



**Hochschule
Augsburg** University of
Applied Sciences

gP

2020

FORSCHUNG

gefragte Persönlichkeiten – Hochschule Augsburg



Raum für Ideen
Hochschule Augsburg



Liebe Leserinnen und Leser,
die rasche Ausbreitung des Corona-Virus hat unseren Alltag, unsere Arbeit und das Studium verändert. So musste das Sommersemester 2020 innerhalb kürzester Zeit auf Online-Lehre umgestellt werden. Diesen Kraftakt konnten wir durch eine geschlossene Teamleistung zur Zufriedenheit der Studierenden bewerkstelligen.

Im Bereich der Forschung können wir, trotz der teilweise starken Einschränkungen, positive Nachrichten vermelden. Im Juli 2020 genehmigte der Freistaat Bayern eine neue Anschubfinanzierung in Höhe von rund 2,14 Millionen Euro über vier Jahre für den Aufbau des neuen Transfer- und Forschungsbereichs „Integrated Safety Technologies“ am Hochschulzentrum Donau-Ries.

Im selben Monat konnten wir uns über eine weitere Förderung des Bayerischen Wissenschaftsministeriums für den Aufbau und die Einrichtung eines Technologietransferzentrums (TTZ) in Donauwörth mit dem Schwerpunkt „Data Analytics“ freuen. Mit einer Gesamtsumme von sechs Millionen Euro für den neuen Wissenschaftsstandort haben wir nun Planungssicherheit bis in das Jahr 2024. Das TTZ Donauwörth wäre ohne die Fürsprache von Stefan Rößle, Landrat des Landkreises Donau-Ries und Vorsitzender unseres Hochschul-Kuratoriums, sowie von Wolfgang Fackler (MdL) in dieser Form nicht möglich gewesen.

Mit den beiden Technologietransferzentren können wir ein umfassendes Angebot an Innovations- und Technologietransfer für die in Nordschwaben ansässigen, äußerst erfolgreichen kleinen und mittelständischen Unternehmen anbieten.

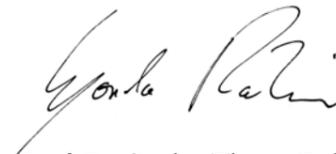
Auch beim KI-Wettbewerb des Bayerischen Wissenschaftsministeriums waren wir erfolgreich: Wir hatten uns zwei von den 50 zu vergebenden Professuren als Ziel gesetzt und konnten dies erreichen. Die Professuren werden in den Bereichen „Sprachtechnologien und kognitive Assistenz“ und „Produktion

für eine sichere digitale Wertschöpfung“ angesiedelt sein. Mit diesen Professuren und den dazugehörigen wissenschaftlichen Mitarbeiterstellen werden wir unsere Kompetenzen in dem zukunftsweisenden Forschungsfeld Künstliche Intelligenz weiter ausbauen.

Allen Kolleginnen und Kollegen, die mit ihrem Engagement in Lehre und Forschung zum Erfolg der Hochschule Augsburg und zu der hochaktuellen und bedarfsgerechten Ausbildung unserer gefragten Persönlichkeiten beitragen, sei ein herzlicher Dank ausgesprochen.

Ich wünsche Ihnen spannende Einblicke und inspirierende Anregungen mit diesem Bericht „gP Forschung 2020“.

Ihr



Prof. Dr. Gordon Thomas Rohrmair
Präsident der Hochschule Augsburg



Prof. Dr. Gordon Thomas Rohrmair
Präsident der Hochschule Augsburg

Nachgefragt bei ...

> **Prof. Dr. mont. Helmut Wieser ist seit Frühjahr 2019 Vizepräsident für Forschung und Entwicklung an der Hochschule Augsburg. Er lehrt und forscht an der Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik und hat den Schwerpunkt innovative Werkstoffe und Verbindungstechnik.**

Nachgefragt haben wir in diesem Interview bei ihm, was die Forschung an der Hochschule Augsburg so besonders macht.

Wo liegen die Stärken der Hochschule Augsburg im Bereich der Forschung?

Prof. Dr. mont. Wieser: Zwei Dinge machen die Hochschule Augsburg besonders stark: unsere Anwendungsorientierung und unsere „kleine Größe“.

Zum einen bleiben wir als Hochschule für angewandte Wissenschaften dem Wort „angewandte“ in unseren Forschungsvorhaben treu. Ziel unserer Forschungsthemen ist es, durchwegs konkrete Lösungen für konkrete Anwendungen und Fragestellungen zu erarbeiten. Sie sollen zeitnah einen Nutzen für Unternehmen und/oder die Gesellschaft bringen. Das schaffen wir unter anderem auch deshalb besonders gut, weil unsere forschenden Professor:innen aus der Praxis kommen und die Arbeitsweisen und Bedürfnisse unserer Partner sehr gut aus eigener Erfahrung kennen. Das schätzen unsere Kooperationspartner sehr.

