoSMoS)

Unter dem Leitsatz „Mobilität der Zukunft“ und dem Schwerpunkt auf Services erhält die CoSMoS, die jährlich durchgeführt werden soll, ihr Alleinstellungsmerkmal bei mobilitätsorientierten Veranstaltungen. Die CoSMoS wird in Zusammenarbeit der Technischen Hochschule Ingolstadt (THI) mit dem Cluster Automotive von Bayern Innovativ an der THI veranstaltet. Etwa 150 Teilnehmer aus Industrie und Wissenschaft sowie aus dem öffentlichen Sektor waren im März 2016 sowie im März 2017 gekommen, um sich – sowohl in den Vorträgen als auch in der angegliederten Fachausstellung – über zukunftsweisende Mobilitätslösungen aus Dienstleistungsperspektive auszutauschen. Smartphone, Internet und andere moderne Technologien haben die individuelle Mobilität grundlegend verändert. Die Idee einer Mobilitätsplattform, auf der alle Verkehrsmittel und -träger miteinander vernetzt sind, findet in der Unternehmenswelt rasant Anklang. Die Konsolidierung und Veredelung von Daten aus allen Bereichen der Mobilität stellt die Voraussetzung hierfür dar. Der Nutzer hat hierbei die Möglichkeit mit nur einer Anwendung seinen gesamten Mobilitätsbedarf decken zu können. „Voraussetzung hierfür ist die Kooperationsbereitschaft aller Beteiligten des Mobility Ecosystems“, so THI-Professor Dr. Harry Wagner. Der Professor für Automotive & Mobility Management an der THI Business School, der die CoSMoS seitens der THI initiiert hat, freut sich über die große Resonanz: „Mobilität ist ein Schwerpunktthema der THI. Mit der CoSMoS existiert nun eine Plattform, auf der die neuesten Forschungsergebnisse präsentiert und diskutiert werden können.“

Im Rahmen beider Veranstaltungen stellten Redner von verschiedenen bekannten Mobilitätsunternehmen ihre Ansätze und Geschäftsmodelle vor. Von Studierenden der THI wurden folgende innovative Mobilitätskonzepte vorgestellt:

- PlugU ist eine neue Definition von Automobil. Mittels modularem Baukastenprinzip kann sich das Leasing-Auto, je nach Bedarf vom Zweisitzer in einen Wohnwagen, eine Limousine o. ä. verwandeln.
- Mit BikeIN wurde ein innovatives Bike-Sharing-Konzept zur Optimierung des Fahrradverkehrs in Ingolstadt entwickelt.
- Die Mobility Smart Card Stadt ist die Kombination aus einer Mobilitätskarte und einer App mit dem Ziel Bürger smart von A nach B zu transportieren.

Wesentliche Treiber für die Entstehung innovativer Mobilitätsdienstleistungen sind neben einer Reihe technologischer Möglichkeiten vor allem das geänderte Nutzerverhalten. Städte werden zu neuen Märkten – zukünftige Mobilitätsangebote müssen mit Hilfe technologischer Lösungen ökologisch und intelligent an die infrastrukturellen Voraussetzungen angepasst werden. Das Fahrzeug wird mehr und mehr Bestandteil eines neuen Mobilitäts-Ökosystems mit vielfältigen „Smart Mobility Services“ und neuen flexiblen Geschäftsmodellen, in welchen die verschiedenen Verkehrsträger und -anbieter durch multi- und intermodale Plattformen verbunden sind.

Prof. Dr. Harry Wagner
Automotive & Mobility Management



Prof. Dr. Wagner auf der CoSMoS 2017. Quelle: THI



Conference on Smart Mobility Services

“The future of mobility” with its focus on innovative service offerings was the subject-matter of the CoSMoS conference, where 150 participants representing both corporate and scientific organisations met in March 2016 and 2017 at THI. Prof. Harry Wagner, together with Bayern Innovativ co-founder of the CoSMoS, focussed on new mobility concepts, which are based on new technologies leading towards completely new eco-systems. Innovative service solutions were discussed amongst the participants in a fruitful exchange. Practitioners, students and researchers combined their different views to get new insights. Smart mobility services will consequently change mobility in a disruptive way. CoSMoS contributes to that by providing a platform for all involved parties. Future services and their potential realisations have been considered and discussed with the objective of realisation. Hence new mobility ecosystems will be established including all possible stakeholders.

Dagstuhl-Seminar: Automotive User Interfaces in the Age of Automation

Internationale Experten diskutieren Zukunftsfragen der Interaktion des Menschen mit hochautomatisierten Fahrzeugen

Prof. Dr. techn. Priv.-Doz. Andreas Riener
Human Machine Interface
and Virtual Reality

Automatisiertes Fahren wird unsere Mobilität verändern und Lebensqualität erhöhen, indem wir die Zeit, die wir im Fahrzeug verbringen, für uns nutzen können. Bis zur Einführung von automatisiertem Verkehr sind allerdings noch zahlreiche Probleme zu klären. Um Lösungsstrategien zu entwickeln, trafen sich mehr als 30 internationale Wissenschaftler aus verschiedenen Forschungsbereichen (Mensch-Maschine Interaktion, Kognitionswissenschaft, Psychologie) sowie Experten der Automobilindustrie für eine Woche auf Schloss Dagstuhl. Ziel war die Informatikforschung auf internationalem Spitzenniveau zu fördern. Nur wenige Wissenschaftler weltweit genießen das Privileg, dort zu Zukunftsfragen ihres Fachgebiets zu tagen. Andreas Riener, Professor für Human Machine Interface and Virtual Reality, war einer von ihnen. Gemeinsam mit Prof. Boll (Oldenburg) und Prof. Kun (New Hampshire, USA) hatte Riener die Veranstaltung konzipiert, durch das zweijährige Auswahlverfahren gesteuert, und schließlich moderiert.

Fokus des Seminars war es, aktuelle Probleme zur Interaktion des Menschen mit hochautomatisierten Fahrzeugen zu diskutieren, u. a. Wie kann ein Fahrer kritische Situationen lösen? Wie sehr soll der Mensch der Technik vertrauen? Wie kann sichergestellt werden, dass der Fahrer das Fahren nicht verlernt? Wie sind Fahralgorithmen zu parametrisieren, um den individuellen Fahrstil zu adaptieren und damit zu hoher Akzeptanz bei den Passagieren zu führen? Blickt man etwa 30 Jahre in die Zukunft, so muss bei vollständiger Automatisierung sichergestellt werden, dass die Technik zu 100% – auch in Grenzsituationen – funktioniert. Das gilt besonders im Hinblick auf die Sicherheit von Fußgängern und anderen ungeschützten Verkehrsteilnehmern. Bemerkenswert ist, dass kontroverse Themen wie etwa „der Verlust von Fahrspaß“ oder auch ethische Aspekte neben den technologischen Problemen als wesentliche Herausforderungen für eine erfolgreiche Einführung des automatisierten Fahrens identifiziert wurden. In diesem Themenbereich forscht Andreas Riener als Professor des Forschungs- und Testzentrums CARISSMA. Die Ergebnisse wurden im Dagstuhl-Report 16262 veröffentlicht.



Professor Andreas Riener worked with an international research team on solutions for the future of human interaction with highly automated vehicles

Automated vehicles will change the mobility of the future and make car rides much more comfortable and productive. However, before being launched onto the market, a number of unsettled research questions need to be solved. In this invited seminar, more than 30 experts of various disciplines (such as HCI, cognitive psychology, human factors) and from the automotive industry met for a week at Schloss Dagstuhl. The non-profit centre pursues its mission of furthering world class research in computer science by facilitating communication between researchers.

The aim of the seminar was to work out a research agenda for the transition of UIs, the incorporation of the user in the driver-vehicle feedback loop, models and methodologies to test interaction concepts, or transfer of control/de-skilling. Interestingly, controversial topics such as the loss of driving fun, ethical issues or trust/acceptance in technology were identified, along with pure technical issues, as major problems.



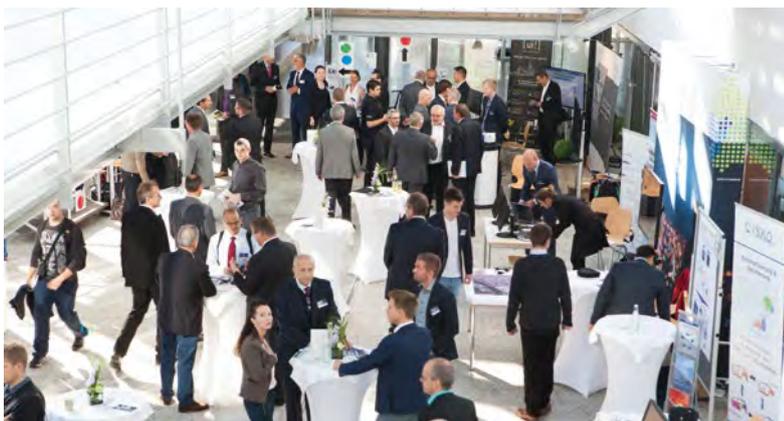
Teilnehmer am Dagstuhl-Seminar 16262 „Automotive User Interfaces in the Age of Automation“, 26.6.-1.7.2016. In der ersten Reihe die Organisatoren (v.l.n.r.): Andreas Riener (Technische Hochschule Ingolstadt), Susanne Boll (Universität Oldenburg), Andrew Kun (University of New Hampshire).

VI-Forum

Ob Produktentwicklung, Mobilität, Bildung, Stadtentwicklung oder Marketing – virtuelle Methoden und Prozesse sind mittlerweile aus den meisten Lebensbereichen und Branchen kaum mehr wegzudenken. Entsprechend ist die Innovationskraft im Bereich Virtualität und Digitalisierung ein entscheidender Erfolgsfaktor für die Entwicklung einer Region. Mit der Gründung des Vereins VI Forum e.V., in dem auch die Technische Hochschule Ingolstadt Mitglied ist, wurde zu Beginn 2016 erstmals eine Institution geschaffen, die virtuelle Innovationen für die Gesamtregion anstößt. Der Verein bündelt die Expertise von regionalen Akteuren zu unterschiedlichen Themenclustern im Bereich der Virtualität. Im Fokus steht dabei in erster Linie die Zusammenarbeit zwischen etablierten Unternehmen und Einrichtungen aus der Region wie beispielsweise dem Digitalen Gründerzentrum, das im Sommer 2017 seinen Betrieb aufnehmen wird.

Am 22. und 23. September 2016 kamen über 250 Experten und Interessierte aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik zum 3. Virtual Innovation Forum an der Technischen Hochschule Ingolstadt zusammen. Die Veranstaltung dient gleichermaßen als Plattform für den fachlichen Austausch als auch als Marktplatz für Projektideen im Bereich der Digitalisierung und virtuellen Innovationen. Die rege Teilnahme von namhaften Experten aus ganz Deutschland unterstreicht die Qualität und den Stellenwert, den die Veranstaltung mittlerweile über die Region hinaus genießt.

Im Ausstellerbereich konnten u. a. unterschiedliche Einsatzmöglichkeiten für Virtual und Augmented Reality besichtigt und erprobt werden, so z. B. Ausschnitte aus einem virtuellen Stadtmodell, über das Standortinformationen aber auch Serviceangebote digital aufbereitet präsentiert werden. Dies war nur eines von vielen Beispielen auf dem VI Forum 2016, das gezeigt hat, wie vielseitig virtuelle Darstellungen unsere Wahrnehmung der realen Umgebung ergänzen und erweitern können. Für Thomas Bauer als Vorsitzenden des VI Forum e.V. besteht genau in dieser regionalen Umsetzungs- und Wertschöpfungsstrategie der Mehrwert des Engagements für den Verein. Digitalisierung und virtuelle Darstellungen werden nicht um ihrer technologischen Faszination willen umgesetzt, sondern dienen der Generierung entsprechender Mehrwerte für den einzelnen Bürger oder das einzelne Unternehmen in der Region.



Teilnehmer des VI-Forums im September 2016. Copyright Ideehoch2

Prof. Dr.-Ing. Thomas Suchandt
Vizepräsident für Forschung

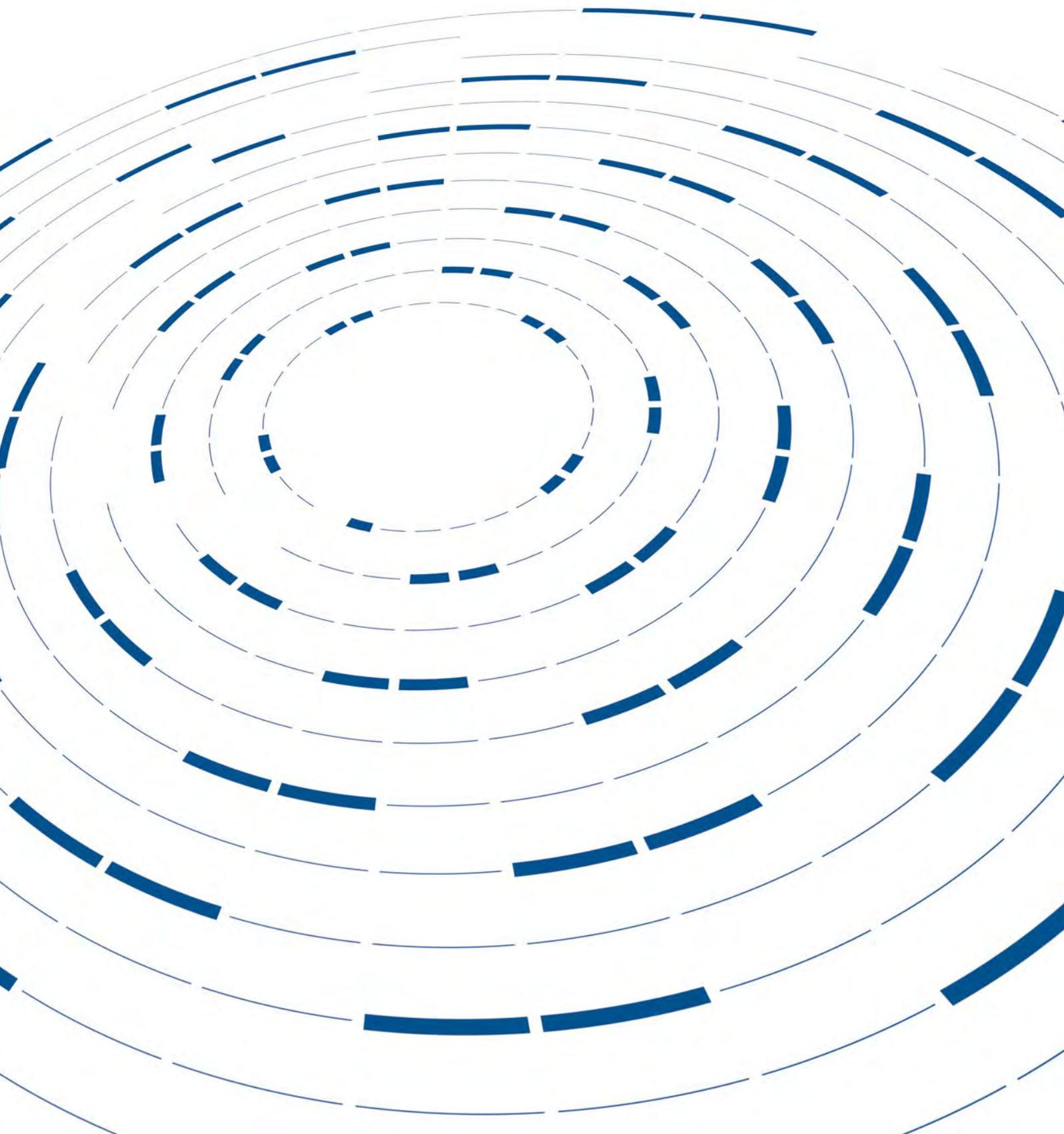
Thomas Bauer
Vorsitzender des Vorstands
VI Forum e.V.

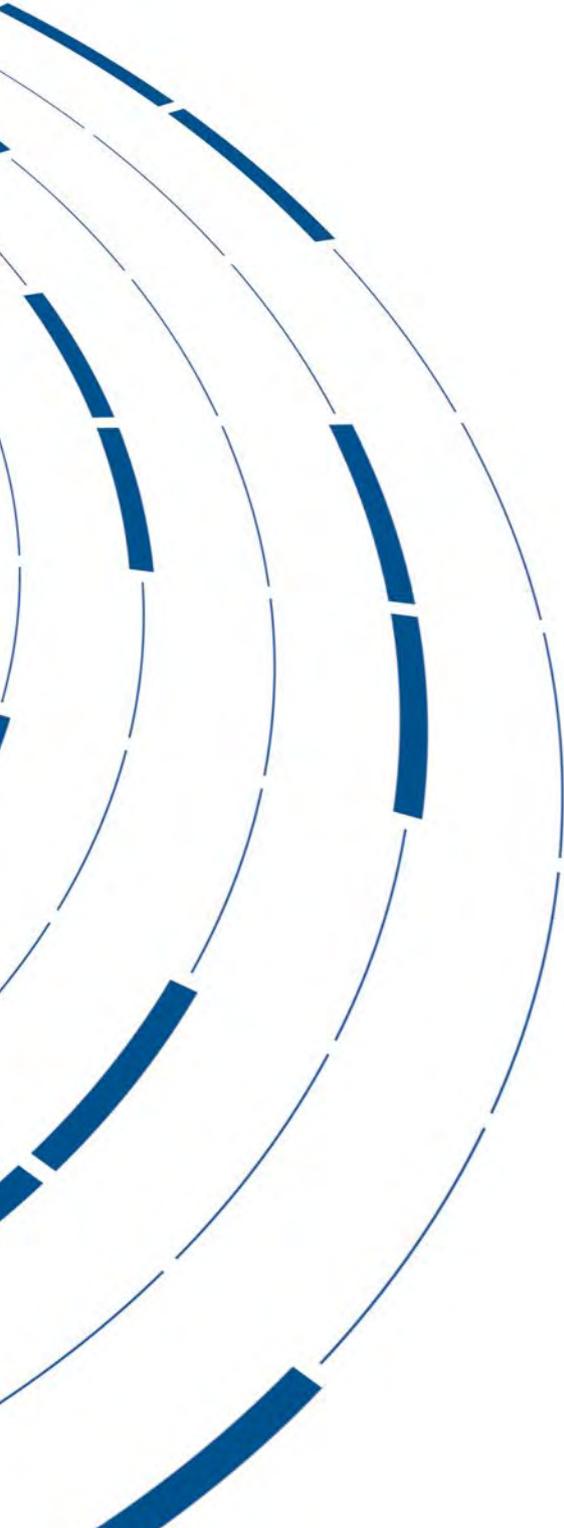


VI Forum

Whether in product development, mobility, education, urban design or in marketing, virtual technology has become indispensable in a range of contexts and applications. Regional development in this burgeoning technology demands innovation in the fields of digitalisation and virtualisation. With the establishment of the VI Forum in 2016, and with *Technische Hochschule Ingolstadt* as a member, foundations for innovation throughout the region were laid.

On Sept. 22 and 23, 2016, over 250 expert players from regional technology clusters and supporters from the private sector, science and politics came to THI to take part in the 3rd Virtual Innovation Forum. The event served as a platform for the exchange of knowledge, while at the same time offering a marketplace for project proposals related to virtual technology and digitalization. Presenters also took the opportunity to demonstrate a range of applications for virtual and augmented reality technologies. For Thomas Bauer, director of the VI Forum, regional applications and valuation strategies make the organisation so valuable.





Promotionen

Dissertations

Graduiertenzentrum – Verbundpromotion

Dr. Elvira Tschardtke

Tel +49 841 9348-6456

graduiertenzentrum@thi.de

Das THI-Graduiertenzentrum fördert und vernetzt die Doktoranden der Hochschule und entwickelt die Promotionsbedingungen und Qualitätsstandards weiter. Es wurde 2013 als zentrale Einrichtung des Zentrums für Angewandte Forschung (ZAF) gegründet.

Die Angebote gliedern sich in die Bereiche Nachwuchsgewinnung, Nachwuchsförderung und Qualitätssicherung. Diese umfassen individuelle Beratungen für promotionsinteressierte Studierende und Doktoranden in jeder Phase der Promotion.

Neben der individuellen Beratung nimmt das Qualifizierungsprogramm einen wichtigen Stellenwert ein. Zum Wintersemester 2015/2016 wurde das auf die Bedürfnisse der Nachwuchswissenschaftler abgestimmte „Promotionsbegleitstudium“ eingeführt. Ziel des Zertifikats ist neben der formalen Verankerungen der Doktoranden an der Hochschule die fachliche sowie überfachliche Weiterbildung der Promovenden zur Vertiefung der Forschungskompetenz und zur Persönlichkeitsbildung.