Zum anderen sind wir – im Vergleich zu den großen Universitäten Bayerns – eine kleine Organisation mit enger regionaler Bindung. Dies macht uns zu einer vor allem regional sehr gut vernetzten Organisation. Durch unsere schlanken Strukturen können wir schnell, flexibel und interdisziplinär auf die Wünsche und Anliegen unserer Partner eingehen. Das macht uns auch interessant für kleinere Unternehmen, die sich mit ihren Themen häufig nicht zu den großen Universitäten in Bayern trauen.

Welche Ziele verfolgt die Hochschule Augsburg im Bereich der Forschung?

Prof. Dr. mont. Wieser: Mit unseren Forschungsaktivitäten verfolgen wir drei Ziele:

Als regional verankerte Hochschule wollen wir mit unseren Forschungsaktivitäten einen Beitrag dazu leisten, die Wirtschaft in der Region zu stärken und fit für die Zukunft zu machen. Wir gestalten den gesellschaftlichen und strukturellen Wandel, den wir gerade in dieser Zeit sehr stark wahrnehmen, mit unseren Erkenntnissen aktiv mit. Immer im Geiste eines verantwortungsbewussten und nachhaltigen Wachstums.

Zum zweiten wollen wir unsere Kompetenzfelder so entwickeln, dass wir national und international als Premiumpartner für die Wissenschaft und Wirtschaft gesehen werden.

Und „last but not least“ haben wir auch im Bereich Forschung einen Lehrauftrag. Wir führen junge Talente an das wissenschaftliche Arbeiten heran – und begleiten viele von ihnen bis zur Erlangung der Doktorwürde.

Wie können Unternehmen an den Forschungsaktivitäten der Hochschule Augsburg partizipieren?

Prof. Dr. mont. Wieser: Wir sind offen für jegliche Art der Kooperation. Das beginnt mit der Betreuung von Abschlussarbeiten, die gerne bei unseren Partnern aus der Wirtschaft durchgeführt werden können. Das geht über die reine Auftragsforschung, bei der wir unternehmensspezifische Fragestellungen untersuchen. Und es reicht bis hin zur Kooperation in Förderprojekten oder direkt finanzierten Forschungsvorhaben. Welches Format für das jeweilige Thema und Unternehmen am besten passt, klären wir vorher sorgfältig ab. Unser Institut für Technologie- und Wissenstransfer (ITW) ist die beste Anlaufstelle dafür.

Wie lässt sich Forschung und Lehre vereinbaren?

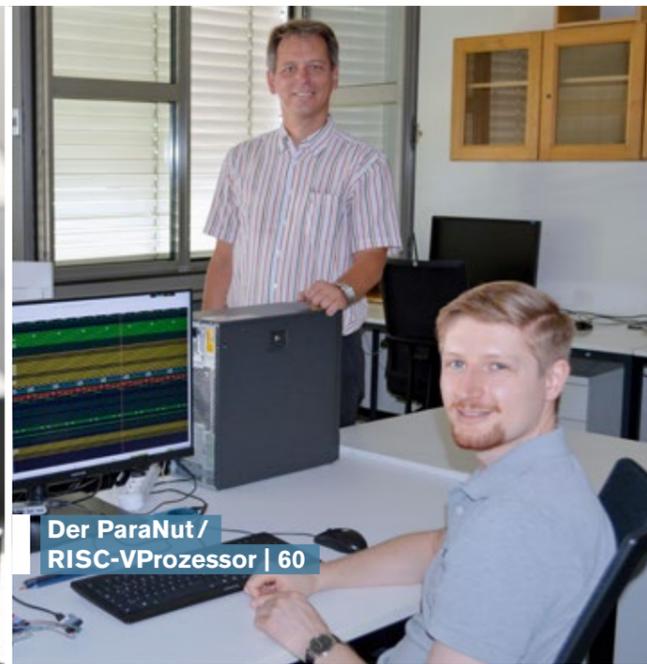
Prof. Dr. mont. Wieser: Forschung ist immer auch Lehre. Wir bilden ja junge Talente aus, indem wir ihnen neben allen fachlichen Themen vor allem die wissenschaftlichen Arbeitsweisen und effizientes Projektmanagement beibringen. Außerdem bieten unsere Projekte jede Menge spannende Themen für Abschlussarbeiten oder Projektarbeiten. Und in der Vorlesung macht es natürlich einen Unterschied, ob der oder die Dozent:in auch über Themen und Beispiele aus dem aktuellen Forschungsstand berichten kann oder nicht. Forschung ist also eine Bereicherung für die Lehre. Natürlich kostet Forschung auch Zeit. Aber im Zuge der High-Tech-Agenda Bayern wird sich auch in diesem Bereich sehr viel bewegen.