Im Rahmen der Qualitätssicherung führt das Graduiertenzentrum für die wissenschaftlichen Mitarbeiter z. B. regelmäßig Kurse zum Thema „Gute wissenschaftliche Praxis“ durch. Zur Verbesserung des Promotionsprozesses wurde 2014 an der THI eine Betreuungsvereinbarung für die Durchführung kooperativer Promotionen eingeführt. Seither haben über 50% aller Doktoranden diese gemeinsam mit ihren Betreuern an der THI abgeschlossen.

Eine bayernweite Weiterentwicklung des Promotionsprozesses an Hochschulen für angewandte Wissenschaften stellt die Verbundpromotion im Rahmen des Bayerischen Wissenschaftsforums (BayWISS) dar. Die Eigenständigkeit der kooperativen Promotion in Bayern soll vorangetrieben und eine gleichberechtigte Betreuung der Doktoranden durch Universitäts- sowie HAW-Professoren gewährleistet werden. Gemeinsam mit der TU München und der Hochschule Kempten ist die THI Trägerhochschule des Verbundkollegs „Mobilität und Verkehr“. Das Verbundkolleg wird von allen drei Hochschulen paritätisch geleitet. Bereits im Juni 2016 wurden zwei Doktoranden der TU München und der THI in das Verbundkolleg aufgenommen. Die THI stellt somit bayernweit die ersten Doktoranden der Verbundpromotion.

Weitere Informationen finden Sie unter:

<https://www.thi.de/forschung/graduiertenzentrum/>



Graduate School – “Verbundpromotion”

The Graduate School was established in 2013 as a central institution of the Research Centre (ZAF) at *Technische Hochschule Ingolstadt* and supports doctoral candidates in all phases of their graduate study. It joins doctoral students in a supported network and is responsible for the further development of quality standards. Furthermore, the Graduate School offers a training programme (Certificate “Promotionsbegleitstudium”) that provides technical and “soft skill” trainings for the doctoral candidates.

In order to improve the PhD process in Bavaria in the framework of the “Bayerisches Wissenschaftsforum (BayWISS)” a “Verbundpromotion” was introduced in 2016. The aim of this programme is to achieve an equal supervision by professors from universities as well as universities of applied sciences. In cooperation with TU München and Hochschule Kempten, THI founds the “Verbundkolleg mobility and transport” and delivers the first doctoral candidates in Bavaria.



Angebote des Graduiertenzentrums der Technischen Hochschule Ingolstadt

Erfolgreich abgeschlossene Promotionen am ZAF



Dr.-Ing. Martin Borschlegl

Dr.-Ing. Martin Borschlegl

Martin Borschlegl entwickelte während seiner Dissertation mit Methods-Energy Measurement eine Methode zur Energieplanung für Fügeverfahren im Karosseriebau. Er war von 2010 bis 2016 wissenschaftlicher Mitarbeiter am ZAF bei Prof. Markus Bregulla und Mitinitiator des Kompetenzfelds „production now“. Seine Promotion hat er im Jahr 2016 mit höchstem Prädikat erfolgreich abgeschlossen. Kooperationspartner waren die Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg und die AUDI AG. Seit seiner Tätigkeit an der THI arbeitet er als Projektleiter im Bereich Lieferantenmanagement bei der AUDI AG.



Dr.-Ing. Martin Borschlegl

Martin Borschlegl developed a Methods-Energy Measurement as an approach for sustainable energy planning of manufacturing technologies. From 2010 until 2016, Dr. Borschlegl was a research assistant in the ZAF under Prof. Markus Bregulla and was co-founder of the field of competence “production now“. He completed his doctoral studies with honors. His cooperation partners were Alexander-University Erlangen-Nürnberg and AUDI AG. After leaving THI, he began work as head of the project for supply chain management at AUDI AG.

Dr.-Ing. Johan Hauber

Johan Hauber examined the development of a motorised test method to determine the combustibility of conventional and alternative diesel fuel. Since 2010 he has been a research assistant in the ZAF under Prof. Karl Huber. He completed his doctoral studies in 2016 with honors. His cooperation partner was the University of Rostock. After the successful dissertation Dr. Hauber continues his work at THI.

Dr. Holger Müller

Holger Müller developed a method for the integration of solar thermal systems in industrial process heat supply, focused on food processing industry. From 2008 until 2015 he was a research assistant in the ZAF under Prof. Wilfried Zörner. He completed his doctoral studies in 2016. His cooperation partners were the De Montfort University Leicester, the brewery Herrnbräu and the dairy factory Zott. After leaving THI, he began work as consultant for energy efficiency-networks at VDMA e.V. (Mechanical Engineering Industry Association).



Dr.-Ing. Johann Hauber

Dr.-Ing. Johann Hauber

Johann Hauber beschäftigte sich im Rahmen seiner Dissertation mit der Entwicklung eines motorischen Prüfverfahrens zur Bestimmung der Zündwilligkeit von konventionellen und alternativen Dieselmotoren. Er ist seit 2010 wissenschaftlicher Mitarbeiter am ZAF bei Prof. Karl Huber. Seine Promotion hat er im Jahr 2016 mit höchstem Prädikat erfolgreich abgeschlossen. Kooperationspartner war die Universität Rostock. Auch nach dem Abschluss seiner Promotion setzt Herr Hauber sein erlangtes Knowhow für die THI ein.



Dr. Holger Müller

Dr. Holger Müller

Holger Müller entwickelte während seiner Dissertation eine Methodik zur Integration solarthermischer Systeme in die industrielle Prozesswärmeversorgung mit Fokus auf lebensmittelverarbeitende Betriebe. Er war von 2008 bis 2015 wissenschaftlicher Mitarbeiter am ZAF bei Prof. Wilfried Zörner. Seine Promotion hat er im Jahr 2016 erfolgreich abgeschlossen. Kooperationspartner waren die De Montfort University Leicester, die Brauerei Herrnbräu und die Molkerei Zott. Seit seiner Tätigkeit an der THI arbeitet er als Referent für Energieeffizienz-Netzwerke beim VDMA (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau) e.V. in Frankfurt.

Dr. Tobias Rackow

Tobias Rackow beschäftigte sich im Rahmen seiner Dissertation mit der Erweiterung des Unternehmenscontrollings um die Dimension Energie. Er war von 2013 bis 2015 wissenschaftlicher Mitarbeiter am ZAF bei Prof. Peter Schuderer. Seine Promotion hat er im Jahr 2016 erfolgreich abgeschlossen. Kooperationspartner war die Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg.



Dr.-Ing. Kathrin Sattler

Dr.-Ing. Kathrin Sattler

Kathrin Sattler entwickelte während ihrer Dissertation ein Testsystem für die Absicherung von integralen Fahrzeugsicherheitsfunktionen, das mittlerweile im Serieneinsatz ist. Außerdem erforschte sie innovative Testmethoden und -metriken für den Systemtest des Sicherheitssteuergeräts im Fahrzeug. Sie war von 2010 bis 2014 wissenschaftliche Mitarbeiterin am ZAF bei Prof. Thomas Brandmeier und leitete das Technologiefeld für Testsysteme und den Brasilien-Austausch. Ihre Promotion hat Sie im Jahr 2015 erfolgreich abgeschlossen. Kooperationspartner waren die Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg und die Continental Automotive GmbH. Seit ihrer Tätigkeit an der THI ist sie in der Software- und Funktionsentwicklung im Bereich Motorsport bei der AUDI AG tätig.

**Dr. Tobias Rackow**

Tobias Rackow examined the extension of corporate controlling through the dimension energy. From 2013 until 2015, Dr. Rackow was a research assistant in the ZAF under Prof. Peter Schuderer. He completed his doctoral studies in 2016. His cooperation partner was Friedrich-Alexander-University Erlangen-Nürnberg.

Dr. Kathrin Sattler

Kathrin Sattler developed a test system to ensure integral vehicle safety functions, which is in serial application in the meantime. From 2010 until 2014, Dr. Sattler was a research assistant in the ZAF under Prof. Thomas Brandmeier and led the field of technology for test systems and Brazil exchange programme. She completed her doctoral studies in 2015. Her cooperation partners were Otto-von-Guericke-University Magdeburg and Continental Automotive GmbH. After leaving THI, she began work as software designer and function developer for motorsport at AUDI AG.

Laufende Promotionen



Overview ongoing promotions

Currently there are 94 doctoral candidates member of the Graduate School of *Technische Hochschule Ingolstadt*. 70 of these PhD candidates hold a research associate position at THI, and a further 24 doctoral students are accomplishing an external Ph.D. thesis. 21 researchers of the THI Graduate School are looking for a hosting University with fitting Ph.D. program.

Derzeit werden über das Graduiertenzentrum der Technischen Hochschule Ingolstadt insgesamt 94 Doktoranden betreut. Davon sind 70 Doktoranden als wissenschaftliche Mitarbeiter an der THI angestellt, weitere 24 werden als externe Promovenden geführt. Insgesamt 21 Doktoranden der THI sind derzeit noch auf der Suche nach einer geeigneten Universität zur Durchführung einer kooperativen Promotion.

Auswahl der aktuell laufenden Promotionen an der THI

Wissenschaftliche Mitarbeiter der THI

Doktorand(in)	Forschungsthema	Betreuer(in) an der THI	Kooperierende Universität
Altmanshofer, Simon	Onlinefähige Massen- und Fahrwiderstandsschätzung	Prof. Dr.-Ing. Christoph Endisch	Universität der Bundeswehr München
Baier, Lukas	Steigerung der Ressourceneffizienz durch die proaktive Nutzung von Traceability-Daten	Prof. Dr. rer. pol. Peter Schuderer	Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Beckenbauer, Daniel	Netzgestaltung und Ertragsoptimierung solar-thermisch unterstützter Nahwärmenetze im Geschosswohnbau	Prof. Dr.-Ing. Wilfried Zörner	Technische Universität München
Chaulwar, Amit	Hybride Statistische Lernmethoden für die Embedded-Umsetzung von Sicherheitsfunktionen im Fahrzeug [HySLEUS]	Prof. Dr.-Ing. Michael Botsch	Technische Universität München
Donhauser, Toni	Ressourcenorientierte Regelung der Produktionsabläufe in Kalksandsteinwerken durch betriebsbegleitende Simulation	Prof. Dr. rer. pol. Peter Schuderer	Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Duschner, Thomas	Gestaltung und Analyse der kombinierten solaren Strom- und Wärmeerzeugung für Wohngebäude und -siedlungen	Prof. Dr.-Ing. Wilfried Zörner	Technische Universität München
Ernst, Benedikt	Mikrostruktur und mechanische Hochtemperatureigenschaften von bleifreien Loten auf Zinn-Silber-Kupfer-Basis	Prof. Dr.-Ing. Ulrich Tetzlaff	Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Ernst, Michael	Hierarchisches Multicore Scheduling und dynamische Rekonfiguration in embedded Echtzeit-Softwaresystemen	Prof. Dr. Andreas Frey	Technische Universität Chemnitz
Frison, Anna Katharina	User Experience Evaluation of Automated Systems: Methodical Approaches in Science and Industry	Prof. Dr. techn. Priv.-Doz. Andreas Riener	Johannes Kepler Universität Linz
Halmheu, Reiner	Erkennung und Steuerung von Fahrerlosen Transportfahrzeugen über externe Sensorik	Prof. Dr. Johann Schweiger	Technische Universität Dortmund

Doktorand(in)	Forschungsthema	Betreuer(in) an der THI	Kooperierende Universität
Hanß, Alexander	Entwicklung eines Prozesses für die porenarme und rückstandsfreie Lötung von LEDs für flussmittelfreie Lotpaste und die Erarbeitung einer Zuverlässigkeitsanalyse der Lötverbindung	Prof. Dr. Gordon Elger	Technische Universität Berlin
Hanti, Thomas	Knowledgebase basiertes Scheduling für hierarchisch asynchrone Multi-Core Scheduler im Systembereich Automotive und Avionik	Prof. Dr. Andreas Frey	Technische Universität Chemnitz
Hasirlioglu, Sinan	Sensor and Weather Modeling to Realize a Reproducible Mixed-Reality Test Environment	Prof. Dr. techn. Priv.-Doz. Andreas Riener	Johannes Kepler Universität Linz
Herrmann, Patrick	Optimieren der Nadelwickeltechnik für Statoren mit verteilten Wicklungen	Prof. Dr.-Ing. Christoph Endisch	Technische Universität München
Hiergeist, Sebastian	Advanced Communication Architectures for safety critical Avionics	Prof. Dr. rer. nat. Peter Hartlmüller	Technische Universität München
Hübner, Andreas	Methodology for Testing RFID Applications	Prof. Dr. rer. nat. Christian Facchi	De Montfort University – Leicester
Hufnagl, Christine	Ermittlung des Potentials der Wertschöpfungsoptimierung durch den Einsatz der digitalen Transformation in Krankenhäusern entlang des Patientenpfades	Prof. Dr. rer. pol. Jürgen Schröder	Universität Bayreuth
Kamann, Alexander	Multi-Sensor Fahrzeugumfeldmodell in hoch-dynamischen Fahrsituationen	Prof. Dr.-Ing. Thomas Brandmeier	Technische Universität Chemnitz
Konrad, Susanne	Die Bedeutung der Einweiserbindung für den wirtschaftlichen Erfolg eines Krankenhauses – eine empirische Untersuchung am Beispiel der Region 10	Prof. Dr. rer. pol. Andrea Raab	Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt
Kriegl, Bettina	Patient Engagement in Online Health Communities	Prof. Dr. rer. pol. Andrea Raab	Universität Bayreuth
Leitner, Lukas	Einsatz lernfähiger Systeme bei der End-of-Line-Prüfung von Verbrennungsmotoren	Prof. Dr.-Ing. Christoph Endisch	Technische Universität München
Meier, Tobias	Enhancing task assignment in many-core systems by a situation aware scheduler	Prof. Dr. Andreas Frey	Technische Universität Chemnitz
Müller, Marcus	Prediction of Vehicle Crash-Parameters and Estimation of Quality Measures using Machine Learning	Prof. Dr.-Ing. Michael Botsch	Technische Universität München
Müller, Tino	Systemidentifikation und Regelung von Festigkeitsprüfständen im Automobilbau	Prof. Dr.-Ing. Christoph Endisch	Technische Universität München
Nadarajan, Parthasarathy	Efficient Design and Validation of Vehicle Safety Systems based on Predicted Occupancy Grids and Statistical Learning	Prof. Dr.-Ing. Michael Botsch	MIT University Melbourne
Nebi, Christoph	Electrical Characteristics of Lithium-Ion Cells Above their Operation Range	Prof. Dr. Hans-Georg Schweiger	MIT University Melbourne

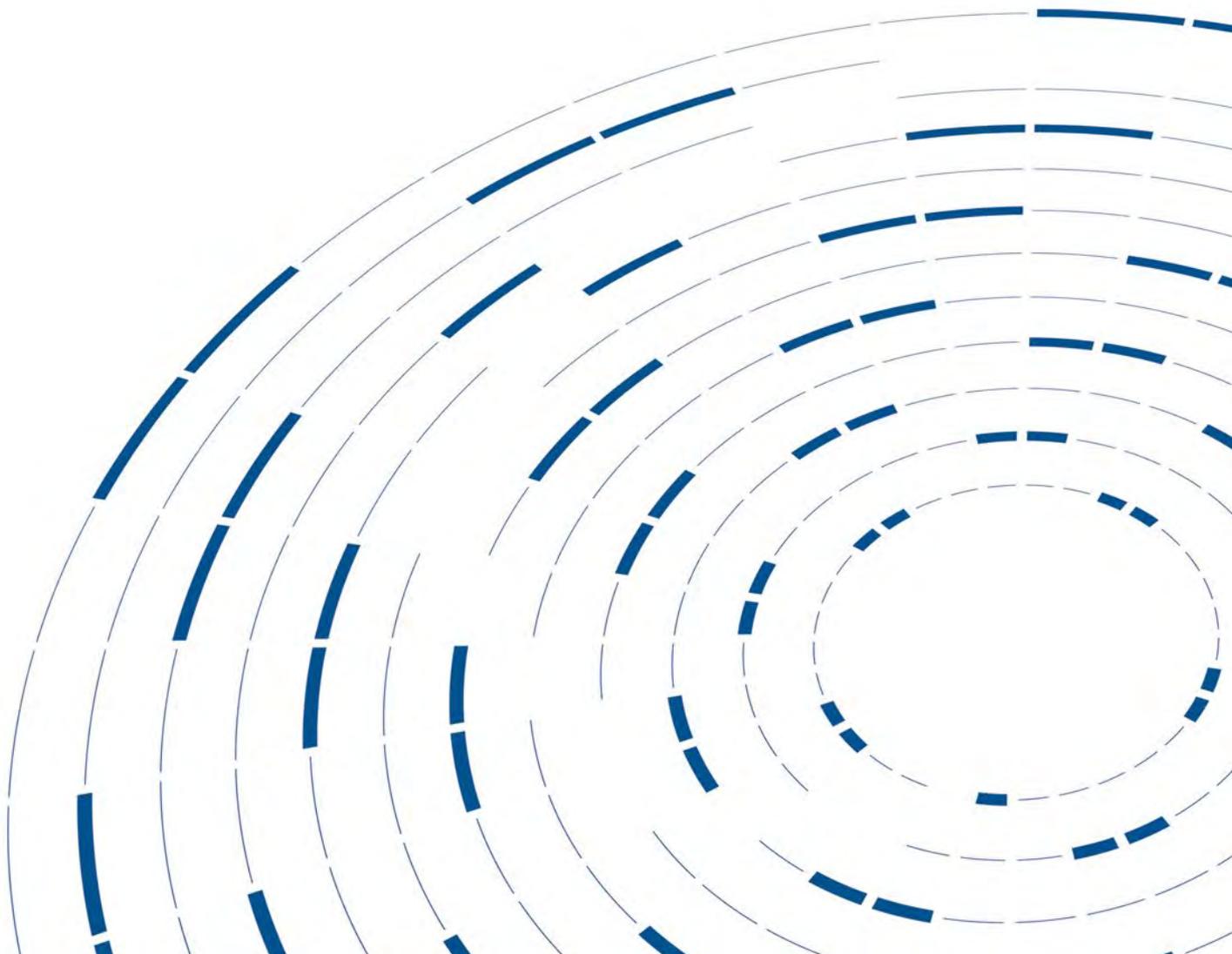
Doktorand(in)	Forschungsthema	Betreuer(in) an der THI	Kooperierende Universität
Riebl, Raphael	Performance Testing of Vehicular Ad Hoc Networks	Prof. Dr. rer. nat. Christian Facchi	De Montfort University – Leicester
Ritzer, Stephan	Berechnung von Vierpunkt-Großwälzlager mittels eines Mehrkörper-simulationsansatzes unter Berücksichtigung der Lagerringverformungen	Prof. Dr.-Ing. Thomas Suchandt	Technische Universität Bergakademie Freiberg
Röttenbacher, Maren	Effiziente Planungsmodelle für die Mensch-Roboter-Kooperation	Prof. Dr. techn. Priv.-Doz. Andreas Riemer	Johannes Kepler Universität Linz
Schumm, Benedikt	Ein wissenschaftsbasiertes Vorgehensmodell zur Einführung von CRM-Systemen in KMU	Prof. Dr. Johann Schweiger	Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt
Schwierz, Andreas	Substantiation of Certification Compliance for MCU-based safety-critical Avionics	Prof. Dr. rer. nat. Peter Hartlmüller	Technische Universität München
Stark, Matthias	Steam Storage for flexible biomass power generation	Prof. Dr.-Ing. Wilfried Zörner	De Montfort University – Leicester
Steger, Fabian	Battery Test System for Practical Student Education regarding Energy Storage Systems	Prof. Dr. Hans-Georg Schweiger	RMIT University Melbourne
Tomanek, Dagmar	Möglichkeiten und Grenzen der Wertschöpfungsoptimierung von medizinischen Dienstleistungen mithilfe der Wertstromorientierung am Beispiel von klinischen Prozessen	Prof. Dr. rer. pol. Jürgen Schröder	Universität Bayreuth
Vögele, Ulrich	Prädiktive Betriebsstrategien	Prof. Dr.-Ing. Christoph Endisch	Universität der Bundeswehr München
Wintersberger, Philipp	Human Factors in Automated Driving	Prof. Dr. techn. Priv.-Doz. Andreas Riemer	Johannes Kepler Universität Linz

Externe Doktoranden

Doktorand(in)	Forschungsthema	Betreuer(in) an der THI	Kooperierende Universität
Eicher, Stephan	Uncovering covert innovation	Prof. Dr. habil. Peter Augsdörfer	Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Kostetzer, Lukas	Ortsaufgelöste Elektrochemie, Modellentwicklung und Simulation der lokalen elektrochemischen und thermischen Prozesse	Prof. Dr. Hans-Georg Schweiger	Technische Universität Ilmenau
Lemos, Georges	Development of new Metal Matrix Composites with superior creep and fatigue resistance	Prof. Dr.-Ing. Ulrich Tetzlaff	Brandenburgisch Technische Universität Cottbus-Senftenberg
Speth, Thomas	Hochpräzise und schnelle Ortung dynamischer Verkehrsobjekte	Prof. Dr.-Ing. Thomas Brandmeier	Otto-von-Guericke Universität Magdeburg
Wilhelm, Eva	Modellierung, Simulation und experimentelle Untersuchung von Ringgeflechts-strukturen	Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Jörg Wellnitz	Technische Universität Dresden

Internationale Kooperationen

International cooperations



Ausbau der strategischen Partnerschaft mit Afrika

Mit den Netzwerkprojekten *NEED* und *AIR* setzt sich das Institut für neue Energie-Systeme im südlichen Afrika für die Nutzung Erneuerbarer Energien ein.

Prof. Dr.-Ing. Wilfried Zörner
Institut für neue Energie-Systeme (InES),
Projektleiter
Tel +49 841 9348-2270
Wilfried.Zoerner@thi.de

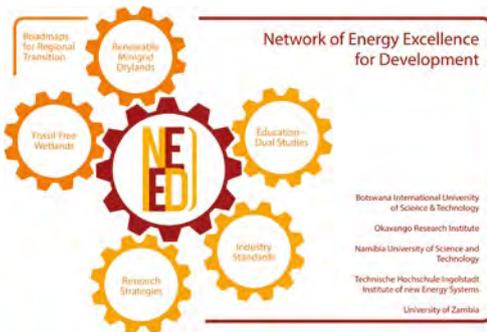


Abb. 1: Die fünf Arbeitspakete des *NEED*-Projekts, die von je einem Projektpartner geleitet werden

Mehr Infos unter www.need-project.org

NEED wird gefördert durch die Europäische Union zusammen mit African, Caribbean and Pacific Group of States (ACP)



Abb. 2: Vertreter des *NEED*-Projektkonsortiums zusammen mit Prof. Zörner (dritter von rechts) im Rahmen der *NEED*-Fachtagung in Sambia Ende August 2016

Das Institut für neue Energie-Systeme (InES) engagiert sich verstärkt in globalen Forschungsprojekten und trägt somit zur internationalen Vernetzung der Hochschule bei. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Subsahara-Afrika: das Netz aus Hochschulen und Forschungseinrichtungen im südlichen Afrika umfasst aktuell zwölf Institutionen und wird ständig erweitert.

Obwohl der afrikanische Kontinent über ein enormes Potenzial an Erneuerbaren Energien verfügt, wird dieses bislang nicht effektiv genutzt. In vielen Ländern fehlt noch immer eine nachhaltige und sichere Energieversorgung, vor allem in entlegenen Regionen. Auch ein Mangel an qualifizierten Arbeitskräften und technischem Fachwissen erschweren eine bessere Nutzung der erneuerbaren Energien. Zusätzlich behindert die schwach ausgeprägte Vernetzung von Politik, Forschung, Bildung und der Privatwirtschaft einen breiten Einsatz von Erneuerbaren Energien.

Aus diesem Grund hat das InES gemeinsam mit afrikanischen Partnern zwei Kooperationsprojekte initiiert, die an diesen Bedarfen ansetzen.

Network of Energy Excellence for Development (NEED)

Das *NEED*-Projekt hat sich die langfristige Etablierung eines Forschungsnetzwerks im Bereich der Erneuerbaren Energien zum Ziel gesetzt. Das Projekt startete am 1. März 2014 und läuft noch bis 31. August 2017. Neben der THI als Koordinator sind die Botswana International University of Science and Technology, die Namibia University of Science and Technology, das Okavango Research Institute in Botswana und die University of Zambia im Konsortium vertreten.

Ein Höhepunkt im Projekt war die Ausrichtung einer *NEED*-eigenen Fachtagung im Rahmen einer internationalen Konferenz zu Infrastruktur, Entwicklung und Investition Ende August 2016 in Livingstone, Sambia. Dort präsentierte das Team die bisherigen Arbeitsergebnisse:

- Innovatives und praxisnahes Konzept für einen dualen Studiengang im Bereich Erneuerbare Energien für die Länder der Zielregion
- Regionales Energiekonzept für touristische Auenlandschaften am Beispiel des Okavango Deltas (Botswana), sowie lokales Energiekonzept für Off-grid-Siedlungen am Beispiel von Gobabeb (Namibia)
- Die Gründung der Renewable Energy Association of Botswana
- Konzept zur Entwicklung nationaler Forschungsstrategien für Erneuerbare Energien im Kontext der Zielregion
- Entwicklung von drei gemeinsamen Forschungsanträgen

Die Abschlusskonferenz des Projekts wird im Juli 2017 bei einem der Kooperationspartner im südlichen Afrika stattfinden. Dort wird das *NEED*-Team mit weiteren Akteuren aus Politik, Wissenschaft und Praxis die finalen Ergebnisse sowie die Zukunft des Netzwerks diskutieren.

Academic Initiative for Renewables (AIR)

Das AIR-Projekt ist das zweite strategische Netzwerkprojekt des InES im südlichen Afrika und wurde im Rahmen der NEED-Partnerschaft entwickelt. Ziel ist die Erarbeitung innovativer Studiengänge im Bereich Erneuerbare Energien. Da den afrikanischen Hochschulabsolventen oft der Praxisbezug fehlt, sind 15 Industriepartner in das Projekt eingebunden, die die Bedürfnisse des lokalen Arbeitsmarktes an Arbeitskräfte von morgen in das Projekt einbringen. Neben dem InES arbeiten Partnerhochschulen und Firmen aus Botswana, Malawi, Mosambik, Sambia, Simbabwe und Südafrika mit.

Im vergangenen Jahr fanden zwei Projekttreffen – das Auftaktmeeting in Ingolstadt und das erste Projektmeeting in Port Elizabeth, Südafrika – statt. Folgende Meilensteine wurden bereits erarbeitet:

- Erhebung der individuellen Bedarfe und Anforderungen für eine praxisnahe Hochschulausbildung bei Industriepartnern und weiteren Unternehmen der Zielregion
- Definition der spezifischen Lernziele für einen Bachelor-Studiengang im Bereich Erneuerbare Energien
- Gemeinsame Entscheidung des Projektkonsortiums, neben einzelnen Studienfächern einen kompletten Bachelor-Studiengang zu entwickeln

THI Gründungsmitglied des Bavarian Research Institute of African Studies

Durch das Engagement des InES ist die THI zudem Gründungsmitglied des Bayerischen Forschungsinstituts für Afrikastudien (BRIAS), in dem auch die Universität Bayreuth, die Julius-Maximilians-Universität Würzburg, sowie die Hochschule Neu-Ulm mitwirken. Zielsetzung der Forschungskooperation ist es, interdisziplinäre Afrikakompetenzen zu bündeln und ein starkes Netzwerk für exzellente wissenschaftliche Arbeit und deren Anwendung im afrikanischen Kontinent zu schaffen.



Abb. 3: Während des Projektmeetings in Port Elizabeth, Südafrika, im November 2016 unternahm das AIR-Team auch eine Exkursion zu Shamwari Game Reserve, in der die Besucher in elektrischen Fahrzeugen durch den Park geführt werden

Mehr Infos unter
www.air-project.org

AIR wird gefördert durch



DAAD Deutscher Akademischer Austauschdienst
German Academic Exchange Service



Fostering the strategic partnership with Africa

The Institute of new Energy Systems (InES) is actively involved in global research projects, thereby strengthening the international network of THI. Main focus of the research activities is sub-Saharan Africa, and they currently comprise 12 universities and research institutions of the region.

Despite its huge potential regarding renewable energies, Africa is not using its resources effectively up to now. In many countries, a sustainable and save energy supply is still non-existent, especially in remote areas. Besides, a lack of skilled work force and technical know-how hamper a better use of renewables. Weak links between policy, research, education and the private sector also impede a broader use of renewable energy as well as inefficient bureaucracies in the public sector. Therefore, InES has developed two network projects together with African partners that are currently being implemented and address these needs:

Network of Energy Excellence for Development (NEED):
www.need-project.org

Academic Initiative for Renewables (AIR):
www.air-project.org

AWARE – Sieben Jahre strategische Partnerschaft mit Brasilien

Eine Zwischenbilanz

Dipl.-Kulturwirtin (Univ.) Anne-Sophie Lohmeier
Projekt AWARE

Fördermittelgeber



DAAD Deutscher Akademischer Austauschdienst
German Academic Exchange Service



Abb. 1: THI-Teilnehmer an der AWARE-Spring School und Konferenz in Curitiba (2016). Quelle: THI

Seit 2013 koordiniert die Technische Hochschule Ingolstadt (THI) das deutsch-brasilianische Netzwerkprojekt AWARE (Applied Network on Automotive Research and Education), das vom Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD) mit insgesamt 1,3 Millionen Euro gefördert wird. Im Rahmen von AWARE hat sich die THI mit der Universidade Federal do Paraná (UFPR) und der Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) zusammengeschlossen. Zu den Zielen, die diese Partner mit AWARE verfolgen, gehören der Aufbau von Doppelabschlussabkommen an allen drei Partnerhochschulen sowie Forschungsprojekte im Bereich der Mobilitätstechnologien – mit dem Schwerpunkt auf der Verkehrssicherheit sowie auf zukunftsgerichteten Antriebskonzepten wie z. B. der Elektromobilität. So sind auch brasilianische Partner aus der Politik und Wirtschaft an das Netzwerk angegliedert.

AWARE ist eines von zehn ausgewählten Projekten deutschlandweit, deren DAAD-Förderung 2017 um zwei Jahre verlängert wurde. In dieser zweiten Förderphase bis Ende 2018 ist es vorgesehen, dass 50 Prozent des Projektvolumens von der THI und deren brasilianischen Partnern gleichermaßen übernommen werden. So soll sich das Projekt sukzessive selbst tragen. Zum Start der neuen Projektphase zieht AWARE Bilanz über die erste Laufzeit bis Ende 2016. In dieser ersten Phase wurden insbesondere drei Doppelabschlussabkommen zwischen dem THI-Master International Automotive Engineering und diversen Masterprogrammen im Bereich Maschinenbau/Elektrotechnik unterzeichnet, vier binationale Forscher- bzw. Arbeitsgruppen gebildet (sichere Elektromobilität/Energiespeicher/elektrische Antriebe; integrale passive Fahrzeugsicherheit; Werkstoff- und Oberflächentechnik; International Retail Management) und strukturierte Austauschprogramme aufgebaut, auch mit außeruniversitärer Beteiligung (Gastdozenten, Praktikanten, Wissenschaftler).

Im wissenschaftlichen Kontext ist der Austausch von Master- und Ph.D.-Studierenden hervorzuheben: An der THI verfolgen derzeit vier brasilianische Doktoranden im kooperativen Verfahren ihre Promotion an der THI; aktuell ist eine erste kooperative Promotion mit einer brasilianischen



AWARE – Seven years of strategic partnership with Brazil

The year 2016 marks a major milestone for THI's joint Brazilian-German network AWARE: the conclusion of its first four years of strategic funding by the German Academic Exchange Service (DAAD) and the German Ministry for Education and Research (BMBF). In addition to AWARE's overall budget of approximately 1.3 million euros, further joint activities between German and Brazilian academia, non-university research institutes, foundations, and companies are combined with a holistic approach that integrates teaching research and third mission alike. Thus, AWARE has become the hitherto largest project of its kind at THI. Our newly published joint publication "Mobility. Innovation. Application" (ISBN 978-3-00-054890-1, <https://www.thi.de/forschung/internationales/brasilien>) offers an up-to-date and comprehensive insight.

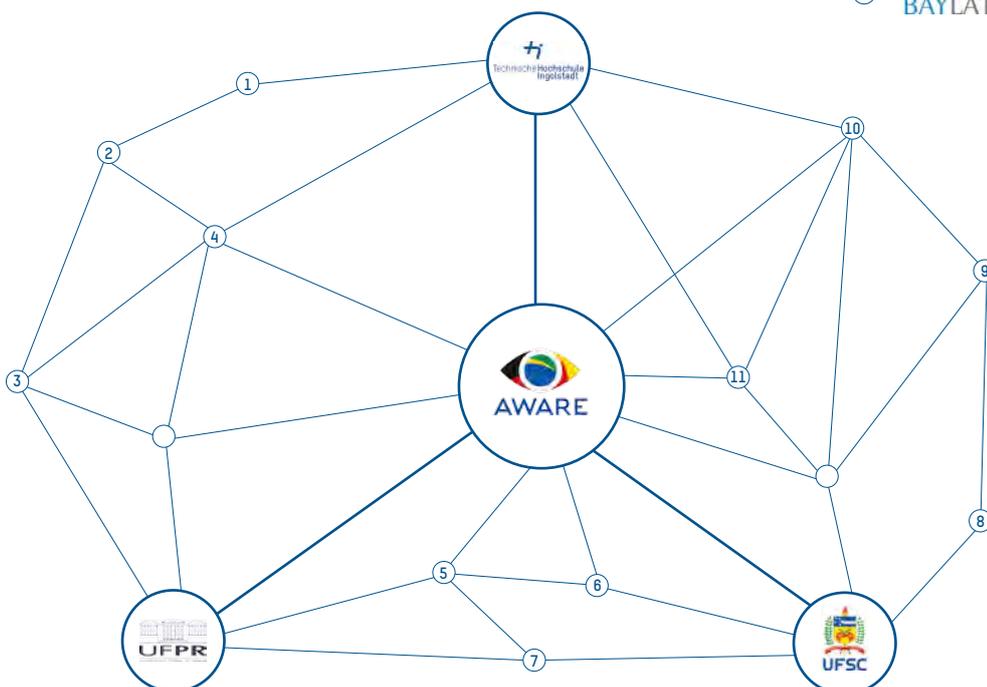
Universität in Planung. Davon unabhängig promovieren sämtliche Doktoranden gleichermaßen praxisnah und in Zusammenarbeit mit der Industrie (Airbus Defence & Space, Continental, CADFEM). Die Aktivitäten werden aus öffentlichen Geldern und Industriemitteln finanziert, insbesondere engagieren sich sowohl deutsche als auch brasilianische Unternehmen und Stiftungen auf unterschiedliche Weise. So vergibt die Landesstiftung FAPESC von Santa Catarina Stipendien an Studierende der THI, die ein Praktikum beim dortigen Forschungspartner CERTI absolvieren.

Nicht zuletzt engagieren sich brasilianische und deutsche Unternehmen über gemeinsame Aktivitäten und Formate, etwa dem jährlich wechselseitig in Ingolstadt und in Brasilien abgehaltenen Elektromobilitätsforum. Außerdem bearbeiten brasilianische Doktoranden als wissenschaftliche Mitarbeiter nationale Fördervorhaben, so dass neben dem Technologietransfer auch der „Transfer über Köpfe“ strategisch vorangetrieben wird. Dieser Austausch nimmt stetig zu: Seit 2013 verzeichnet AWARE rund 140 Incomings und 170 Outgoings, ferner rund 15 gemeinsam betreute Master-, Bachelor- und Doktorarbeiten sowie die Teilnahme an zwölf internationalen Konferenzen und Workshops zur Vorstellung unserer Brasilienkooperation.

AWARE soll sich bis 2019 sowohl inhaltlich-wissenschaftlich als auch ressourcenseitig kontinuierlich verstetigen und weitere Netzwerkpartner und Projekte gewinnen. Perspektivisch ist die Erweiterung zu einer Plattform für angewandte Ingenieur- und Mobilitätswissenschaften mit bundesweiter Ausstrahlung angedacht.

Link zum Download: <https://www.thi.de/forschung/internationales/brasilien>
 Überblick über alle AWARE-Projekte und -Partner:

- ① 
- ② 
- ③ 
- ④ 
- ⑤ 
- ⑥ 
- ⑦ 
- ⑧ 
- ⑨ 
- ⑩ 
- ⑪ 



Aktive Stakeholder des AWARE-Netzwerks

Audi Konfuzius-Institut Ingolstadt

Ein An-Institut der Technischen Hochschule Ingolstadt

Prof. Dr. Peter Augsdörfer
Hochschulbeauftragter Internationalisierung

Mehr Informationen unter:
www.audi-konfuzius-institut-ingolstadt.de



Das Audi Konfuzius Institut Ingolstadt fördert die deutsch-chinesische Zusammenarbeit mit den Schwerpunkten Technologie, Innovation, Nachhaltigkeit und Management der Industrien in Deutschland und China.

Konfuzius Institute sind in der Regel eng mit den Sinologie-Fakultäten der Träger-Hochschulen verbunden. Das Audi Konfuzius-Institut Ingolstadt hingegen ist nicht an die geistes- oder sprachwissenschaftliche Fakultät einer Universität angelagert, sondern an die THI. Chinesische Partnerhochschule ist die renommierte Southern China University of Technology (SCUT), ebenfalls eine Hochschule mit stark technischem Bezug.

Daher wird in Ingolstadt neben den Sprachkursen und den kulturellen Veranstaltungen eine dritte Säule mit Bezug zu Technologie, Innovation, Nachhaltigkeit und Management etabliert. Diese Ausrichtung eines Konfuzius-Instituts auf technisch-wirtschaftliches Gebiet ist weltweit ein Novum, für das es noch keine Modelle gibt.

Das Institut fördert:

- Forschungsprojekte mit deutschen Firmen, chinesischen Firmen, SCUT und THI.
- Gastdozenturen und öffentliche Vorträge von chinesischen und deutschen Wissenschaftlern mit besonderem Bezug zur regionalen Industrie
- Innovationsplattformen zu regionalen, industriellen Themenclustern.

So wird beispielsweise ein chinesischer Masterstudent der SCUT mit Perspektive auf eine Forschungspromotion an der THI im Rahmen der CARISSMA-Forschung gefördert.



Audi Confucius Institute Ingolstadt

Audi Confucius Institute's aim is to promote and stimulate German-Chinese cooperation in the fields of technology, innovation, sustainability and management. Confucius institutes around the globe are usually closely linked to sinology chairs in universities; not so with the Audi institute in Ingolstadt, which resides at THI, a university of applied science. Its partner in China is the renowned Southern China University of Technology (SCUT) with its strong roots in engineering sciences.

Here, language courses and cultural events like the Chinese New Year celebration will be expanded to include a third pillar: business-and-technology-oriented research projects in German and Chinese enterprises, at SCUT and at THI. Platforms for mutual exchange include guest lecturers, topical clusters or the fostering of one Chinese master's students (possibly on to a doctoral degree) in THI's own CARISSMA-research-team

For more information see:
www.audi-konfuzius-institut-ingolstadt.de



Prof. Zhi Dang, Vizepräsident der SCUT übergibt THI-Präsident Prof. Dr. Walter Schober eine Statue. Mit auf dem Bild die Delegation der SCUT beim Besuch an der THI. Quelle: THI

Internationale Forschungsprojekte mit Kolumbien

Derzeit wird das Brasiliennetzwerk AWARE über die Zusammenarbeit mit kolumbianischen Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen erweitert.

Fahrzeugforschungszentrum TECNNA in Bogotá

Zwischen TECNNA und der THI wird zunächst Wissen – etwa über FEM-Crash- und Mehrkörper-Insassen-Simulationen oder solche für Fahrdynamikregelsysteme – in Workshops ausgetauscht. Aufbauend darauf erfolgt der Technologietransfer in Fahrzeugtechnologie und -sicherheit über Projekte. Hierzu gehört die Begleitung beim Aufbau eines kolumbianischen Fahrzeugsicherheitszentrums sowie bei der Formulierung von Regularien für die Führerscheinvergabe.