Prof. Dr. mont. Helmut Wieser
Vizepräsident für Forschung und Entwicklung
der Hochschule Augsburg



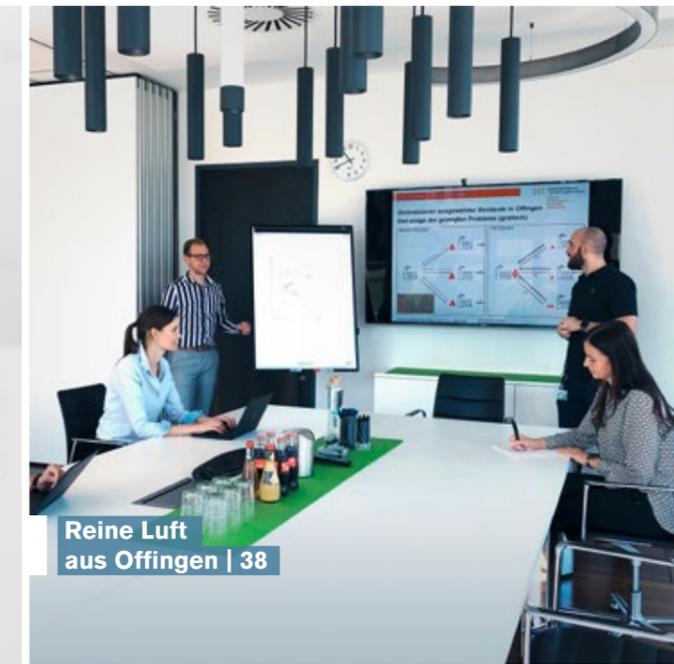
The future of Cutting | 34



Der ParaNut/ RISC-V-Prozessor | 60



Die Mensch-Maschine | 72



Reine Luft aus Offingen | 38

Vorwort & Interview

- 4 Prof. Dr. Gordon Thomas Rohrmair
- 6 Prof. Dr. mont. Helmut Wieser

Erfolge

- 10 Forschung an der Hochschule Augsburg

Standorte

- 16 Raum für Forschung

Forschungseinrichtungen

- 20 Institute und Forschungsgruppen

Projekte

- 26 **Ressourceneffizienz**
- 28 **MAI CampusCarbon 4.0 FastMove**
Prof. Dr.-Ing. André Baeten
- 30 **Fiber-Patch-Placement**
Prof. Dr.-Ing. André Baeten
- 32 **Stromversorgung im Wandel**
Prof. Dr.-Ing. Michael Finkel MBA
- 34 **The future of Cutting**
Prof. Dr.-Ing. Ralf Goller
- 36 **Fachkräftemangel und Innovation**
Prof. Dr. Jens Horbach
- 38 **Reine Luft aus Offingen**
Prof. Dr. Michael Krupp
- 40 **Vom OME-Rohprodukt zum Kraftstoff**
Prof. Dr. Thomas Osterland
- 42 **Project_Daedalos**
Prof. Robert Rose
Prof. Michael Kipp
- 44 **Urbaner Wirtschaftsverkehr Innenstadt**
Prof. Dr. Florian Waibel

46 Digitalisierung in Produktion und Dienstleistung

- 48 **NextCyPhREE**
Prof. Dr.-Ing. Martin Bauer
- 50 **KI gegen Lebensmittelverschwendung**
Prof. Dr.-Ing. Stefan Braunreuther
- 52 **Spin-offs aus der Wissenschaft**
Prof. Dr. Norbert Gerth
- 54 **Labor „Industrielle Sicherheit“**
Prof. Dr. rer. nat. Helia Hollmann
- 56 **Produktionsplattform ProLogCloud**
Prof. Dr. Florian Kerber
- 58 **Computer-Vision mit KI**
Prof. Dr.-Ing. Gundolf Kiefer
- 60 **Der ParaNut/RISC-V-Prozessor**
Prof. Dr.-Ing. Gundolf Kiefer
- 62 **Programmieren lernen mit KI**
Prof. Dr. Michael Kipp
- 64 **Datenbasierte Services für Unternehmen**
Prof. Dr. Björn Häckel
- 66 **Sichere Industrie 4.0 in Schwaben**
Prof. Dr. Björn Häckel
- 68 **Driverless Mobility**
Prof. Dr.-Ing. Carsten Markgraf
- 70 **CARE REGIO**
Prof. Dr.-Ing. Alexandra Teynor