Universität EAFIT in Medellín

Für die THI Business School bestehen Forschungsansätze in Hinblick auf das jeweilige Consumer Behaviour in Europa und Kolumbien sowie beim Kauf- und Nutzungsverhalten bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren und Elektrofahrzeugen. Im Bereich Digitalisierung könnten die bereits fortgeschrittene digitale Infrastruktur, das Userverhalten und das damit verbundene Nutzungspotential europäischer und kolumbianischer Unternehmen analysiert werden, um Basiskriterien in Handel und Services zu identifizieren. Im Bereich (Krankenhaus-)Logistik ist eine Anwendung der an der THI entwickelten Methode der Value Added Heat Map im Gespräch, in welcher, analog zu einer Wärmebildkamera, Wertschöpfung gegenüber Nicht-Wertschöpfung sichtbar gemacht wird. Im Bereich Ingenieurwissenschaften stehen Unfalldaten als Grundlage für die Ursachenforschung und Ableitung von aktiven und passiven Sicherheitssystemen im Zentrum: Methoden wie die in-depth Analyse, also die detaillierten Unfalldatenaufnahme und -rekonstruktion, erfordern den Aufbau eines Teams vor Ort mit innovativer Unfallvermessungstechnik. Ferner beschäftigt sich eine Forschergruppe an der Entwicklung und Einführung eines smartphonebasierten Systems zur Warnung des Fahrers in kritischen Situationen mit Fußgängern (Projekt IVI: Intelligent Traffic Infrastructure and Pedestrian Safety). Hierzu werden mittels Kamera kritische Fußgängerquerungen erfasst, Warnmeldungen generiert und über eine WiFi-Verbindung an herannahende Fahrzeuge – bzw. an die Smartphones der Fahrer – übertragen. Durch handelsübliche Endgeräte ist die Verbreitung des Systems sichergestellt.

Universitätsstiftung COMFENALCO in Cartagena

Hier soll das bereits stark vorangeschrittene kooperative Studierendenprojekt IVI (s. o.) weiter bearbeitet und in ein längerfristiges Forschungsprojekt überführt werden. Hier geht es darum, länderübergreifend modular- bzw. bausteinartig Softwareteile zu entwickeln und auszutauschen, diese im Gesamtsystem in jedem Testfeld zu integrieren und in Betrieb zu nehmen. Eine erste Implementierung könnte über das Transcribe Bussystem in Cartagena erfolgen, da es sich hierbei um ein geschlossenes, ausschließlich von Transcribe genutztes System handelt.



Eine Delegation aus Kolumbien zu Besuch an der THI.
Quelle: THI



International research projects with Colombia

As an extension of the German-Brazilian network AWARE, THI is currently setting up new strategic partnerships with universities and further research partners in Colombia. According to the special profile of THI as a University of Applied Sciences, these networking activities are not confined to the mere academic exchange of knowledge, thus incorporating various parties from academia to non-university research institutes and companies. The activities focus on the Metropolitan areas of Bogotá, Medellín and Cartagena which are engaged in fields such as automotive, retail management, and logistics. In Bogotá, THI is presently defining cooperation measures to be introduced together with the automotive research centre TECNNA. University Partners are EAFIT University (Medellín) and University Foundation Technological Comfenalco (Cartagena). Within this newly created frame, our joint student project IVI – Intelligent Traffic Infrastructure and Pedestrian Safety will be transformed into a longer-term research project.

Labore und Versuchsanlagen

Die Labore und Versuchsanlagen der Technischen Hochschule Ingolstadt schaffen gute Rahmenbedingungen für angewandte Forschung und Lehre.



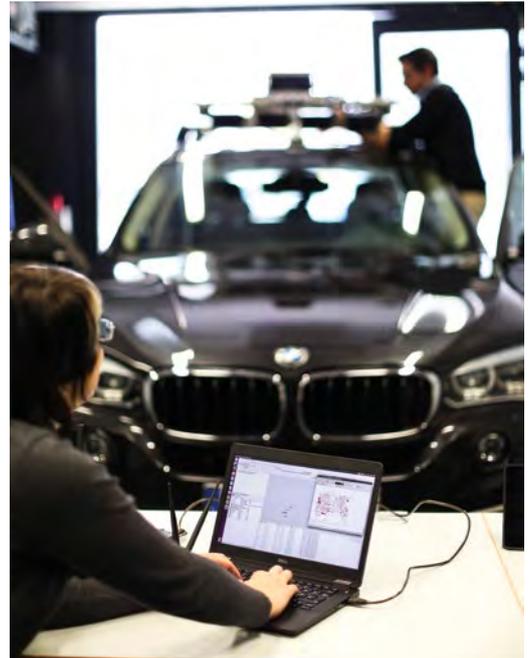
The labs of "Technische Hochschule Ingolstadt" are the heart of the lectures, where internships and examinations take place. There are a total of 25 large laboratories (for example, indoor test facility, engine test stand, flight dynamics, drive technology) and 32 standard laboratories (e.g., welding and cutting techniques, flow, environmental, energy engineering). The investment volume for all laboratories is approximately 20 million euros.

Insgesamt gibt es 25 Großlabore (z.B. Indoor-Versuchsanlage, Motorenprüfstand, Flugdynamik, Antriebstechnik) und 32 normale Labore (z.B. Schweiß- und Schneidetechnik, Strömungs-, Umwelt-, Energietechnik). Das Investitionsvolumen der Labore über alle Gebäude beträgt ca. 20 Mio. Euro.

Beispielhafter Einblick in die Labore der Technischen Hochschule Ingolstadt:



Outdoor-Versuchsgelände für integrale Sicherheitssysteme



Car2X



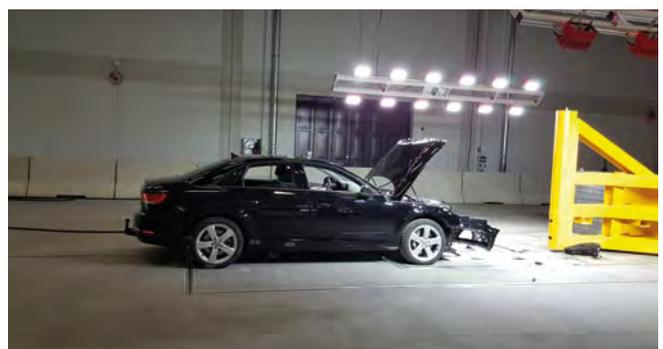
Erneuerbare Energien/Solartechnik



Fallturm



Indoor-Versuchsanlage für integrale Sicherheitssysteme



Crashtest in der Indoor-Versuchsanlage



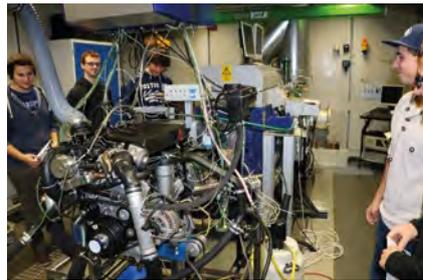
Retail Lab



Maschinendynamik/Betriebsfestigkeit



Hexapod-Fahrsimulator



Motoren- und Fahrzeugtechnik



Gebäudeenergie-technik



Produktionsmechatronik



Virtual Reality und Fahrwerkssimulation



Autonome Fahrzeuge/Mobile Systeme



Strömungs-, Umwelt- und Energietechnik



EMV-Akustik-Kabine

Publikationen 2015

- Altmannshofer, S., Martin, J., Endisch, C. (2015): Robuste, onlinefähige Schätzung von Fahrzeugmasse und Fahrwiderständen. VDI-Berichte, 2233, S. 29–36.
- Applin, S., Riener, A., Fischer, M. (2015): Extending Driver-Vehicle Interface Research Into the Mobile Device Commons: Transitioning to (non)driving passengers and their vehicles. *Consumer Electronics Magazine, IEEE*, 4 (4), p.101-106.
- Bär, K., Häring, G., Sonnleitner, M., Wiedemann, L., Zörner, W. (2015): Strompreisgeführte Stromerzeugung aus Biogas. Ergebnisse aus Simulation und Demonstration. In: Ostbayerisches Technologie-Transfer-Institut e.V. (OTTI) (Hrsg.): Forschungskolloquium Bioenergie. Straubing, Germany, 11.-12.02.2015, S. 105-109.
- Bär, K., Häring, G., Sonnleitner, M., Zörner, W., Braun, T. (2015): BioStrom – Steuerbare Stromerzeugung mit Biogasanlagen. In: Thrän, D., Pfeiffer, D. (Hrsg.): Neue Wege zur Prozessoptimierung in Biogasanlagen. Abgeschlossene Vorhaben im Förderprogramm. Teil 3. Schriftenreihe des Förderprogramms „Energetische Biomassennutzung“, Band 19. Osiris Druck, Leipzig, S. 32–44.
- Barfuß, G. S., Briskorn, N. (2015): Verantwortungsvolle Unternehmensführung (CSR) auf dem Vormarsch: Nachhaltigkeitsmanagement in der Fußballbundesliga am Beispiel des VfL Wolfsburg. In: Myska, M. (Hrsg.): TÜV Umweltmanagement-Berater. TÜV Media GmbH, TÜV Rheinland Group, Köln.
- Barfuß, G. S., Hollinger-Barfuß, T. (2015): Umgang mit schwierigen Mitarbeitern. *Wirtschaftspsychologie aktuell – Zeitschrift für Personal und Management*.
- Beckenbauer, D., Becker, M., Zörner, W. (2015): Solare Nachrüstung im Geschosswohnungsbau – Auswirkung des Kollektortyps auf den Ertrag. 25. Symposium Thermische Solarenergie. Bad Staffelstein, Germany, 06.-08.05.2015.
- Beckenbauer, D., Cheng, V., Zörner, W. (2015): Netzgestaltung und Ertragsoptimierung solarthermisch unterstützter Nahwärmenetze im Geschosswohnungsbau. *TUM Applied Technology Forum 2015*. Teisnach, Germany, 26.03.2015.
- Beckenbauer, D., Klärner, M., Zörner, W., Cheng, V. (2015): Solar Retrofitting in Urban District Heating Networks – Influence of the Collector Type on the Solar Yield. 3rd Solar District Heating Conference. Toulouse, France, 17.-18.06.2015.
- Böhländer, D., Hasirilogl, S., Yano, V., Lauerer, C., Brandmeier, T., Zimmer, A. (2015): Advantages In Crash Severity Prediction Using Vehicle to Vehicle Communication. *Safety and Security of Intelligent Vehicles (SSIV 2015)*. Rio de Janeiro, Brazil, 22.06.2015.
- Bornschlegl, M., Bregulla, M., Franke, J. (2015): Energieprognose mittels Methods-Energy Measurement. *ZWF Zeitschrift für Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 09/2015, S. 491-494.
- Bornschlegl, M., Kreitlein, S., Bregulla, M., Franke, J. (2015): A Method for Forecasting the Running Costs of Manufacturing Technologies in Automotive Production During the Early Planning Phase. *Procedia CIRP*, 26, p. 412-417.
- Buck, M., Schröder, J., Woratschek, H., Tomanek, D. P., Stadtelmann, M., Horbel, C., Weismann, F. (2015): Benchmarking der Schrankfachversorgung: Ergebnisse einer Studie mit Kliniken und Dienstleistern. In: Woratschek, H., Schröder, J., Eymann, T., Buck, M. (Hrsg.): Wertschöpfungsorientiertes Benchmarking: Logistische Prozesse in Gesundheitswesen und Industrie. Springer, Berlin, S. 183-211.
- Cupek, R., Ziebinski, A., Huczala, L., Großmann, D., Bregulla, M. (2015): Object-Oriented Communication Model for an Agent Based Inventory Operations Management. *The Fourth International Conference on Intelligent Systems and Applications*. St. Julians, Malta, 11.-16.10.2015.
- Donhauser, T., Eden, W., Franke, J., Jung, T., Schuderer, P. (Hrsg.) (2015): Entwicklung einer Methodik zur ressourcenorientierten Steuerung der Werksprozesse in der Kalksandstein-Industrie: KS-Sim: Forschungsbericht Nr. 119 der Forschungsvereinigung Kalk-Sand e.V. Hannover.
- Donhauser, T., Ehrhardt, J., Rackow, T., Franke, J., Schuderer, P. (2015): Simulation-based Optimization of the Energy Consumption in the Hardening Process for Calcium Silicate Masonry Units. *Applied Mechanics and Materials* 805, p. 249-256.
- Donhauser, T., Rackow, T., Hirschbrunn, J., Schuderer, P., Franke, J. (2015): Valid Methodology for Using Discrete Event Simulation to Improve the Resource Consumption for the Manufacturing of Masonry Units. In: Teti (ed.): 48th CIRP International Conference on Manufacturing Systems (CIRP CMS 2015): Key Enabling Technologies for the Factories of the Future. Elsevier Procedia, Ischia, Italy, 24.-26.06.2015, p. 57–62.
- Doyé, T. (2015): Talent und Performance Management. In: Wagner, D. (Hrsg.): *Praxishandbuch Personalmanagement*. Haufe Verlag, Freiburg, München, S. 329-405.
- Doyé, T. (2015): Arbeitsmarkt 2015 – Auswirkungen auf die Vergütungskonzepte durch Änderungen in der Gesellschafterstruktur und gesetzliche Neuregelung. In: Wagner, D., Herlt, S. (Hrsg.): *Perspektiven des Personalmanagements 2015*. Verlag Gabler, Wiesbaden, S. 401-429.
- Drechsel, M., Bornschlegl, M. (2015): Karosseriebauten nachhaltig gestalten – Zur Etablierung von Nachhaltigkeitskriterien im Planungsprozess von Produktionsanlagen. *Automobiltechnologie in Bayern 2015*, S. 44-46.
- Drechsel, M., Bornschlegl, M., Hackbart, D., Spreng, S., Franke, J. (2015): The Value and Necessity of Using Environmental Direct Comparisons as a Simplified Life Cycle Assessment Method in Industrial Planning Processes. 5th International Conference and Exhibition in Electric Drives Production *IEDPC 2015*. Nürnberg, Germany, 15.-16.09.2015, p. 242-247.
- Ehrenwirth, M., Cheng, V., Zörner, W. (2015): Polymer-Based Solar Thermal Drain Back Systems. *MSE Colloquium 2015: Innovations for Energy Systems, Mobility, Buildings and Materials*. München, Germany, 09.07.2015.
- Ehrenwirth, M., Cheng, V., Zörner, W. (2015): Theoretische und experimentelle Untersuchung kunststoffbasierter Drain-Back-Solaranlagen. *TUM Applied Technology Forum 2015*. Teisnach, Germany, 26.03.2015.
- Ehrenwirth, M., Klärner, M., Trinkl, C., Zörner, W. (2016): Drain-Back-Systeme – Stand der Technik und Potenzial für Kunststoffkollektoren. 25. Symposium Thermische Solarenergie. Bad Staffelstein, Germany, 06.-08.05.2015.
- Elger, G., Kandaswamy, S. V., Liu, E., Hanss, A., Schmid, M., Derix, R., Conti, F. (2015): Analysis of solder joint reliability of high power LEDs by transient thermal testing and transient finite element simulations. *Microelectronics Journal*, 46, p. 1230–1238.
- Facchi, C., Göldner, E.-H., Riebl, R. (2015): Car2X: Mehrwert durch Vernetzung – worauf warten wir noch? In: *DETECON Management Report 9/2015*, Special Automotive, S. 26-31.
- Fleischmann, A., Schmidt, W., Stary, C. (2015): Dynamic Socio-technical System Design based on Stakeholder Interaction. *Complex Systems Informatics and Modeling Quarterly (CSIMQ)*, 3, p. 63-83.
- Fleischmann, A., Guédria, W., Heuser, L., Kornysheva, E., Loucopoulos, P., Oberweis, A., Pastor, D., Proper, H. A., Schmidt W., Schönthaler, F., Stary, C., Vossen, G., Zdravkovic, J. (eds.) (2015): *CBI-CP-2015 (TEE 2015, CoBI 2015, XOC-BPM 2015)*. Proceedings of the Workshops TEE, CoBI, and XOC-BPM at IEEE-CBI 2015. Lisbon, Portugal, 13.-16.07.2015.
- Fleischmann A., Schmidt W. (2015): S-BPM as a new impetus in Business Process Management: A survey. *Business Informatics Journal NRU-HSE*, 2 (32), p. 7–19.
- Fleischmann, A., Schmidt, W., Stary, C. (eds.) (2015): *S-BPM in the Wild – Practical Value Creation*. Springer, Berlin Heidelberg.

- Fleischmann, A., Schmidt, W., Stary, C. (2015): Requirements Specification as Executable Software Design – A Behavior Perspective, Joint Proceedings of REFSQ-2015 Workshops. Proceedings of the 1st Workshop on Continuous Requirements Engineering CRE'15. Essen, Germany, 23.03.2015, p. 9-18.
- Gold, R. (2015): A uniform approach to control flow graphs of programs. *Far East Journal of Applied Mathematics*, 93 (1), p. 27-49.
- Großmann, D., Bregulla, M., Banerjee, S., Cupek, R., Ziebinski, A., Zonenberg, D (2015): Simple Connectivity to Enterprise Systems. *OPC Day Europe 2015*. Paris, France, 19.-20.05.2015.
- Hanß, A., Klein, M., Liu, E, Derix, R., Elger, G., Schmid, M. (2015): Analysis of new direct on PCB board attached High Power Flip-Chip LEDs. *IEEE 65th Electronic Components and Technology Conference (ECTC)*. San Diego, USA, 26.-29.05.2015.
- Hanß, A., Liu, E, Schmid, M., Elger, G. (2015): The Influence of Voids in Solder Joints on Thermal Performance and Reliability Investigated with Transient Thermal Analysis. *21th IEEE International Workshop on THERMAL INVESTIGATIONS OF IC'S AND SYSTEMS (Therminic 2015)*. Paris, France, 30.09.-02.10.2015.
- Hanß, A., Schmid, M., Liu, E, Elger, G. (2015): Transient thermal analysis as measurement method for IC package structural integrity. *Chinese Physics B*, 24 (6), 068105.
- Hartmann, C., Harlapur, S., Brandmeier, T., Akshay, R., Faisst, H., Lauer, P. (2015): New Integrated Assistance Functions For Real World Accident Scenarios. *ESV Tagung*. Göteborg, Sweden, 11.06.2015.
- Hastreiter, S., Schröder, J., Tomanek, D. P., Friederich, P., Woratschek, H., Stadtmann, M., Lindner, A. (2015): Benchmarking-Studie OP-Personaleinsatzplanung. In: Woratschek, H., Schröder, J., Eymann, T., Buck, M. (Hrsg.): *Wertschöpfungsorientiertes Benchmarking: Logistische Prozesse in Gesundheitswesen und Industrie*. Springer, Berlin, S. 213-235.
- Hauber, J., Huber, K. (2015): Das neue GKI-Verfahren zur motorischen Bewertung der Klopffestigkeit von Ottokraftstoffen. *Erdöl Erdgas Kohle (EEK)*, 131 (5), S. 201-206.
- Hempfen, T., Brandmeier, T. (2015): Simulation-based Testing of ADAS. *SafetyAssist*. Aschaffenburg, Germany, 19.05.2015.
- Herrmann, S., Utschick, W., Botsch, M., Keck, F. (2015): Supervised Learning via Optimal Control Labeling for Criticality Classification in Vehicle Active Safety. *IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems 2015*. Las Palmas de Gran Canaria, Spain, 15.-18.09.2015.
- Hüneke, M., Duschner, T., Zörner, W. (2015): 100% Solar Powered Energy Systems for Tourist Lodges in Southern Africa – the Planet Baobab Lodge in Botswana as an Example. *International Conference on Clean Energy for Sustainable Growth In Developing Countries*. Palapye, Botswana, 16.-18.09.2015.
- Hüneke, M., Kapfhamer, S., Zörner, W., Donald K., Joseph E. M., Moseki R. M. (2015): The NEED Project – Paving the Way for Widespread Implementation of Renewable Energy Technologies in the Southern African Region. *International Conference on Clean Energy for Sustainable Growth In Developing Countries*. Palapye, Botswana, 16.-18.09.2015.
- Jardan, R. K., Varga, Z., Stumpf, P., Nagy, I., Endisch, C., Sipos, P., Simon, M. (2015): Development of a dedicated laboratory system for measurement of iron losses in high speed PMSM. *Proceedings of the IEEE International Conference on Industrial Technology (IEEE ICIT)*. Seville, Spain, 17.-19.03.2015, p. 708-713.
- Jardan, R. K., Varga, Z., Stumpf, P., Nagy, I., Endisch, C., Sipos, P., Simon, M. (2015): Laboratory System for Measurement of Iron Losses in High Speed PMSM. *Proceedings of the 3rd. European Conference on Renewable Energy Systems (ECRES2015)*. Antalya, Turkey, 07.-10.10.2015, p. 1-6.
- Javied, T., Rackow, T., Franke, J. (2015): Implementing Energy Management System to Increase Energy Efficiency in Manufacturing Companies. *Procedia CIRP* 26, p. 156-161.
- Jehle, F., Woratschek, H., Schröder, J., Horbel, C., Tomanek, D. P., Stadtmann, M., Weismann, F. (2015): Benchmarking-Studie Patiententransportlogistik (PTL). In: Woratschek, H., Schröder, J., Eymann, T., Buck, M. (Hrsg.): *Wertschöpfungsorientiertes Benchmarking: Logistische Prozesse in Gesundheitswesen und Industrie*. Springer, Berlin, S. 155-181.
- Keferböck, F., Riener, A. (2015): Strategies for Negotiation between Autonomous Vehicles and Pedestrians. *Mensch und Computer 2015, Workshop Automotive HMI*. Stuttgart, Germany, 06.-09.09.2015.
- Knoppe, M. (Hrsg.) (2015): *CSR und Retail Management. Gesellschaftliche Verantwortung als zukünftiger Erfolgsfaktor im Handel*. Springer, Berlin.
- Knoppe, M. (2015): CSR im Retail Management. In: Schneider, A., Schmidpeter, R. (Hrsg.): *Corporate Social Responsibility – Verantwortungsvolle Unternehmensführung in Theorie und Praxis*. Springer, Berlin Heidelberg, S. 891-903.
- Kostetzer, L., Dimitrov, S., Rudnyi, E. (2015): Electro-thermal cell simulation with 3D based equivalent circuit model. *22. DESIGN/ELEKTRONIK-Entwicklerforum Batterien & Ladekonzepte*. München, Germany, 04.-05.03.2015.
- Koval, L., Ritzer, S., Suchandt, T., Dütsch, C. (2015): Design of an innovative backlash-free drive system for rotation tables. *Electric Drives Production Conference, EDPC-2015*. Nürnberg, Germany, 15.-16.09.2015, p. 433-436.
- Kreitlein, S., Schwender, S., Rackow, T., Franke, J. (2015): ElBenchmark – A Pioneering Method for Energy Efficient Process Planning and Assessment Along the Life Cycle Process. *Procedia CIRP* 29, p. 56-61.
- Kurz, M., Schmidt, W., Fleischmann, A., Lederer, M. (2015): Examining the applicability of a new OMG standard for adaptive case management. In: Ehlers, J., Thalheim, B. (eds.): *Proceedings of the 7th International Conference on Subject-Oriented Business Process Management S-BPM ONE 2015*, Article No. 4.
- Liu, E, Hanss, A., Schmid, M., Elger, G. (2015): The Influence of Phosphor Layer and Sidecoating on the Thermal Performance and the Structural Function of Modern Waver Level High Power LEDs. *21th IEEE International Workshop on THERMAL INVESTIGATIONS OF IC'S AND SYSTEMS (Therminic 2015)*. Paris, France, 30.09.-02.10.2015.
- Martin, J., Vögele, U., Endisch, C. (2015): Effects of errors in position- and navigation data on predictive vehicle operational strategy optimization. *Proceedings of the 2015 IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety (ICVES)*. Yokohama, Japan, 05.-07.11.2015, p. 190-195.
- Mürken, M., Simon, M., Pforr, J., Hackner, T. (2015): Application of a floating H-Bridge converter to stabilize the automotive Energy Net. *Proceedings of IEEE Energy Conversion and Exposition (ECCE)*. Montreal, Canada, 20.-24.09.2015.
- Nemtanu, F. C., Nemtanu, M. I., Schlingensiepen, J. (2015): The Impact of Corporate Social Responsibility on Smart Cities. *European Conference on Business & Management 2015 (EBMC15)*. Brighton & Hove, UK, 09.-12.07.2015.
- Nemtanu, F., Schlingensiepen, J., Buretea, D. (2015): Cloudification of urban logistics. *Responsible Entrepreneurship- Vision, Development and Ethics. Proceedings of the 9th International Conference for Entrepreneurship, Innovation and Regional Development*. Bucharest, Romania, 23.-24.06.2016.
- Notomista, G., Botsch, M. (2015): Maneuver Segmentation for Autonomous Parking Based on Ensemble Learning. *2015 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)*. Killarney, Ireland, 12.-17.07.2015.
- Paryanto, Brossog, M., Bornschlegl, M., Franke, J. (2015): Reducing energy consumption of industrial robots in manufacturing systems. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 78 (5/6/7/8), p. 1315-1328.

- Pichler, B., Riener, A. (2015): Evaluation of Historical Electric Vehicle (EV) Driving Data to Suggest Improvements in Driving Efficiency. Adjunct Proceedings of the 7th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications (AutomotiveUI'15). Nottingham, UK, 01.-03.09.2015.
- Pichler, B., Riener, A. (2015): An Interactive Exploration Tool for Detailed E-Vehicle Range Analysis. Mensch und Computer 2015, Workshop Automotive HMI. Stuttgart, Germany, 06.-09.09.2015.
- Pöppel, J. (2015): Das Tinnitusprojekt an der TH Ingolstadt. *Lärmbekämpfung*, 10 (1), S. 35-38.
- Raab, A., Legl, K. (2015): Einweiserbeziehungsmanagement: eine zukunftsorientierte Strategie für Krankenhäuser. In: Weigand, A., Blum, K. (Hrsg.): Sanierung – Erkennen | Vorbeugen | Abwenden. Deutsche Krankenhaus Verlagsgesellschaft, Düsseldorf.
- Rackow, T., Donhauser, T., Hübler, J., Schuderer, P., Franke, J. (2015): Planung von Energieverbräuchen in der Produktion: Vorschlag und Diskussion von Methoden zur Unterstützung des Energiemanagements. *wt – Werkstattstechnik online*, 105 (5), S. 329-333.
- Rackow, T., Donhauser, T., Schuderer, P., Franke, J. (2016): Integrated Energy-Controlling in Industrial Value Chains. *Applied Mechanics and Materials*, 805, p. 86-93.
- Rackow, T., Franke, J. (2015): Energie und Kosten sparen durch Energiemanagementsysteme. *Mechatronik News*, 15 (08), S. 3-4.
- Rackow, T., Götz, J., Schuderer, P., Franke, J. (2015): Energieverbräuche in der Kosten- und Leistungsrechnung. *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 110 (4), S. 218-222.
- Rackow, T., Javied, T., Donhauser, T., Martin, C., Schuderer, P., Franke, J. (2015): Green Cockpit: Transparency on Energy Consumption in Manufacturing Companies. *Procedia CIRP*, 26, p. 498-503.
- Rackow, T., Javied, T., Schießl, S., Schuderer, P., Franke, J. (2015): Energiekosten und Energiemanagement: Studie über den Umgang mit Energie in produzierenden Unternehmen. *Industrie Management*, 31 (3), S. 49-52.
- Rackow, T., Kohl, J., Canzaniello, A., Schuderer, P., Franke, J. (2015): Energy Flexible Production: Saving Electricity Expenditures by Adjusting the Production Plan. *Procedia CIRP*, 26, p. 235-240.
- Rackow, T., Schuderer, P., Franke, J. (2015): Effizientes Energie-Controlling. *Controlling and Management Review (CMR)*, 59 (4), p. 60-67.
- Reiter, C., Trinkl, C., Zörner, W., Hanby, V. I. (2015): A Dynamic Multinode Model for Component-Oriented Thermal Analysis of Flat-Plate Solar Collectors. *Journal of Solar Energy*, 2015, p. 1-16.
- Ressel, C., Naroska, E., Stockmanns, G., Braun, M., Schlingensiepen, J., Iurgel, I., Koenen, S., Ribeiro, P., Christen, O. (2015): Mobile-mobil im Leben "Mobilität mit dem ÖPNV für alle-auch für eingeschränkte Personen! 8. AAL-Kongress 2015. Frankfurt/Main, Germany, 29.-30.04.2015.
- Riebl, R., Günther, H.-J., Facchi, C., Wolf, L. (2015): Artery -- Extending Veins for VANET applications. Proceedings of the Fourth International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems (MT-ITS 2015). Budapest, Hungary, Juni 2015.
- Riebl, R., Facchi, C. (2015): Regain Control of Growing Dependencies in OMNeT++ Simulations. Proceedings of the "OMNeT++ Community Summit 2015". Zurich, Switzerland, 03.-04.09.2015.
- Riebl, R., Neumeier, N., Facchi, F. (2015): Inter-Vehicle Communication on the Run – Experiences from Tweaking Veins Runtime Performance. Proceeding of the 3rd GI/ITG KuVS Fachgespräch Inter-Vehicle Communication (FG-IVC 2015). Ulm, Germany, 19.-20.03.2015, p. 25-28.
- Riener, A., Noldi, J. (2015): Cognitive load estimation in the car: Practical experience from lab and on-road tests. 7th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications (AutomotiveUI'15), Workshop „Practical Experiences in Measuring and Modeling Drivers and Driver-Vehicle Interactions“. Nottingham, UK, 01.-03.09.2015.
- Roncaroli, F., Meier, R. (2015): Kinetics of the reaction of nitric oxide with polypyridylamine iron(II) complexes. *Journal of Coordination Chemistry*, 68 (17-18), p. 2990-3002.
- Sattler, K., Diedrich, C., Brandmeier, T. (2015): Manöverbasiertes Testen in Kombination mit evolutionären Algorithmen. *at – Automatisierungstechnik*, 63 (6), S. 450-464.
- Schartmüller, C., Riener, A. (2015): Field Studies to Investigate Safety Distance Violation with a Low-cost Observation System. Adjunct Proceedings of the 7th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications (AutomotiveUI'15). Nottingham, UK, 01.-03.09.2015.
- Schlingensiepen, J., Naroska, E., Bolten, T., Christen, O., Schmitz, S., Ressel, C. (2015): Empowering People with Disabilities Using Urban Public Transport. *Procedia Manufacturing*, (3), p. 2349-2356.
- Schlingensiepen, J., Naroska, E., Christen, O., Bolten, T. (2015): Utilize public transport for disabled people. Proceedings of the ITS World Congress 2015. Bordeaux, France, 05.-09.10.2015.
- Schlingensiepen, J., Nemtanu, F., Mehmood, R., McCluskey, L. (2015): Autonomous Transport Management Systems—Enabler for Smart Cities, Personalized Medicine, Participation and Industry Grid/Industry 4.0. In: Sładkowski, A., Pamuła, W. (eds.): Intelligent Transportation Systems – Problems and Perspectives. Springer, p. 3-35.
- Schlingensiepen, J., Mehmood, R., Nemtanu, F. C. (2015): Framework for an Autonomic Transport System in Smart Cities. *Cybernetics and Information Technologies 15 (5 Special Issue)*, p. 50-62.
- Schlingensiepen, J., Stockmanns, J., Naroska, E., Christen, O., Bolten, T. (2015): Personal smart travel agent for empowering persons with disabilities using public transport. *Transport Problems*, 10, p. 5-14.
- Schmidt, W., Borgert, S., Fleischmann, A., Heuser, L., Müller, C., Schweizer, I. (2015): Smart Traffic Flow. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 52 (4), S. 585-596.
- Schröder, J., Tomanek, D. P. (2015): Wert, Wertschöpfung und Verschwendung. In: Woratschek, H., Schröder, J., Eymann, T., Buck, M. (Hrsg.): Wertschöpfungsorientiertes Benchmarking: Logistische Prozesse in Gesundheitswesen und Industrie. Springer, Berlin, S. 13-24.
- Schröder, L., Tomanek, D. P. (2015): Wertschöpfungsoptimierung von klinischen Unterstützungsprozessen. In: Woratschek, H., Schröder, J., Eymann, T., Buck, M. (Hrsg.): Wertschöpfungsorientiertes Benchmarking: Logistische Prozesse in Gesundheitswesen und Industrie. Springer, Berlin, S. 123-138.
- Schulz, C., Raab, A. (2015): Einweiserbeziehungsmanagement im Markt für Rehabilitationsleistungen – Die Bedeutung von Zuweisermarketing in deutschen Rehakliniken. *Gesundheitsökonomie & Qualitätsmanagement*, 2.
- Serno, M. (2015): ElSynchroLog: Gestaltung bestandsarmer Wertschöpfungsprozesse bei hoher Variantenvielfalt. In: Franke, J., Kreitlein, S., Höft, A. (Hrsg.): Tagungsband zum 2. Green Factory Bavaria Kolloquium 2015: Energieeffiziente Produktion, S. 67-70.
- Sommer, S., Hüneke, M., Zörner, W. (2015): Developing a concept for drying moringa leaves using bio-energy and solar energy. International Conference on Clean Energy for Sustainable Growth In Developing Countries. Palapye, Botswana, 16.-18.09.2015.
- Sonnleitner, M., Bär, K., Häring, G., Zörner, W. (2015): Biostrom – Steuerbare Stromerzeugung. In: Thrän, D., Pfeiffer, D. (Hrsg.): 6. Statuskonferenz – Bioenergie – Mehr als eine sichere Reserve. Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH (DBFZ). Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, Leipzig, 11.-12.11.2015.

Sprogies, M., Schmidt, W. (2015): *Introducing S-BPM at an IT Service Providers*. In: Fleischmann, A., Schmidt, W., Stary, C. (eds.): *S-BPM in the Wild – Practical Value Creation*. Springer, Berlin Heidelberg, p. 55-74.

Stark, M., Antoni, O., Sonnleitner, M., Zörner, W. (2015): *Anreiz zur flexibilisierten Fahrweise von Kraftwerken mit fester Biomasse*. *Energiewirtschaftliche Tagesfragen*, 1, S. 60-63.

Stark, M., Sonnleitner, M., Zörner, W. (2015): *Hochtemperaturspeicher zur flexiblen Stromerzeugung in Biomasse HKW*. In: Thrän, D., Pfeiffer, D. (Hrsg.): *6. Statuskonferenz – Bioenergie – Mehr als eine sichere Reserve*. Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH (DBFZ). Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, Leipzig, 11.-12.11.2015.

Stenzel, P., Richnow, J., Franke, J., Endisch, C. (2015): *Impact of the needle winding technology on the operational behavior of an asynchronous machine*. *IEEE 5th International Conference of Electric Drives Production (EDPC)*. Nürnberg, Germany, 15.-16.09.2015, p. 1-8.

Vögele, U., Endisch, C. (2015): *Potential analysis of predictive optimal velocity control for electric and conventional vehicles*. *Proceedings of the 2015 IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety (ICVES)*. Yokohama, Japan, 05.-07.11.2015, p. 196-201.

Wechsler, M., Simon, M., Edler, S., Pforr, J. (2015): *A simple technique to measure semiconductor switching and conduction losses of inverters at specified chip temperatures*. *Proceedings of IEEE Energy Conversion and Exposition (ECCE)*. Montreal, Canada, 20.-24.09.2015.

Wiedemann, L., Sonnleitner, M., Goldbrunner, M., Zörner, W. (2015): *BI0OPT-MIX. Verbesserung der Durchmischung in Biogasfermentern durch methodische Rührwerksoptimierung im Laborversuch*. In: Thrän, D., Pfeiffer, D. (Hrsg.): *6. Statuskonferenz – Bioenergie – Mehr als eine sichere Reserve*. Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH (DBFZ). Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, Leipzig, 11.-12.11.2015.

Wiedemann, L., Sonnleitner, M., Goldbrunner, M., Zörner, W. (2015): *Untersuchung von Durchmischungsvorgängen in optisch zugänglichen Behältern. Durchmischung im Biogasprozess*. *Forschungskolloquium Bioenergie, Ostbayerisches Technologie-Transfer-Institut e.V. (OTTI)*. Straubing, Germany, 11.-12.02.2015.

Zeindl, M., Facchi, C. (2015): *WOC: A New Weighted Ordinal Classification*. *International Workshop on Complex methods for data and web mining, WIC 2015 workshop CMDWM*. Singapore, 06.-09.12.2015.

Vorträge 2015

Bienert, J. (2015): *Elimination von Störgeräuschen bei Innengeräuschmessungen von PKW*. *Deutsche Gesellschaft für Akustik – Jahrestagung (DAGA)*. Nürnberg, Germany, 19.03.2015.

Bienert, J., Andersen, P., Aguirre, R. C. (2015): *A Harmonic Peak Reduction Technique For Operational Modal Analysis Of Rotating Machinery*. *International Operational Modal Analysis Conference (IOMAC)*. Gijon, Spain, 15.05.2015.

Bornschlegl, M., Großmann, D., Hübner A. (2015): *Augmented Reality – Neue Möglichkeiten zur Auswertung und Visualisierung von Produktionsinformationen*. *SCHULEWIRTSCHAFT-Tagung: Lebenswelt 4.0 Pack ma's!* Ingolstadt, Germany, 25.09.2015.

Donhauser, T. (2015): *Valid methodology for using discrete event simulation in the area of building brick manufacturing to reduce the complexity and consumption of resources*. *48th CIRP International Conference on Manufacturing Systems*. Ischia, Italy, 24.-26.06.2015.

Doyé, T. (2015): *Lehrmodule in der Elektromobilität – länderübergreifende Studiengänge*. *Nationale Bildungskonferenz*. Berlin, Germany, 24.02.2015.

Doyé, T. (2015): *Innovationen aus Forschung und Bildung – Qualifizierung für die Elektromobilität*. *Nationale Konferenz Elektromobilität*. Berlin, Germany, 16.06.2015.

Doyé, T. (2015): *Akademische Bildungsinitiative zur Elektromobilität Bayern-Sachsen*. *Bildungskonferenz Schaufenster Niedersachsen*. 27.11.2015.

Gold, R. (2015): *Path-preserving reductions of directed graphs*. *46th International Conference on Combinatorics, Graph Theory and Computing (CGTC 46)*. Boca Raton, USA, 02.-06.03.2015.

Hanß, A. (2015): *The Influence of Voids in Solder Joints on Thermal Performance and Reliability Investigated with Transient Thermal Analysis*. *THERMINIC 2015*. Paris, France, 30.09.2015.

Hauber, J. (vortragend); Huber, K. (2015): *Determination of fuel's knock resistance by GKI and RON**. *Tagung des Fachausschuss Mineralöl- und Brennstoffnormung – FAM, NA 062-06-43 AA*. Lohmar, Germany, 18.11.2015.

Hauber, J. (vortragend); Huber, K. (2015): *Determination of fuel's knock resistance by GKI and RON**. *ISO-Meeting ISO/TC 28/WG 15 "Anti-knock and ignition testing for high octane fuels"*. Austin, USA, 10.12.2015.

Kim, W.-K., Schweiger, H.-G. (2015): *Entwicklung einer Methode zum Nachweis der Robustheit von HV Batteriesystemen*. *Batteriestammtisch der TU München*. München, Germany, 19.11.2015.

Kostetzer, L., Schweiger, H.-G. (2015): *Field based electrochemical battery simulation under external induced thermal gradients*. *Advanced Battery Power. Symposium for Research, Development and Science*. Münster, Germany, 28.04.2015.

Lieske, C. (2015): *Bewerbung und Gehalt*. *Workshop der Bayerischen Eliteakademie*. Feldkirchen-Westerham, Germany, 11.03.2015.

Lieske, C. (2015): *Überforderte Arbeitnehmer versus Generation Y*. *Audi Kolloquium*. Ingolstadt, Germany, 22.09.2015.

Lohrenz, F. (2015): *Offene Hochschule Oberbayern – neue Wege im Lebenslangen Lernen in Bayern*. 4. Symposium „*Duales Studium in Bayern*“, Technische Hochschule Nürnberg. Nürnberg, Germany, 12.03.2015.

Machuca, E., Schweiger, H.-G. (2015): *12 Volt starter battery with lithium cells and capacitors for cold cranking*. *8th International Conference on Advanced Lithium Batteries for Automobile Applications 2015*. Bilbao, Spain, 30.09.-02.10.2015.

Machuca, E., Schweiger, H.-G. (2015): *12 Volt starter battery with lithium cells and capacitors for cold cranking*. *Congress Batteries 2015*. Nice, France, 07.-09.10.2015.

Pöppel, J. (2015): *Das Tinnitusprojekt – Einblicke*. *Konferenz der Dt. Gesellschaft für Akustik, DAGA*. Nürnberg, Germany, 16.-19.3.2015.

Raab, A. (2015): *Kurorte und Heilbäder als Kompetenzzentren für Prävention und Gesundheit*. *Expertenhearing Präventionsgesetz (Staatsministerium für Gesundheit und Pflege in Bayern)*.