72 Die Mensch-Maschine

- Prof. Andreas Muxel
- 74 **Intelligente Infrastruktur**
Mathias Pechinger
- 76 **Die Projekte SMILE und DARE**
Prof. Dr.-Ing. Alexandra Teynor
- 78 **Möglichkeiten einer Kooperation im Überblick**
- 79 **Impressum & Kontakt**

Forschung an der Hochschule Augsburg

Die angewandte Forschung im Fokus

Verständnis für Forschung

Forschung an den Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (HAW) gewinnt zunehmend an Bedeutung. Zum einen, weil der Freistaat Bayern den Wert von Forschung für die Zukunft des Wirtschaftsraums Bayern erkannt und mit der High-Tech-Agenda deutliche Impulse für die Weiterentwicklung des Forschungsprofils gesetzt hat. Zum anderen aber auch aufgrund von Erfolgen in unterschiedlichsten Themenfeldern, die bei unseren Partnern aus Wirtschaft und Forschung das Vertrauen in die Hochschule Augsburg wachsen lassen. Wir sind bekannt als verlässlicher und kompetenter Kooperationspartner für Forschungs- und Entwicklungsthemen.

Als HAW steht für uns in der Forschung die konkrete Anwendung im Fokus. Wir streben danach, Produkte und Prozesse zu verbessern und neues Wissen zu generieren. Die meisten unserer Forschungsprojekte sind so angelegt, dass konkrete Ergebnisse bereits nach

relativ kurzer Zeit – einige Monate oder wenige Jahre – in entsprechende Anwendungen umgesetzt werden können und damit einen Beitrag zur Weiterentwicklung unseres gesellschaftlichen Lebens leisten. Kurze Entwicklungszeiten und konkret nutzbare Ergebnisse sind vor allem für unsere Partner aus der Industrie von Bedeutung.

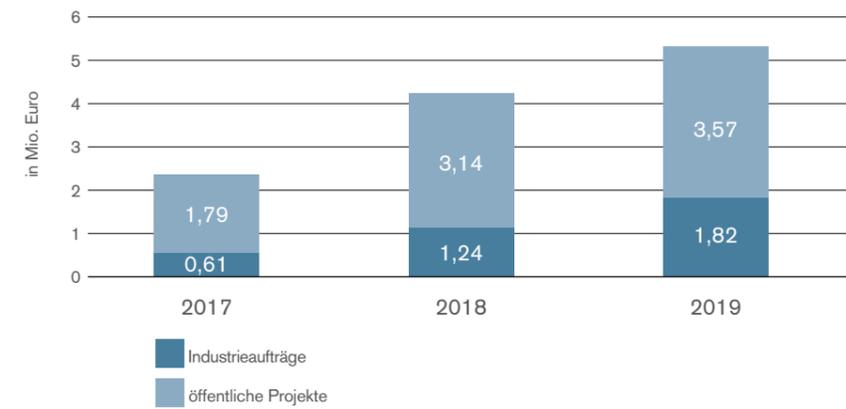
Forschung ist immer interdisziplinär. Als breit aufgestellte Hochschule mit überschaubarer Größe haben wir ein gut funktionierendes internes Kooperationsnetzwerk – auch fakultätsübergreifend – sowie zahlreiche Beziehungen zu inländischen und ausländischen Partnerhochschulen und -universitäten. Wir sind daher in der Lage, Probleme unter verschiedenen Aspekten zu analysieren und ganzheitlich zu lösen. Unsere rund 160 Professor:innen kommen aus der Praxis, arbeiten für unterschiedlichste Bereiche von Wirtschaft und Industrie und bringen eine enorme Bandbreite an Wissen und Erfahrungen mit.

Als Hochschule Augsburg sind wir eng mit der Region verbunden. Der direkte Kontakt zu den Menschen in der Region und der Dialog mit ihnen ist uns wichtig. Regionalität ist auch ein Benefit für die angewandte Forschung. Enger Kontakt mit unseren Kooperationspartnern aus

der Region und häufiger Austausch von Gedanken und Ergebnissen sind Erfolgsfaktoren für gute Forschungsergebnisse.