Raab, A. (2015): *Entwicklung des Bayerischen Krankenhauses*. *Hanns-Seidel-Stiftung, Kloster Banz*.

Raab, A. (2015): *Cross mediale Kommunikation, wie geht es richtig? Die Emotion ist auf allen Kanälen wichtig*. *Hauptstadtkongress 2015 (Teilkongress Krankenhaus Klinik Rehabilitation)*. Berlin, Germany, 10.-12.06.2015.

Raab, A. (2015): *Zuweiser-Beziehungsmanagement als Schlüssel zur Belegungssicherung*. *Reha-Wirtschaftstag (Deutsche Krankenhausgesellschaft)*. Berlin, Germany, 15.12.15.

Schumm, B. (2015): *Einführung von CRM-/BI-Systemen im mittelständischen Versandhandel am Beispiel der Pollin Electronic GmbH*. 24. *CRM-/BI-Symposium des Forschungsnetzwerk Wirtschaftsinformatik e. V. Beilngries*, Germany, 15.10.2015.

Schweiger, H.-G. (2015): *Forschung und Lehre im Bereich der Batteriesysteme an der THL Universität Stuttgart*. Stuttgart, Germany, 2015.

Schweiger, H.-G. (2015): *Fahrzeugsicherheit und Elektromobilität. 5. Tag der Elektromobilität. Ingolstadt, Germany, 20.05.2015.*

Schweiger, H.-G., Machuca, E., Vlasov, S., Steger, F. (2015): *12 V lithium-ion starter batteries. eMobility Workshop in PRASA-RobMech 2015. Port Elizabeth, South Africa, 25.-27.11.2015.*

Soal, K., Bienert, J., Bekker, A. (2015): *Operationalmodal Analysis On The Polar Supply And Research Vessel The S.A. AGULHAS II. International Operational Modal Analysis Conference (IOMAC). Gijon, Spain, 15.05.2015.*

Soal, K., Bekker, A., Bienert, J. (2015): *Structural Vibration Analysis On The Polar Supply And Research Vessel The S.A. AGULHAS II IN ANTARCTICA. Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions (POAC). Trondheim, Norway, 14.-18.06.2015.*

Sonnleitner, M. (2015): *Systemsimulation und Anlagenauslegung als Basis für neue Betriebsszenarien am Beispiel einer Demonstrations-Biogasanlage. Wissenschaftliche Fachtagung Flexibilisierung der Biomasse – Was Holz und Biogas zur Energiewende leisten. Ingolstadt, Germany, 19.05.2015.*

Stark, M. (2015): *Innovative Dampfspeicherkonzepte zur Entkopplung von Kraftwerksfeuerung und Stromproduktion. Wissenschaftliche Fachtagung Flexibilisierung der Biomasse – Was Holz und Biogas zur Energiewende leisten. Ingolstadt, Germany, 19.05.2015.*

Terschek, R., Hauber, J. (beide vortragend), Huber, K. (2015): *Analysis of the existing and recommendations for a new engine-based test procedure to determine fuel's knock resistance. ASTM Summer Meeting, Subcommittee D02.01.0C – Test Equipment, Procedures, and Instrumentation. Fort Lauderdale, USA, 23.06.2015.*

Vlasov, S., Schweiger, H.-G. (2015): *Modeling and Simulation of 12V Li-Ion Starter Batteries and Validation of the Results by Experiments. Applied Research Conference 2015. Nürnberg, Germany, 03.07.2015.*

Publikationen 2016

Altmannshofer, S., Endisch, C. (2016): *Robust Vehicle Mass and Driving Resistance Estimation. Proceedings of the American Control Conference. Boston, USA, 06.-08.07.2016.*

Altmannshofer, S., Martin, J., Gerngroß, M., Endisch, C. (2016): *Robust Estimation of Vehicle Longitudinal Dynamics Parameters. Proceedings of IEEE Intelligent Vehicles Symposium. Gothenburg, Sweden, 19.-22.06.2016.*

Axmann, B. (2016): *Digitalisierung der Fabrik – Industrie 4.0: Motivation, Herausforderungen und Lösungen. ZWF Zeitschrift für den wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 111, S. 143-147.*

Bader, M. A., Gassmann, O. (2016): *Patent Management Throughout the Innovation Life Cycle. In: Schuhmacher, A., Hinder, M., Gassmann, O. (eds.): Value Creation in the Pharmaceutical Industry – The Critical Path to Innovation. Wiley-VCH, Weinheim, p. 461-474.*

Baier, L., Rackow, T., Donhauser, T., Pfeffer, D., Schuderer, P., Franke, J. (2016): *Logistical Integration of Smart Homes for Automated Consumer Goods Supply Based on Smart Refrigerators. Advanced Engineering Forum, 19, p. 107-115.*

Barfuß, G. S. (2016): *Nachhaltigkeit in der Lieferkette am Beispiel der Automobilindustrie. Versuch einer Bewertung und Vorschläge zur Nachbesserung. In: Myska, M. (Hrsg.): TÜV Umweltmanagement-Berater. TÜV Media GmbH TÜV Rheinland Group, Köln.*

Bayer, P., Rivera, J. A., Schweizer, D., Schärli, U., Blum, P., Rybach, L. (2016): *Extracting past atmospheric warming and urban heating effects from borehole temperature profiles. Geothermics, 64, p. 289-299.*

Beckenbauer, D., Cheng, V., Zörner, W. (2016): *Netzgestaltung und Ertragsoptimierung solarthermisch unterstützter Nahwärmenetze im Geschosswohnbau. TUM Applied Technology Forum. Ingolstadt, Germany, 04.04.2016.*

Beckenbauer, D., Klärner, M., Zörner, W. (2016): *Konzeptvorstellung der Nachrüstung dezentraler Solarthermieanlagen in ein Wärmenetz. 26. Symposium Thermische Solarenergie. Bad Staffelstein, Germany, 20.-22.04.2016.*

Beckenbauer, D., Klärner, M., Zörner, W., Cheng, V. (2016): *Decentralised Integration of Solar Thermal Plants into an Existing District Heating System. 4th Solar District Heating Conference. Billund, Denmark, 21.-22.09.2016.*

Binder, T. (2016): *Topologieoptimierung einer Frontklappe. 34. International CAD/FEM Ansys Simulation conference. Nürnberg, Germany, 05.-07.10.2016.*

Blum, P., Menberg, K., Pfister, S., Bayer, P. (2016): *Life cycle assessment of geothermal power generation. European Geothermal Congress. Strassbourg, France, 19.-23.09.2016.*

Bornschlegl, M. (2016): *Methods-Energy Measurement – Eine Methode zur Energieplanung für Fügeverfahren im Karosseriebau. In: Franke, J., Merklein, M., Schmidt, M. (Hrsg.): Fertigungstechnik – Erlangen, Band 285. Meisenbach, Bamberg.*

Bornschlegl, M., Müller, A., Bregulla, M., Franke, J. (2016): *Methods-Energy Measurement – An Approach for Sustainable Energy Management of Manufacturing Technologies. Journal of Cleaner Production, 135, p. 644-656.*

Bornschlegl, M., Müller, A., Bregulla, M., Mantwill, F., Franke, J. (2016): *Lebenszyklusbetrachtungen im Planungsprozess. Integration einer Lebenszyklusbetrachtung von Fertigungstechnologien im automobilen Karosseriebau. wt Werkstattstechnik online, 106 (1/2), S. 89-93.*

Braun, T., Riess, H., Klärner, M., Zörner, W. (2016): *Herausforderungen bei der Leistungsprüfung von Großkollektoren. 26. Symposium Thermische Solarenergie. Bad Staffelstein, Germany, 20.-22.04.2016.*

Chaulwar, A., Botsch, M., Krueger, T., Miebling, T. (2016): *Planning of safe trajectories in dynamic multi-object traffic-scenarios. Journal of Traffic and Logistics Engineering, 4 (2), p. 135-140.*

Chaulwar, A., Botsch, M., Utschick, W. (2016): *A Hybrid Machine Learning Approach for Planning Safe Trajectories in Complex Traffic-Scenarios. 15th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications. Anaheim, USA, 18.-20.12.2016.*

Conti, F., Hanss, A., Fischer, C., Elger, G. (2016): *Thermogravimetric investigation on the interaction of formic acid with solder joint materials. New Journal of Chemistry, 12 (40), p. 10482-10487.*

Decker, A. (2016): *Connected Customer: Eine digitale (R)Evolution. In: FRANKFURT BUSINESS MEDIA GmbH (Hrsg.): Managementkompass, Customer Experience Management. Q2/2016, F.A.Z. Fachverlag, S. 32-35.*

Decker, A. (2016): *Was genau ist Social Service? In: Babka, S. (Hrsg.): Social Media für Führungskräfte. Springer Gabler, Wiesbaden, S. 82-85.*

Decker, A. (2016): *Was genau ist Social CRM? In: Babka, S. (Hrsg.): Social Media für Führungskräfte, Springer Gabler, Wiesbaden, S. 85-89.*

Donhauser, T., Lohse, J., Franke, J., Schuderer, P. (2016): *Efficient method for optimizing calcium silicate masonry unit manufacturing using simulation-based optimization and decomposition. In: Franke, J., Kreitlein, S. (eds.): Applied Mechanics and Materials (Volume 856): Energy Efficiency in Strategy of Sustainable Production Vol. II, p. 99-108.*

Donhauser, T., Rackow, T., Hirschbrunn, J., Schuderer, P., Franke, J. (2016): *Valid Methodology for Using Discrete Event Simulation to Improve the Resource Consumption for the Manufacturing of Masonry Units. In: Teti (ed.): 2015 -- 48th CIRP Conference on MANUFACTURING, 41, p. 57-62.*

Doric, I., Frison, A.-K., Wintersberger, P., Riener, A., Wittmann, S., Zimmermann, M., Brandmeier, T. (2016):

- A Novel Approach for Researching Crossing Behavior and Risk Acceptance: The Pedestrian Simulator. *AutomotiveUI'16 Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*. Ann Arbor, USA, 24-26.10.2016, pp. 6.
- Doyé, T. (Hrsg.) (2016): *CSR und Human Resources Management – Die Relevanz von CSR für modernes Personalmanagement*. Springer Gabler.
- Doyé, T. (2016): *CSR als Leitprinzip für Human Resource Management*. In: Doyé, T. (Hrsg.): *CSR und Human Resources Management – Die Relevanz von CSR für modernes Personalmanagement*. Springer Gabler.
- Doyé, T. (2016): *Mit gesellschaftlichem Engagement zum Erfolg*. *Human Resources Manager*, Juni/Juli 2016, S. 84-86.
- Doyé, T., Pohlmann, S., Vierzigmann, G. (2016): *Wissenschaftliche Weiterbildung voranbringen – Vorwort*. In: Pohlmann, S., Vierzigmann, G., Doyé T. (Hrsg.): *Weiter Denken durch wissenschaftliche Weiterbildung*. Springer VS, Wiesbaden, S. 507-544.
- Duschner, T., Hamacher, T., Zörner, W. (2016): *Gestaltung und Analyse der kombinierten solaren Strom- und Wärmezeugung für Wohngebäude und –siedlungen*. *TUM Applied Technology Forum*. Ingolstadt, Germany, 06.04.2016.
- Duschner, T., Klärner, M., Trinkl, C., Zörner, W. (2016): *Simulationsbasierter Vergleich von solarenergetischer Energieversorgung für Einfamilienhäuser mit unterschiedlichen Effizienzklassen*. 26. *Symposium Thermische Solarenergie*. Bad Staffelstein, Germany, 20.-22.04.2016.
- Duschner, T., Klärner, M., Zörner, W. (2016): *Energetic and economic comparison of different energy concepts based on solar energy for residential buildings*. *Proceedings of the EuroSun 2016, International Solar Energy Society (ISES)*. Palma, Spain, 11.-14.10.2016.
- Duschner, T., Klärner, M., Zörner, W. (2016): *Gegenüberstellung von Energiekonzepten für Einfamilienhäuser mit solarthermischen als auch solarelektrischen Komponenten*. *Gleisdorf Solar 2016 – 12. Internationale Konferenz für Solares Heizen und Kühlen*. Gleisdorf, Austria, 08.-10.06.2016.
- Ehrenwirth, M., Cheng, V., Zörner, W. (2016): *Theoretische und experimentelle Untersuchung kunststoffbasierter Drain-Back-Solaranlagen*. *TUM Applied Technology Forum*. Ingolstadt, Germany, 06.04.2016.
- Ehrenwirth, M., Klärner, M., Conti, F., Trinkl, C., Zörner, W. (2016): *Messtechnische Untersuchung solarthermischer Kunststoffkollektoren*. *Gleisdorf Solar 2016 – 12. Internationale Konferenz für Solares Heizen und Kühlen*. Gleisdorf, Austria, 08.-10.06.2016.
- Ehrenwirth, M., Klärner, M., Conti, F., Trinkl, C., Zörner, W. (2016): *Messtechnische Untersuchung solarthermischer Kunststoffkollektoren*. 26. *Symposium Thermische Solarenergie*. Bad Staffelstein, Germany, 20.-22.04.2016.
- Elger, G., Hanss, A., Schmid, M., Liu, E., Karbowski, U., Derix, R. (2016): *Reliability Monitoring of Miniaturized LED Light Sources*. *Smart System Integration*. München, Germany, 09.-10.03.2016.
- Elger, G., Müller, D., Hanß, A., Schmid, M., Liu, E., Karbowski, U., Derix, R. (2016): *Transient thermal analysis for accelerated reliability testing of LEDs*. *Microelectronic Reliability*, 64, p. 605-609.
- Fleischmann, A., Schmidt, W., Stary, C., Fichtenbauer, C. (2016): *Pattern-Based Engineering of Systems-of-Systems for Process Execution Support*. In: M. Kurosu (ed.): *Human-Computer Interaction, Part I. HCI'16*. *Lecture Notes in Computer Science*, 9731, p. 1-10.
- Frison, A.-K., Wintersberger, P., Rieni, A. (2016): *First Person Trolley Problems: Evaluation of Drivers' Ethical Decisions in a Driving Simulator*. *AutomotiveUI'16 Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*. Ann Arbor, USA, 24-26.10.2016, pp. 6.
- Gassmann, O., Bader, M. A. (2016): *Patentmanagement. Innovationen nutzen und schützen*. 4. vollständig überarbeitete und aktualisierte Auflage. Springer, Berlin Heidelberg.
- Gassmann, O., Krech, C. A., Bader, M. A., Reepmeyer, G. (2016): *Out-Licensing in Pharmaceutical Research and Development*. In: Schuhmacher, A., Hinder, M., Gassmann, O. (eds.): *Value Creation in the Pharmaceutical Industry – The Critical Path to Innovation*. Wiley-VCH, Weinheim, p. 363-380.
- Goldmann, F., Hahn, O., Tetzlaff, U., Kunze, S. (2016): *Structural morphologies in the case of the resistance spot welding of aluminium/steel joints*. *Welding and Cutting*, 15 (1), p. 60-65.
- Goldmann, F., Hahn, O., Tetzlaff, U., Kunze, S. (2016): *Gefügemorphologien beim Widerstandspunktschweißen von Aluminium-Stahl-Verbindungen*. *Schweißen und Schneiden*, 67 (5), S. 238-244.
- Gromoff, A., Fleischmann, A., Schmidt, W. (2016): *Management of business processes: modern methods*. *biblio-online.ro*, Moscow.
- Gschossmann, S., Raab, A. (2016): *Content-Marketing als Strategie der Zukunft im Krankenhaus*. In: Pfannstiel, M. A., Da-Cruz, P., Mehlich, H. (Hrsg.): *Digitalisierung von Dienstleistungen im Gesundheitswesen, Band II*. Springer Verlag, Wiesbaden, S. 107-127.
- Günther, H.-J., Riebl, R., Wolfs, L., Facchi, C. (2016): *Collective Perception and Decentralized Congestion Control in Vehicular Ad-hoc Networks*. *IEEE VNC Vehicular Networking Conference*. Columbus, USA, 08.-10.12.2016.
- Häring, G., Sonnleitner, M., Bär, K., Brown, N., Zörner, W. (2016): *Demonstration of Controllable Electricity Production via Biogas Plants*. *Chemical Engineering & Technology*, 40.
- Halmheu, R., Otto, B., Pauleser, T. (2016): *Laser scanner detection and localization of successively arranged mobile robots*. *Proceedings of ISR 2016: 47st International Symposium on Robotics*. München, Germany, 21.-22.06.2016, p. 1-7.
- Hanss, A., Hutter, M., Trodler, J., Elger, G. (2016): *SMD Löten mit flussmittelfreier SnAgCu Lötpaste*. *Deutsche IMAPS Konferenz*. München, Germany, 20.-21.10.2016.
- Hasirlioglu, S., Doric, I., Lauerer, C., Brandmeier, T. (2016): *Modeling and simulation of rain for the test of automotive sensor systems*. *2016 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)*. Gothenburg, Sweden, 19.-22.06.2016, p. 286-291.
- Hauber, J. (2016): *Entwicklung eines motorischen Prüfverfahrens zur Bestimmung der Zündwilligkeit von konventionellen und alternativen Dieselmotoren*. *Dissertation, Universität Rostock*. FVTR-Verlag, Rostock.
- Hauber, J., Huber, K. (2016): *GKI – Gasoline Knock Index. Neues Klopfestigkeitsprüfverfahren*. In: Krahl, J., Munack, A., Eilts, P., Bünger, J.: *Kraftstoffe für die Mobilität von morgen*. Cuvillier Verlag, Göttingen, S. 97.
- Hauber, J., Huber, K. (2016): *BioFiRe – Biogenic Fuel Ignition Research. Motorisches Zündwilligkeitsprüfverfahren*. In: Krahl, J., Munack, A., Eilts, P., Bünger, J.: *Kraftstoffe für die Mobilität von morgen*. Cuvillier Verlag, Göttingen, S. 99.
- Hehenkamp, N., van Wagenveld, R., Schönwetter, D., Facchi, F., Margul, U., Fey, D., Mader, R. (2016): *How to Speed up Embedded Multi-core Systems Using Locality Conscious Array Distribution for Loop Parallelization*. *ARCS 2016, FORMUSIC Workshop*. Nürnberg, Germany.
- Herrmann, P., Stenzel, P., Vögele, U., Endisch, C. (2016): *Optimization Algorithms for Maximizing the Slot Filling Factor of Technically Feasible Slot Geometries and Winding Layouts*. *6th International Electric Drives Production Conference and Exhibition (EDPC)*. Nürnberg, Germany, 30.11.-01.12.2016.
- Hiergeist, S., Holzappel, F. (2016): *Fault-tolerant FCC Architecture for future UAV systems based on COTS SoC*. *29th International Conference on Architecture of Computing Systems; Proceedings of ARCS 2016*. Nürnberg, Germany, 04.-07.04.2016.
- Hiermeier, M., Mürken, M., Hackner, T., Pforr, J. (2016): *Impact of the automotive energy net impedance on the voltage-stabilization performance of a floating*

- capacitor H-Bridge converter. *Proceedings of IEEE 18th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE'16 ECCE Europe)*. Karlsruhe, Germany, 05.-09.09.2016.
- Hiermeier, M., Pforr, J., Mürken, M., Hackner, T. (2016): Measurement technique to determine the impedance of automotive energy nets for stability analysis purpose based on a floating capacitor H-bridge converter. *Proceedings of 2016 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE)*. Milwaukee, USA, 18.-22.09.2016.
- Hofbauer, G., Sangl, A. (2016): Creating Value through Contemporary Procurement and Integration Management. In: Hamranová, A., Bolek, V., Molnár, P., Poláková, F.: *Business Intelligence as a Tool for Knowledge Development in Business Organizations: book of scientific papers*. Publishing House Ekonom, Bratislava, p. 31-40.
- Hofbauer, G., Sangl, A. (2016): The Role of Procurement in Creating Value. In: Simberova, I., Zizlavsky, O., Milichovsky, F. (Hrsg.): *Proceeding of ICEM 2016 21 International Scientific Conference Economics and Management, Smart and Efficient Economy: Preparation for the Future Innovative Economy*. Brno, Czech Republic, 19.-20.05.2016, pp. 146.
- Hofbauer, G., Sangl, A. (2016): The Role of Procurement in Creating Value. In: Simberova, I., Zizlavsky, O., Milichovsky, F. (Hrsg.): *Proceeding of ICEM 2016 21 International Scientific Conference Economics and Management, Smart and Efficient Economy: Preparation for the Future Innovative Economy*. Brno, Czech Republic, 19.-20.05.2016, p. 550-556.
- Hofbauer, G., Sangl, A. (2016): The Impact of Procurement on Value Creation. In: Javakhishvili, I., Tbilisi State University, Economics and Business Faculty (eds.): *Challenges of Globalization in Economics and Business. Conference Proceedings of the International scientific conference "Challenges of Globalization in Economics and Business"*. Publishing House „Universal“, Tbilisi, Georgia, 09.11.2016.
- Homann, F., Bader, M. A. (2016): Protecting local RSD in the BRICs. *Intellectual Asset Management Magazine*, issue 75, p. 28-33.
- Huber, W. (2016): Assistiertes und automatisiertes Fahren – Ansätze und Auswirkungen im Straßenverkehr. *Deutscher Straßen- und Verkehrskongress, FGSV-Nr. 001/26, Forschungsgesellschaft Straßen- und Verkehrswesen*. Bremen, Germany, 27.-29.09.2016.
- Járdán, R. K., Stumpf, P., Varga, Z., Endisch, C., Sipos, P., Simon, M. (2016): Laboratory system for measurement of iron losses in high speed drives. *International Journal of Hydrogen Energy*, 41 (29), p. 12650-12658.
- Javied, T., Rackow, T., Stankalla, R., Sterk, C., Franke, J. (2016): A Study on Electric Energy Consumption of Manufacturing Companies in the German Industry with the Focus on Electric Drives. *Procedia CIRP*, 41, p. 318-322.
- Jünger, M., Papesch, G. (2016): Customer Touchpoint Management in der Kommunikation von EVU – Ansätze zur Optimierung. *Energiewirtschaftliche Tagesfragen*, 12, S. 58-60.
- Koval, L., Ritzer, S., Suchandt, T. (2016): A Mechanical Testbench for a Backlash Free Drive System. *Applied Research Conference 2016 (ARC 2016)*. Augsburg, Germany, 24.06.2016, p. 69-73.
- Lachner, F., Frison, A.-K., Schneider, H., Rieni, A. (2016): The Truth Behind User Experiences: An Interdisciplinary Journey to Enable Multiple Customer Touchpoints. *NordiCHI 2016 Workshop Experience Design for Multiple Customer Touchpoints*. Gothenburg, Sweden, 24.10.2016, p. 5.
- Leitner, L., Lagrange, A., Endisch, C. (2016): End-of-line fault detection for combustion engines using one-class classification. *2016 IEEE International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM 2016)*. Banff, Canada, 12.-15.07.2016, p. 207-213.
- Linsner, R., Brauchle, A., Stehle, A., Barfuß, G. S. (2016): Nachhaltigkeitsmanagement der Automobilzulieferer. Zwischen externen Anforderungen und eigenen Ansprüchen. *Studienbericht Horváth & Partners*, Stuttgart 2016.
- Liu, E, Ankit, B. R., Elger, G. (2016): Assessment of assembly quality of Chip scale Package LEDs on insulated metal substrate. *17th International Conference on Electronic Packaging Technology (ICEPT)*. Wuhan, China, 16.-19.08.2016.
- Liu, E, Hanss, A., Schmid, M., Elger, G. (2016): The influence of the phosphor layer as heat source and up-stream thermal masses on the thermal characterization by transient thermal analysis of modern wafer level high power LEDs. *Microelectronic Reliability*, 67, p. 29-37.
- Liu, E, Ma, Z., Hanss, A., Zhao, L., Elger, G. (2016): Practical international standard for transient thermal resistance measurements for LEDs. *13th China International Forum on Solid State Lighting (SSLChina 2016)*. Beijing, China, 15.-17.11.2016.
- Lohrentz, F. (2016): Beispiel erfolgreicher Anpassungsprozesse. In: Pohlmann, S., Vierzigmann, G., Doyé T. (Hrsg.): *Weiter Denken durch wissenschaftliche Weiterbildung*. Springer VS, Wiesbaden, S. 568-571.
- Machuca-García, E., Löchel, J., Schweiger, H.-G. (2016): 12 V lithium ion starter batteries. *Proceedings of PCIM Europe 2016*. Nürnberg, Germany, 10.-12.05.2016.
- McCluskey, T. L., Derrible, S., Gomes, D., Schlingensiepen, J., Thakuria, P. V., Van Katwijk, R. (2016): hello ... Situation Aware Systems Integration (SASI). In: *Gesellschaft für Informatik (GI) (eds.): Computational Challenges in Cooperative Intelligent Urban Transport (Dagstuhl Seminar 16091)* (6), p. 140-142.
- Meidenbauer, A., Reinhardt-Meinzer, N., Ulfert, L. (2016): Qualität sichern. In: Pohlmann, S., Vierzigmann, G., Doyé T. (Hrsg.): *Weiter Denken durch wissenschaftliche Weiterbildung*. Springer VS, Wiesbaden, S. 507-544.
- Menberg, K., Pfister, S., Blum, P., Bayer, P. (2016): A matter of meters: state of the art in the life cycle assessment of enhanced geothermal systems. *Energy & Environmental Science*, 9 (9), p. 2720-2743.
- Moll, K.-U. (2016): Lean Development. In: Lindemann, U. (Hrsg.): *Handbuch Produktentwicklung*. Hanser-Verlag, München, S. 571-619.
- Müller, A., Bornschlegl, M., Mantwill, F., Bregulla, M. (2016): Lebenszykluskosten in der Digitalen Fabrik – Optimierte Entscheidungsfindung durch Erweiterung der Produktionsplanung um Folgekosten. *ZWF Zeitschrift für Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 05/2016, S. 251-255.
- Müller, M., Nadarajan, P., Botsch, M., Utschick, W., Böhmländer, D., Katzenbogen, S. (2016): A Statistical Learning Approach for Estimating the Reliability of Crash Severity Predictions. *19th IEEE Intelligent Transportation Systems Conference*. Rio de Janeiro, Brazil, 01.-04.11.2016.
- Müller, T., Endisch, C. (2016): Compensation techniques for iterative rig control in multi-axial durability testing. *2016 IEEE 21st International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA)*. Berlin, Germany, 06.-09.09.2016.
- Müller, T., Vögele, U., Endisch, C. (2016): Disturbance compensation for iterative control of suspension durability test rigs. *2016 IEEE International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM 2016)*. Banff, Canada, 12.-15.07.2016.
- Müller, T., Ziegmann, J., Krüner, S., Endisch, C. (2016): Optimization of inverse model identification for multi-axial test rig control. *Proceedings of the 3rd International conference on Control, Mechatronics and Automation (ICCA)*, 42.
- Nadarajan, P., Botsch, M. (2016): Probability Estimation for Predicted-Occupancy Grids in Vehicle Safety Applications Based on Machine Learning. *IEEE Intelligent Vehicles Symposium*. Gothenburg, Sweden, 19.-22.06.2016.
- Nempanu, F., Schlingensiepen, J., Buretea, D., Iordache, V. (2016): Mobility as a service in smart cities. *Proceedings of the 9th International Conference for Entrepreneurship, Innovation and Regional Development*. Responsible

- Entrepreneurship Vision, Development and Ethics. Bucharest, Romania, 23.-24.06.2016.
- Nemtanu, F. C., Costea, I. M., Badescu, I., Iordache, V., Schlingensiepen, J. (2016): The framework of using models for comparative assessment of traffic sensors. 2016 IEEE 22nd International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME). Brasov, Romania, 20.-23.10.2016, p. 51-55.
- Notomista, G., Kammenhuber, A., Nadarajan, P., Botsch, M., Selvaggio, M. (2016): Relative Motion Estimation Based on Sensor Eigenfusion Using a Stereoscopic Vision System and Adaptive Statistical Filtering. 47. International Symposium on Robotics (ISR). München, Germany, 21.-22.06.2016.
- Notomista, G., Selvaggio, M., Sbrizzi, F., Di Maio, G., Grazioso, S., Botsch, M. (2016): A fast airplane boarding strategy using online seat assignment based on passenger classification. *Journal of Air Transport Management*, 53, p. 140-149.
- Raab, A., Legl, K. (2016): Einweiserbeziehungsmanagement. In: Pfannstiel, M. (Hrsg.): Dienstleistungsmanagement im Krankenhaus. Springer, Wiesbaden, S. 107-135.
- Reuter, C., Kolpatzik, M. (2016): Netzwerke knüpfen. In: Pohlmann, S., Vierzigmann, F., Doyé T. (Hrsg.): Weiter Denken durch wissenschaftliche Weiterbildung. Springer VS, Wiesbaden, S. 135-156.
- Riebl, R., Monz, M., Varga, S., Janicke, H., Maglaras, L., Al-Bayatti, A. H., Facchi, C. (2016): Improved Security Performance for VANET Simulations. 4th IFAC Symposium on Telematic Applications, V2X-Communication in Vehicle Safety session. Porto Alegre, Brazil, 06.-09.11.2016.
- Riener, A. (2016): Die Einführung von hochautomatisiertem Fahren: Potenziale, Risiken, Probleme. In: Kaltenecker, A. (Hrsg.): Unterwegs in die Zukunft: Visionen zum Straßenverkehr. MANZ Verlag, Wien, S. 107-118.
- Riener, A. (ed.) (2016): Doctoral Colloquium Proceedings. Adjunct Proc. AutomotiveUI'16 Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications. Ann Arbor, USA, 23.10.2016.
- Riener, A., Boll, S., Kun, A. L. (2016): Automotive User Interfaces in the Age of Automation (Report of Dagstuhl Seminar 16262). *Dagstuhl Reports*, 6 (6), p. 111-157.
- Riener, A., Geisler, S., van Laack, A., Pfleging, B. (2016): Workshop Automotive HMI – Zusammenfassung und thematischer Überblick. MSC 2016, Workshop Automotive HMI. Aachen, Germany, 05.09.2016, pp. 6.
- Riener, A., Jeon, M., Ferscha, A. (2016): Human-Car Confluence: Socially-Inspired Driving Mechanisms. In: Gaggioli, A., Ferscha, A., Riv, G., Dunne, S., Viaud-Delmon, I. (eds.): *Human Computer Confluence. Transforming Human Experience Through Symbiotic Technologies*. DE GRUYTER OPEN, p. 294-310.
- Riener, A., Jeon, M., Alvarez, I., Frison, A.-K. (2016): Driver in the loop: Best Practices in Automotive Sensing and Feedback Mechanisms. In: Meixner, G., Mueller, C. (eds.): *Automotive User Interfaces – Creating Interactive Experiences in the Car*. Springer, pp. 30.
- Riener, A., Jeon, M., Alvarez, I., Pfleging, B., Mirning, Chuang, A. L. (2016): Ethically Inspired User Interfaces for Decision Making in Automated Driving. *AutomotiveUI 2016*. 06.2016, pp. 5.
- Riener, A., Wintersberger, P., Hempen, T., Brandmeier, T., Lauerer, C., Hasirlioglu, S., Reway, F. (2016): A Flexible Mixed Reality Test Environment to Improve Simulation-based Testing for Highly Automated Driving. In: Kompaß, K.: *Aktive Sicherheit und Automatisiertes Fahren. 2. Expertendialog zu Wirksamkeit – Beherrschbarkeit – Absicherung*. expert Verlag, Essen, p. 192-204.
- Riess, H., Klärner, M., Zörner, W. (2016): Thermal simulation and efficiency of a hermetically sealed flat plate collector with a fully adhesive edge bond. *Proceedings of the EuroSun 2016, International Solar Energy Society (ISES)*. Palma, Spain, 11.-14.10.2016.
- Ritzer, S., Suchandt, T. (2016). 100%ig spielfrei. *Fachzeitschrift KEM*, 03, S. 16-17.
- Rivera, J. A., Blum, P., Bayer, P. (2016): Influence of spatially variable ground heat flux on closed-loop geothermal systems: Line source model with nonhomogeneous Cauchy-type top boundary conditions. *Applied Energy*, 180, p. 572-585.
- Rybach, L., Rivera, J. A., Blum, P., Bayer, P. (2016): Influence factors in the depth domain of borehole heat exchangers – global warming and urban heating. *European Geothermal Congress*. Strassbourg, France, 19.-23.11.2016.
- Salich, S., Lang, M., Pfaff, J. (2016). Investigation of the zero-current switched class E converters for automotive wireless power transfer inductive charging applications. *Proceedings of IEEE 18th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE'16 ECCE Europe)*. Karlsruhe, Germany, 05.-09.09.2016.
- Schallmo, D., Rusnjak, A., Anzengruber, J., Werani, Th., Jünger, M. (Hrsg.) (2016): *Digitale Transformation von Geschäftsmodellen: Grundlagen, Instrumente und Best Practices*. Springer.
- Schober, W., dos Santos Filho, H. T. (Hrsg.) (2016): *Mobilität. Innovation. Anwendung. Deutschland – Brasilien 2013–2016. Die strategische Partnerschaft AWARE*. Universitätsverlag der UFPR, Parana. Gefördert durch den Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD) und das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).
- Schwierz, A., Holzapfel, F. (2016): Certification of Microcontroller based Safety-Critical Avionics. 29th International Conference on Architecture of Computing Systems; Proceedings of ARCS 2016. Nürnberg, Germany, 04.-07.04.2016.
- Seifert, G. (2016): I/O Subsystem Interference and Possible Mitigation or Avoidance. 29th International Conference on Architecture of Computing Systems; Proceedings of ARCS 2016. Nürnberg, Germany, 04.-07.04.2016.
- Serno, M. (2016): ElSynchroLog: Gestaltung bestandsarmer Wertschöpfungsprozesse bei hoher Variantenvielfalt. In: Franke, J., Kreitlein, S., Höft, A. (Hrsg.): *Tagungsband zum 3. Green Factory Bavaria Kolloquium 2016*.
- Serno, M., Franke, J., Schuderer, P. (2016): Milkrun Goes Green: Der Routenzug als ressourcenschonende Alternative für den innerbetrieblichen Transport. *Handling*, 5, S. 52-53.
- Serno, M., Renz, C., Endrizzi, S., Franke, J., Schuderer, P. (2016): A Method and a Software-Tool for Comparing Inbound Logistics Systems in Respect of Energy Consumption. In: Franke, J., Kreitlein, S. (Hrsg.): *Applied Mechanics and Materials (Volume 856): Energy Efficiency in Strategy of Sustainable Production Vol. II.*, p. 20-30.
- Sommer, S., Klärner, M., Zörner, W. (2016): Analyse marktverfügbarer Regler für solarthermische Anlagen und Vergleich mit Open Source Entwickler-Boards. 26. Symposium Thermische Solarenergie. Bad Staffelstein, Germany, 20.-22.04.2016.
- Somogyvari, M., Jalali, M., Jimenez, S., Bayer, P. (2016): Advanced Geometrical Characterization of Fracture Networks via Tomographic Imaging. 43rd IAH Congress. Montpellier, France, 23.-29.09.2016.
- Somogyvari, M., Jalali, M., Bayer, P. (2016): Reconstruction of fracture network geometry using thermal tracer tomography. *ZHYDRO Seminar 2016*. Zurich, Switzerland, 09.11.2016.
- Somogyvari, M., Jalali, M., Bayer, P. (2016): Fracture network characterization using a stochastic transdimensional algorithm. 14th Swiss Geoscience Meeting. Geneva, Switzerland, 18.11.-19.11.2016.
- Speth, T., Riebl, R., Brandmeier, T., Facchi, C., Jumar, U., Al-Bayatti, A. H. (2016): VANET Coverage Analysis for GPS Augmentation Data in Rural Area. 4th IFAC Symposium on Telematic Applications, V2X-Communication in Vehicle Safety session. Porto Alegre, Brazil, 06.-09.11.2016.
- Speth, R., Riebl, R., Brandmeier, T., Facchi, C., Al-Bayatti, A. H., Jumar, U. (2016): Enhanced Inter-Vehicular Relative Positioning. 19th IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC 2016). Rio de Janeiro, Brazil, 01.-04.11.2016.

- Stark, M., Sonnleitner, M., Zörner, W., Greenough, R. (2016): Approaches for dispatchable biomass plants with particular focus on steam storage devices. *Chemical Engineering & Technology*, 40.
- Steger, F., Nitsche, A., Schweiger, H.-G., Belski, I. (2016): Teaching Battery Basics in Laboratories: Comparing Learning Outcomes of Hands-on Experiments and Computer-based Simulations. *Proceedings of the 27th Australasian Association for Engineering Education (AAEE) Annual Conference. Coffs Harbour, Australia, 04.-07.12.2016*.
- Swart, D. J., Bekker, A., Bienert, J. (2016): The Comparison and Analysis of Standard Production Electric Vehicle Drive-Train Noise. *International Journal of Vehicle Noise and Vibration*, 12 (3), p. 260-276.
- Taspinar, B., Schmidt, W., Schuhbauer, H. (2016): Gamification in education: a board game approach to knowledge acquisition. *Proceedings of the International Conference on Knowledge Management, ICKM 2016, Vienna, Austria. Elsevier Procedia Computer Science*, 99, p. 101-116.
- Thambi, J., Schiessl, A., Waltz, M., Lang, K.-D., Tetzlaff, U. (2016): Modified constitutive creep law with micro-mechanical modelling of Pb-free solder alloys. *ASME Journal of electronic package: November 2016*.
- Thambi, J., Tetzlaff, U., Schiessl, A., Lang, K.-D., Waltz, M. (2016): High cycle fatigue behaviour and generalized fatigue model development of lead-free solder alloy based on local stress approach. *Microelectronics Reliability*, 66, p. 98-105.
- Tomanek, D. P., Schröder, J., Wirz M. (2016): Value Added Heat Map – A new method for the optimization of production space. In: Sawik, T.: *International Conference on Industrial Logistics (ICIL): Sammlung der Konferenzbeiträge. Alnus Sp. z o.o, Krakow, p. 315-323*.
- Vaas, S., Reichenbach, M., Margull, U., Fey D. (2016): The R2-D2 Toolchain – Automated Porting of Safety-Critical Applications to FPGAs. *2016 International Conference on Reconfigurable Computing and FPGAs, ReConFig2016. Cancun, Mexico, 30.11.-02.12.2016*.
- Vaculin, O., Wech, L., Steiniger, U., Lewerenz, P., Prokop, G. (2016): Prüfung und Genehmigung. Virtuelle Prüfungen als Ergänzung von realen Prüfungen für die Typengenehmigung von Fahrassistenzsystemen. In: Klaffke, W. (Hrsg.): *Methodenentwicklung für Aktive Sicherheit und Automatisiertes Fahren. 2. Expertendialog zur Wirksamkeit – Beherrschbarkeit – Absicherung. Haus der Technik Fachbuch 144. Expert-Verlag GmbH, Essen, S. 76-87*.
- Vögele, U., Endisch, C. (2016): Predictive Vehicle Velocity Control using Dynamic Traffic Information. *SAE 2016 World Congress and Exhibition. Detroit, USA, 12.-14.04.2016*.
- Wiedemann, L., Conti, F., Janus, T., Sonnleitner, M., Zörner, W. (2016): Mixing in Biogas Digesters and Development of an Artificial Substrate for Laboratory-Scale Mixing Optimization. *Chemical Engineering & Technology*, 40.
- Wiederer, J., Leitner, L., Endisch, C., Reiss, H. (2016): Fast Crank-Angle Based OD Simulation of Combustion Engine Cold Tests including Manufacturing Faults and Production Spread. *SAE International Journal of Passenger Cars – Mechanical Systems*, 9 (1), p. 321-335.
- Winterhalder, S., Engenhorst, K., Fraunhofer, A. (2016): Bildungspartnerschaften gestalten. In: Pohlmann, S., Vierzigmann, G., Doyé T. (Hrsg.): *Weiter Denken durch wissenschaftliche Weiterbildung. Springer VS, Wiesbaden, S. 507-544*.
- Wintersberger, P., Frison, A.-K., Riener, R., Ng Boyle, L. (2016): Towards a Personalized Trust Model for Highly Automated Driving. *M&C 2016, Workshop Automotive HMI. Aachen, Germany, 05.09.2016, pp. 6*.
- Wintersberger, P., Riener, A. (2016): Trust in Technology as a Safety Aspect in Highly Automated Driving. *Journal of Interactive Media, Special Issue on Human-Machine Interaction and Cooperation in Safety-Critical Systems, i-com 2016, 15 (3), p. 1-14*.
- Wintersberger, P., Riener, A. (2016): Driven by Rewards: A Ridesharing System Addressing Flexible Commuting Requirements. *11th International Conference on Persuasive Technology, Workshop on Persuasion in Transport Applications. Salzburg, Austria, 05.-07.04.2016*.
- Wintersberger, P., Riener, A. (2016): Maximizing Driver Satisfaction and Productivity in Side Activities by Using Context-Aware Take-Over Timing. *EARPA FORM Forum 2016. Brussels, Belgium, 19.-20.10.2016, pp. 5*.
- Wintersberger, P., Riener, A. (2016): Determining the importance of fate to create publicly accepted moral agent. *AutomotiveUI'16 Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications, Workshop „Ethically Inspired User Interfaces for Decision Making in Automated Driving“. Ann Arbor, USA, 24.-26.10.2016, pp. 9*.
- Wintersberger, P., Riener, A., Frison, A.-K. (2016): Automated driving system, male, or female driver: Who would you prefer? Comparative analysis of passengers' mental conditions, emotional states and qualitative feedback. *AutomotiveUI'16 Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications. Ann Arbor, USA, 24-26.10.2016, p. 9*.
- Wittmann, R. G., Reuter, M. P., Jünger, M., Alexy, N. (2016): *Business Design Innovation – How to set entrepreneurial spirit free and drive your business toward success. Ziel Verlag, Augsburg*.
- Zeindl, M., Seitz, M., Facchi, C. (2016): Correlation of Change Size to Fault-Proneness: A Real Life Case Study. *13th ACS/IEEE International Conference on Computer Systems and Applications AICCSA 2016, Workshop for Data Science and Computing. Agadir, Morocco, 29.11-02.12.2016*.
- Zeitler, A., Hanti, T., Hiergeist, S., Schwierz, A. (2016): A communication system approach for a small scale RPAS demonstrator. *Digital Avionics Systems Conference (DASC), 2016 IEEE/AIAA 35th. Sacramento, USA, 25.-29.09.2016*.