Und die Lehre? Die wird durch Forschung richtig spannend und anwendungsnah. Die Studierenden arbeiten an verschiedenen Forschungsvorhaben mit und schreiben Projekt- oder Abschlussarbeiten. Sie können realitätsnah am Produkt oder Prozess arbeiten und lernen – und Erfahrungen sammeln, die ihnen später den Einstieg in die berufliche Praxis erleichtern. Aber auch die Studierenden, die nicht direkt in Forschungsprojekte eingebunden sind, profitieren von einem regen Forschungsbetrieb: durch hochwertige Laborausstattung, viele Praxis- und Anwendungsbeispiele, die Aktualität der Lehrinhalte und durch ein aktives Netzwerk zwischen Hochschule und Wirtschaft.

Entwicklung der eingeworbenen Drittmittel 2017 bis 2019



Quelle: Hochschule Augsburg, Stand: November 2020

Mittel für Forschung

Im Berichtsjahr 2019 konnte die Hochschule Augsburg ihre Drittmittelaufnahmen erneut gegenüber dem Vorjahr steigern.

Ein wesentlicher Baustein sind hierbei die Mittel, die aus öffentlicher Förderung stammen. Knapp 50 öffentlich geförderte Projekte liefen im Berichtszeitraum an der Hochschule Augsburg. Hinzu kommen fast 100 privatwirtschaftliche Forschungsprojekte.

Damit konnten die durch angewandte Forschung eingeworbenen Drittmittel im Vergleich zum Vorjahr um weitere 23 Prozent auf 5.389.580 Euro gesteigert werden.

Forschungsförderanträge

Forschungsgelder zu bekommen ist toll. Forschungsgelder zu beantragen ist oft mühsam, eine Welt für sich und damit vielen ein Graus.

Unterstützung durch Expert:innen kann diese Welt einfacher und schneller zugänglich machen – und damit den Unterschied ausmachen zwischen einem richtig formulierten, erfolgreichen Antrag und einem erfolglosen oder erst gar nicht geschriebenen Antrag.

Die Hochschule Augsburg hat sich eine Expertin auf diesem Gebiet ins Team geholt: Prof. Dr. Nadine Warkotsch ist seit 2019 Professorin für Angewandte Chemie & Umweltchemie an unserer Hochschule und außerdem Zertifizierte Fördermittelberaterin (FH). Sie unterstützt seit vielen Jahren vom Startup bis zum Großkonzern bei der Antragstellung und ab dem Sommersemester 2020 die Hochschule Augsburg.

Voraussetzung für eine Unterstützung ist eine gute, chancenreiche Forschungs-idee und ein Förderer, ein Förderprogramm oder ein Fördermitteltopf – wobei auch bei der Suche nach dem besten Fördermittelgeber Tipps gegeben werden können.

Unterstützung gibt es dann insbesondere beim Erstellen der richtigen Form, Struktur und Gliederung des Antrags bis hin zur Auswahl und Form der Inhalte. >

FORSCHUNGSPROFESSUREN	FAKULTÄT
Prof. Dr.-Ing. André Baeten	Maschinenbau und Verfahrenstechnik
Prof. Dr.-Ing. Stefan Braunreuther	Maschinenbau und Verfahrenstechnik
Prof. Dr.-Ing. Ralf Goller	Maschinenbau und Verfahrenstechnik
Prof. Dr. Björn Steven Häckel	Informatik
Prof. Dr.-Ing. Rita Hilliges	Architektur und Bauwesen
Prof. Dr. Florian Kerber	Elektrotechnik
Prof. Dr. Michael Krupp	Wirtschaft
Prof. Dr.-Ing. Dominik Merli	Informatik
Prof. Andreas Muxel	Gestaltung
Prof. Dr.-Ing. Stefan Schlichter	Maschinenbau und Verfahrenstechnik
Prof. Dr.-Ing. Reinhard Stolle	Elektrotechnik
Prof. Dr.-Ing. Alexandra Teynor	Informatik

Zeit für Forschung

Forschung braucht Zeit. Deshalb können sich forschungsaktive Professor:innen um eine Forschungsprofessur bewerben. Bei ihr wird – über einen Zeitraum von drei Jahren – das Lehrdeputat auf die Hälfte reduziert. Und damit bleibt Zeit dafür, einen Forschungsbereich auf- bzw. auszubauen, Projekte einzuwerben und ein Team aus wissenschaftlichen Mitarbeiter:innen anzuwerben und zu betreuen.