Vorträge 2016

Bader, M. (2016): Schutz von Innovationen. *Barcamp, Gründerzentrum Ingolstadt. Ingolstadt, Germany, 18.06.2016*.

Bader, M. (2016): Internetbasierte Innovationsplattformen für kleine und mittlere Unternehmen und freie Erfinder, Universitäten, Hochschulen sowie Forschungseinrichtungen. *BMW. Berlin, Germany 30.06.2016*.

Bader, M. (2016): Best practice IP teaching to engineering and business students. *Cambridge University. Cambridge, UK, 16.09.2016*.

Bär, K., Häring, G., Hüneke, M., Sonnleitner, M., Zörner, W. (2016): Optimised Electricity Production by Biogas Plants. *iSEneC2016: Integration of Sustainable Energy Conference. Nürnberg, Germany, 11.-12.07.2016*.

Bär, K., Sonnleitner, M., Zörner, W. (2016): Concepts for Optimised Electricity Production via Biogas Plants. *24th European Biomass Conference. Amsterdam, Netherlands, 06.-09.06.2016*.

Baier, L. (2016): Automatisierte Konsumgüterversorgung im Smart Home am Beispiel des intelligenten Kühlschranks. *ELHome-Center Symposium 2016. Nürnberg, Germany, 30.11.-01.12.2016*.

Bienert, J. (2016): Enable Vehicle Interior Noise Measurements on Public Roads by Statistic Analysis. *Internoise Hamburg. Hamburg, Germany, 21.-24.08.2016*.

Bienert, J., Krehl, K. (2016): Eine neue Metrik für PKW-Windgeräusche aus Messungen auf öffentlichen Straßen auf Basis statistischer Korrelationen. *Deutsche Gesellschaft für Akustik – Jahrestagung (DAGA). Aachen, Germany, 14.-17.03.2016*.

Decker, A. (2016): CRM ÜBER BRAND ADVOCATES: Wie Sie die Befürworter Ihrer Marken zu Ihrem Sprachrohr machen. *Vortrag auf dem German CRM Forum. München, Germany, 16.-17.02.2016*.

Decker, A. (2016): Die Kunst zu Scheitern – Warum Deutschland für die digitale Transformation eine Kultur des Scheiterns braucht. *Strategieipfel*

- Marketing & Digital Marketing, Project Networks. Berlin, Germany, 28.06.2016.
- Decker, A. (2016): Disruptive und zukünftige Geschäftsmodelle – Wie werden sie die Wirtschaft verändern? Wie kann man sich darauf einstellen? Strategiegipfel Marketing & Digital Marketing, Project Networks. Berlin, Germany, 24.-25.11.2016.
- Donhauser, T. (2016): Simulationsgestützte energetische Optimierung für Stückgutfertigungen in der Prozessindustrie am Beispiel der Kalksandsteinherstellung. Green Factory Bavaria Kolloquium, Nürnberg, Germany, 30.11.-01.12.2016.
- Doric, I. (2016): A Novel Approach for Researching Crossing Behavior and Risk Acceptance: The Pedestrian Simulator. Automotive UI 2016-Konferenz. Ann Arbor, USA, 26.10.2016.
- Doyé, T. (2016): Akademische Bildungsinitiative zur Elektromobilität Bayern-Sachsen. Jahrestagung Schaufenster. 04.02.2016.
- Doyé, T. (2016): Podiumsdiskussion: Projektforum Qualifizierung + Bildung. Ergebniskonferenz Schaufenster Elektromobilität. Leipzig, Germany, 14.04.2016.
- Frison, A.-K. (2016): Seminar „Automotive User Interfaces in the Age of Automation“, Dagstuhl Seminar 16262, Leibniz-Zentrum auf Schloss Dagstuhl. Wadern, Germany, 26.06.-01.07.2016.
- Frison, A.-K. (2016): The Truth Behind User Experiences: An Interdisciplinary Journey to Enable Multiple Customer Touchpoints. Workshop „Experience Design for Multiple Customer Touchpoints“, NordiCHI 2016. Gothenburg, Sweden, 24.10.2016.
- Göldner, E.-H. (2016): Breitband-Access und IP-Core: Entwicklung und neue Trends. Kolloquium des IKR (Institut für Kommunikationsnetze und Rechnersysteme) der Universität Stuttgart. Stuttgart, Germany, 10.10.2016.
- Gold, R. (2016): Detection of control flow errors in directed graphs. 14th International Conference of Numerical Analysis and Applied Mathematics (ICNAAM 2016). Rhodes, Greece, 19.-25.09.2016.
- Hanß, A. (2016): Solder Process for Fluxless Solder Paste Applications. Electronic Components and Technology Conference 2016. ECTC. Las Vegas, USA, 01.06.2016.
- Hanß, A. (2016): SMD Lötten mit flussmittelfreier SnAgCu Lötpaste. IMAPS Herbstkonferenz 2016. München, Germany, 20.10.2016.
- Hanß, A. (2016): Practical International Standard for Transient Thermal Resistance Measurements for LEDs. 13th China International Forum on Solid State Lighting. Beijing, China, 16.11.2016.
- Hempfen, T. (2016): Flexible Mixed Reality Test Environment to Improve Simulation-based Testing for Highly Automated Driving. Tagung „Aktive Sicherheit und Automatisiertes Fahren“, Haus der Technik. Essen, Germany, 26.10.2016.
- Hoehstetter, M., Snare, T. C., Bienert, J., Verhey, J. L., Gabbert, U. (2016): Psychoacoustic prediction of the perceived quality of impulsive vehicle sounds: A cross-cultural study. 9. Symposium Motor- und Aggregateakustik. Magdeburg, Germany, 06.-07.07.2016.
- Hof, H.-J. (2016): Internet der Dinge und Datenschutz. „Digital leben: Chancen, Nutzen, Grenzen – die Perspektive des Verbrauchers“ des Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz. München, Germany, 05.10.2016.
- Hof, H.-J. (2016): Wege aus der Krise 4.0 – Sicherheit für Industrie 4.0. Anwenderkonferenz MB Connect Line. Dinkelsbühl, Germany, 10.11.2016.
- Hof, H.-J. (2016): Application Specific Attacker Models for VANETs. Joint German-Brasil Research Workshop on Mobility. München, Germany, 29.11.2016.
- Hofbauer, G., Sangl, A. (2016): The Role of Procurement in Creating Value. international scientific conference “Economics and Management 2016 (IICEM-2016)”. Brno, Czech Republic, 19.-20.05.2016.
- Hofbauer, G., Sangl, A. (2016): The Impact of Procurement on Value Creation. 5th International Congress of Young Scientists “Europe in a Changing World”. Koblenz, Germany, 04.-06.09.2016.
- Holzhammer, U. (2016): Bedarf an flexibler Stromerzeugung, Stromproduktion mittels Biogas als Teil der Energiewende. Statusseminar Biogas 2020+, Carmen e.V.. Würzburg, Germany, 13.-14.09.2016.
- Holzhammer, U., Schreiber, G. (2016): Smart Market Design in deutschen Verteilnetzen – Flexibilitätsoptionen, Ableitung von Barrieren, benötigte Flexibilität. Agora Energiewende. Berlin, Germany.
- Huber, W. (2016): Mensch oder Maschine – Wer steuert das Fahrzeug der Zukunft? 15. U.L.M. 2016, Digitalisierung in der Logistik – Technologien und ihre Auswirkungen auf die Geschäfte von morgen. Ulm, Germany.
- Keilbach, A. (2016): Design ist und bleibt resilient. 16. Kolloquium „Design promoviert“. Dessau, Germany, 20.11.2016.
- Keilbach, A., Peukert, D., Augsten, A. (2016): Entwurf design-orientierter Arbeitsweisen. Workshop bei der DGTF Tagung 2016 (Deutsche Gesellschaft für Designtheorie und -forschung e.V.), Reflecting Research. Dessau, Germany, 19.11.2016.
- Köber, C., Bönnen, D., Huth, C., Bienert, J. (2016): Charakterisierung der Empfindungsgrößen Sportlichkeit und Komfort basierend auf der subjektiven Beurteilung von Fahrzeuggeräuschen. Deutsche Gesellschaft für Akustik – Jahrestagung (DAGA). Aachen, Germany, 14.-17.03.2016.
- Kolpatzik, M. (2016): Berufsbegleitend Studieren im Gesundheitsmanagement. Handwerkskammer München, Treffen der regionalen Weiterbildungsinstitutionen. 16.03.2016.
- Kolpatzik, M., Lohrentz, F. (2016): Führungskräfteentwicklung im Rahmen des Studiengangs Management in Gesundheitsberufen. HR Excellence Awards 2016. Berlin, Germany, 02.12.2016.
- Kostetzer, L., Schweiger, H.-G. (2016): Understand and evaluate batteries with numerical simulation. 34. Cadfem ANSYS Simulation Conference. Nürnberg, Germany, 05.-07.10.2016.
- Krä, C. (2016): Erfahrungen und Probleme mit Schraubenverbindungen, Schadensbeispiele und Problemfälle mit verschiedensten Ursachen: Beanspruchung, Bearbeitung, Setzen, Montageverfahren u. a.; Abhilfemaßnahmen. Tagung „Die Schraubenverbindung im Maschinen- und Fahrzeugbau“ des Hauses der Technik. Essen, Germany, 16.-17.11.2016.
- Kupfer, S. (2016): AP 4 – Weiterbildung der Lehrenden. Arbeitstreffen des Netzwerks Offene Hochschulen „Vernetzt Euch!? – Innovative digitale Technologien für das berufsbegleitende Lehren und Lernen“. Weimar, Germany, 05.-06.12.2016.
- Lohrentz, F. (2016): Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft. Netzwerk Offene Hochschulen in Kooperation mit der Technischen Hochschule Ingolstadt und der Hochschule Albstadt-Sigmaringen, „Kooperationsmodelle mit Unternehmen“, Universität Ulm. Ulm, Germany, 02.02.2016.
- Lohrentz, F. (2016): Der Integrationscampus Neuburg der Technischen Hochschule Ingolstadt. DGWF-Jahrestagung Wien „Die Vielfalt der Lifelong Learners – Herausforderungen für die Weiterbildung an Hochschulen“. Vienna, Austria, 14.-16.09.2016.
- Machuca, E., Schweiger, H.-G. (2016): 12 V starter battery with lithium-ion cells and capacitors for cold cranking. PCIM Europe 2016. Nürnberg, Germany, 10.-12.05.2016.
- Nitsche, A., Schweiger, H.-G. (2016): Software system to examine the influence of GUL on the learning experience and to compare simulated with hands-on labs in engineering education. Applied Research Conference 2016. Augsburg, Germany, 24.06.2016.
- Raab, A. (2016): Der Rehapatient als Gast? Marketing und Vertrieb: Alles anders in der Rehabilitation. Hauptstadtkongress 2016 (Teilkongress Krankenhaus Klinik Rehabilitation). Berlin, Germany, 08.-10.06.2016.

- Riebl, R. Facchi, C. (2016): Car2X-Kommunikation: Was gibt die Technik her, wenn der Äther glüht? (V2X Communication: What does technology achieve when airwaves cause ripples?). Automotive Forum. Regensburg, Germany, Februar 2016.
- Riener, A. (2016): Where are we bound for? Persuasion in Transport Applications. Organisation und Moderation des Workshops im Rahmen der Konferenz Persuasive 2016. Salzburg, Austria, 05.04.2016.
- Riener, A. (2016): Der Mensch in Zeiten digitaler Selbstoptimierung. Junior Science Cafe, FS 11e Fachrichtung Sozialwesen. Ingolstadt, Germany, 11.07.2016.
- Riener, A. (2016): Center of Automotive Research on Integrated Safety Systems and Measurement Area (CARISSMA): Overview of Research and Cooperation Opportunities. Riga Technical University (RTU). Riga, Latvia, 25.-26.08.2016.
- Riener, A. (2016): 5. Workshop Automotive HMI. Organisation und Moderation des Workshops im Rahmen der Konferenz Mensch & Computer 2016. Aachen, Germany, 05.09.2016.
- Riener, A. (2016): Towards a Personalized Trust Model for Highly Automated Driving. Konferenz Mensch & Computer 2016. Aachen, Germany, 05.09.2016.
- Riener, A. (2016): PREVENTCRASH – „PREdiction of Road Usage and InterVENTion in Decision Making to avoid road CRASHes“. Organisation und Moderation eines Partnermeetings zum EU-Projektantrag. München, Germany, 19.09.2016.
- Riener, A. (2016): The Role of Trust in Technology and Ethical Behavior in Human Machine Interaction – Use case: Driver Vehicle Interaction. Zwischenkonferenz des Projekts „Vision Ingolstadt 2030“ der IG Metall Ingolstadt, CARISSMA. Ingolstadt, Germany, 14.10.2016.
- Riener, A. (2016): Doctoral Colloquium at Automotive UI-Konferenz 2016. Organisation und Moderation des Doktorandenkolloquiums auf der 8. Intern. Konferenz „Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Application“. Ann Arbor, USA, 23.10.2016.
- Riener, A. (2016): 1st Workshop on Ethically Inspired User Interfaces for Automated Driving. Organisation. Impulsvortrag sowie Moderation des Workshops auf der Intern. Konferenz „Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Application“. Ann Arbor, USA, 23.10.2016.
- Riener, A. (2016): Die Rolle von Technikvertrauen und Maschinenverhalten in der Mensch-Maschine Interaktion. AUDI AG I/BR, 17.11.2016.
- Riener, A. Boll, S., Kun, A. (2016): Automotive User Interfaces in the Age of Automation. Organisation und Moderation des Dagstuhl Seminar 16262, Leibniz-Zentrum auf Schloss Dagstuhl. Wadern, Germany, 26.06.-01.07.2016.
- Sauter, G. (2016): Hochschullehre trifft Digitalisierung – wie Lernen 4.0 die Hochschulbildung verändert. Netzwerktreffen Hochschullehrende der AUDI AG. Ingolstadt, Germany, 17.11.2016.
- Sennefelder, V. (2016): Anrechnung digital?! Bausteine zur Entwicklung einer Softwarelösung. Netzwerk Offene Hochschulen an der Technischen Hochschule Ingolstadt: Anrechnungswerkstatt – Stand und Perspektiven der Anrechnung außerhochschulischer Kompetenzen. Ingolstadt, Germany, 24.11.2016.
- Sennefelder, V. (2016): Anrechnungsverfahren mit IT unterstützen – vom Workflow zum Äquivalenzvergleich. Netzwerk Offene Hochschulen an der Technischen Hochschule Ingolstadt: Anrechnungswerkstatt – Stand und Perspektiven der Anrechnung außerhochschulischer Kompetenzen. Ingolstadt, Germany, 24.11.2016.
- Sonnleitner, M., Bär, K., Zörner, W. (2016): FlexFuture – Integration von Biogasanlagen in Netze mit hohem Anteil fluktuierender Stromerzeuger. C.A.R.M.E.N.-Symposium 2016: Energiefahrplan 2050 – Weichen stellen für morgen, C.A.R.M.E.N. e.V. Würzburg, Germany, 11.-12.06.2016.
- Stark, M., Zörner, W., Sonnleitner, M. (2016): High Temperature Storage Devices for a Controllable Power Output from Biomass Combustion Plants. 24th European Biomass Conference. Amsterdam, Netherlands, 06.-09.06.2016.
- Tomanek, D. P. (2016): Value Added Heat Map – A new method for the optimization of production space. International Conference on Industrial Logistics. Zakopane, Poland, 30.09.2016.
- Triebel, C., Luegmair, M., Skouvaklis, G., Bienert, J. (2016): Simulation der Störgeräuschneigung von Fahrzeugtüren bei Musikanregung. 3. NAFEMS DACH Regionalkonferenz. Bamberg, Germany, 25.-27.04.2016.
- Windisch, H.-M., Hackenberg, R., Speda, G., Schmid, A., Neubauer, K. (2016): Smart Energy Management – Regulations and Implementations in Europe. 17th International Annual Convention of the Society of Electrical and Electronics Engineers in Israel. Eilat, Israel, 08.-11.11.2016.
- Wintersberger, P. (2016): Driven by Rewards: A Ridesharing System Addressing Flexible Commuting Requirements. Workshop „Persuasion in Transport Applications“, Persuasive 2016. Salzburg, Austria, 05.04.2016.
- Wintersberger, P. (2016): „Automotive User Interfaces in the Age of Automation“, Dagstuhl Seminar 16262, Leibniz-Zentrum auf Schloss Dagstuhl. Wadern, Germany, 26.06.-01.07.2016.
- Wintersberger, P. (2016): Maximizing Driver Satisfaction and Productivity in Side Activities by Using Context-Aware Take-Over Timing. EARPA Form Forum. Brussels, Belgium, 19.10.2016.
- Wintersberger, P. (2016): Human Factors in Highly Automated Driving. Doctoral Colloquium, Automotive UI 2016. Ann Arbor, USA, 24.10.2016.
- Wintersberger, P. (2016): Determining the importance of fate to create publicly accepted moral agent“. 1st Workshop on Ethically Inspired User Interfaces for Automated Driving, Automotive UI 2016. Ann Arbor, USA, 24.10.2016.
- Wintersberger, P. (2016): Automated Driving System, Male, or Female Driver: Who'd You Prefer? Comparative Analysis of Passengers' Mental Conditions, Emotional States & Qualitative Feedback. AutomotiveUI'16 Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications. Ann Arbor, USA, 25.10.2016.
- Wintersberger, P. (2016): First Person Trolley Problems: Evaluation of Drivers' Ethical Decisions in a Driving Simulator. Automotive UI 2016-Konferenz. Ann Arbor, USA, 26.10.2016.

Impressum

Herausgeber

Prof. Dr. Walter Schober
Präsident der Technischen Hochschule Ingolstadt (V.i.S.d.P.)
Esplanade 10
D-85049 Ingolstadt
www.thi.de

Projektkoordination

Stabsstelle Marketing & Kommunikation
Katrín Legl, Referentin Marketingkommunikation
Tel +49 841 9348-2133
marketing@thi.de

Inhalte

Zentrum für Angewandte Forschung (ZAF)
Prof. Dr. Christian Facchi (verantw.), Wissenschaftlicher Leiter (ZAF)
Tel + 49 841 9348-7410
www.thi.de/forschung

Gestaltung

SCHMELTER BRAND DESIGN, München
www.schmelter-branddesign.de

Fotos

Quellenangabe: siehe Vermerk unter den jeweiligen Fotos

Druck

druckpruskil. gmbh
www.pruskil.de

Aufgrund der besseren Lesbarkeit wird in den Texten der Einfachheit halber zumeist die männliche Form verwendet. Die weibliche Form ist dabei immer mit eingeschlossen.