Die im Gegenzug erwartete Forschungsleistung – gemessen an eingeworbenen Drittmitteln, Anzahl an wissenschaftlichen Mitarbeiter:innenn und Publikationen – wird als Zielvereinbarung festgeschrieben und am Ende der Laufzeit evaluiert. So wird sichergestellt, dass die begrenzten Ressourcen an Forschungsentlastungsstunden ausschließlich der Forschung zugutekommen.

Transfer von Forschung

HSA_digit/HSA_Funkenwerk ist seit 2017 die zentrale Anlaufstelle für Unternehmertalente an der Hochschule Augsburg. Die Initiative begleitet neben Studierenden auch Wissenschaftler:innen dabei, ihre Projektideen und Forschungserkenntnisse in erfolgreiche und nachhaltige Geschäftsmodelle zu überführen. Zu den zentralen Angeboten des Teams um Prof. Dr. Norbert Gerth zählen – neben vielfältigen Workshops – auch eine monatliche Gründersprechstunde sowie das Förderprogramm „Startup Juniors“.

In verschiedenen Mentoring- und Event-Formaten arbeitet die Initiative zudem eng mit regionalen Partnern aus dem Netzwerk „Augsburg gründet!“ zusammen. In den drei Jahren seit ihrer Gründung kann die Initiative auf diverse, erfolgreich begleitete Jungunternehmen zurückblicken, u. a. auch das aus einem Fraunhofer-Forschungsprojekt hervorgegangene Spin-off „credium“.

HSA_digit Community beim Event „Augsburg gründet!“ 2019.

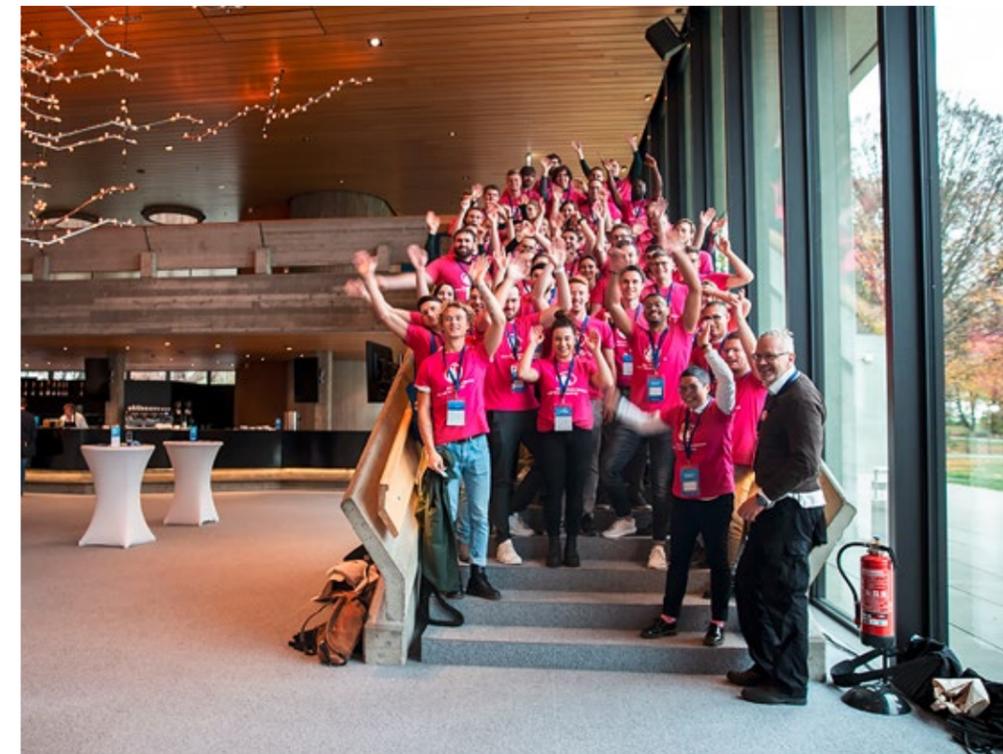


Foto: HSA_digit

TEAM HSA_DIGIT

Leitung:

Prof. Dr. Norbert Gerth
(wiss. Leiter)

Weitere Mitglieder:

Verena Hörmann; Laetitia Ory;
Tatjana Kruse; Erik Schmelter;
Barbara Tezel; Inga Wiedemann

Zentraler Kontakt:

Campus am Roten Tor,
Raum J 1.15

hsa_digit@hs-augsburg.de
www.hs-augsburg.de/hsa-digit

Ansprechpartner für Forschung

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

Die aktive Unterstützung von praxisnaher Forschung und Entwicklung sowie zielgerichtetem Wissenstransfer ist daher elementares Aufgabenfeld der Hochschule Augsburg.

Als zentrale Anlauf- und Koordinationsstelle berät das Institut für Technologie- und Wissenstransfer (ITW) Sie bei allen Fragen rund um anwendungsorientierte Forschung, wissensbasierte Dienstleistungen, Auftragsforschungen und Forschungskooperationen mit einem oder mehreren hochschulinternen oder externen Partnern.

Wer nach passenden Forschungspartnern für die unterschiedlichsten Fragestellungen sucht, kann sich an das ITW wenden. Das Institut für Technologie- und Wissenstransfer findet die passenden Expert:innen der Hochschule Augsburg – und bei Bedarf die geeignete Prüf- und Laboreinrichtung für jedes Vorhaben. <

ZENTRALER KONTAKT INSTITUT FÜR TECHNOLOGIE- UND WISSENSTRANSFER (ITW)

Institutsleitung:
Gabriele Schwarz
Raum H2 1.45

itw@hs-augsburg.de
www.hs-augsburg.de/itw

> Die Hochschule Augsburg möchte ihren Studierenden beste berufliche Perspektiven bieten. Der Grundstein wird durch die Praxisnähe in den Bachelorstudiengängen gelegt. Darauf aufbauend können in der Weiterqualifizierung wichtige Weichen gestellt werden. Wissenschaftlichen Nachwuchts auf höchstem Niveau auszubilden ist eine Kernaufgabe der Forschung und stellt eine Win-win-Situation dar: Wer Forschungskompetenzen vermittelt, steigert die Innovationskraft der eigenen Einrichtung.

Promotion

In Bayern können junge Wissenschaftler:innen an Hochschulen für angewandte Wissenschaften (HAWs) aktuell nur im Rahmen von kooperativen Promotionen oder Verbundpromotionen in Zusammenarbeit mit einer Universität promovieren.

An den 17 staatlichen und zwei kirchlichen HAWs in Bayern arbeiten laut Hochschule Bayern derzeit knapp 900 Promovierende an ihrer Dissertation, um die Doktorwürde zu erlangen. Etwa 20 dieser Promovierenden arbeiten und forschen an der Hochschule Augsburg, weitere fast 20 wissenschaftliche Mitarbeiter:innen sind in der Vorbereitungsphase zu einem Promotionsverfahren. Sieben dieser Promovierenden sind auch Mitglied im Bayerischen Wissenschaftsforum BayWISS. Bereits in der ersten Hälfte des Jahres 2020 konnten vier weitere Promovierende der Hochschule Augsburg erfolgreich ihre Doktorprüfung abschließen.

Von Vorteil für die Promovierenden an der Hochschule Augsburg ist das enge Betreuungsverhältnis zum/zur betreuenden Professor:in, das oft intensiver ist als an großen Lehrstühlen an den Universitäten.

Das Graduiertenzentrum der Hochschule Augsburg unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. Rita Hilliges bietet durch regelmäßige „Brown Bag Meetings“ – Treffen meist während der Mittagszeit – und ein auf Doktoranden zugeschnittenes Weiterbildungsprogramm Unterstützung an.

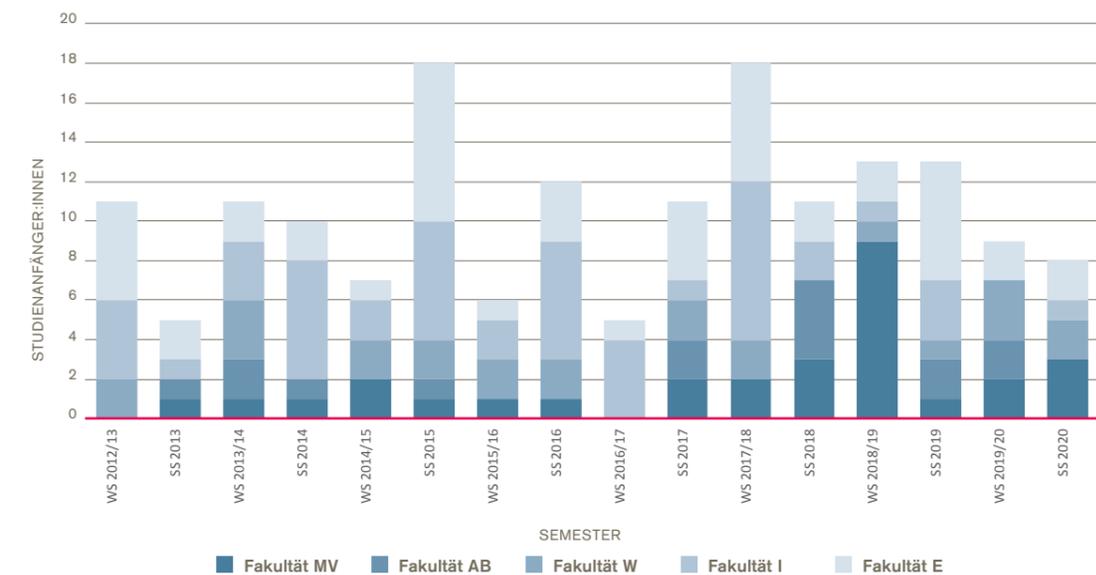
PROF. DR.-ING. RITA HILLIGES

Fakultät für Architektur und Bauwesen
rita.hilliges@hs-augsburg.de

Weitere Informationen

Das Graduiertenzentrum ist Ansprechpartner für zukünftige und aktuell Promovierende an der Hochschule Augsburg. Neben der Unterstützung bei individuellen Schwierigkeiten bietet das Graduiertenzentrum ein maßgeschneidertes Programm für die Promovierenden an. Durch den Austausch zu den Graduiertenzentren der anderen bayerischen Hochschulen sowie zur Universität Augsburg und auch zu BayWISS steht ein vielfältiges Angebot zur Auswahl. Durch die Veranstaltungen können sich die Promovierenden hochschulintern und hochschulübergreifend vernetzen.

MAPR – STUDIENANFÄNGER:INNEN



Quelle: Hochschule Augsburg, Stand: 2020

Master of Applied Research

Der „Master of Applied Research“ (MAPR) ist das Master-Studium für Interessierte, die eine besondere Neigung zum wissenschaftlichen Denken und Arbeiten mitbringen. Notwendige Bedingung für die Aufnahme in das Auswahlverfahren ist daher ein Notenschnitt von 2,5 oder besser. Bewerbenden wird darüber hinaus empfohlen, sich bereits im Vorfeld (z. B. ein Jahr) aktiv in ihrer Fakultät (AB, E, I, MV oder W) bei den forschenden Professor:innen über sich anbahnende Forschungsprojekte zu informieren. Denn bei neuen MAPR-Projekten

handelt es sich fast ausschließlich um drittmittelfinanzierte Forschungsprojekte, deren Bewilligung jeweils geklärt werden muss.

Das Studium besteht je zur Hälfte aus Lehrmodulen und semesterbegleitenden Forschungsmodulen. In einem typischen Forschungsmodul erfolgen die Forschungsarbeiten in enger Kooperation mit den Auftraggebern, Projektpartnern und den betreuenden Professor:innen mit Projektbesprechungen im wöchentlichen Rhythmus. Die Lehrmodule können sehr flexibel auf die Anforderungen des Forschungsthemas hin ausgerichtet werden, da das Kursangebot auf die anderen Master-Studiengänge der Hochschule Augsburg zugreift.

PROF. DR. REINHARD STOLLE

Fakultät für Elektrotechnik
reinhard.stolle@hs-augsburg.de

Weitere Informationen

Der MAPR besteht seit 2011 und wird heute als Kooperation von acht bayerischen Hochschulen in Ansbach, Amberg-Weiden, Augsburg, Deggendorf, Ingolstadt, München, Nürnberg und Regensburg angeboten. Daraus ergeben sich einige Vorzüge – wie gemeinsame Blockkurse, Seminare und Konferenzen – sowie ein breiteres Angebot an Themen.

Raum für Forschung

NÖRDLINGEN



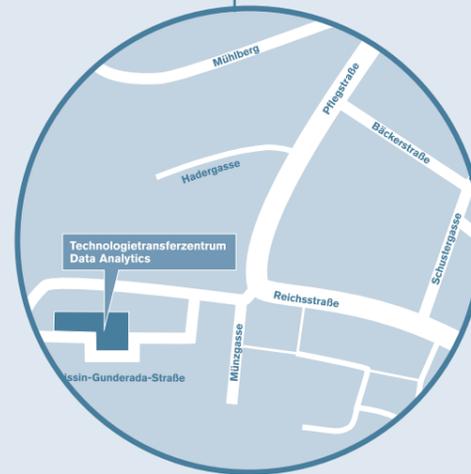
Technologie Centrum Westbayern (TCW)
Hochschulzentrum Donau-Ries
Technologietransferzentrum (TTZ)
für flexible Automation und kooperative Robotik



DONAUWÖRTH



Technologietransferzentrum (TTZ)
Data Analytics



Hochschule Augsburg
Campus am Roten Tor
Campus am Brunnenlech

Forschungsinstitute

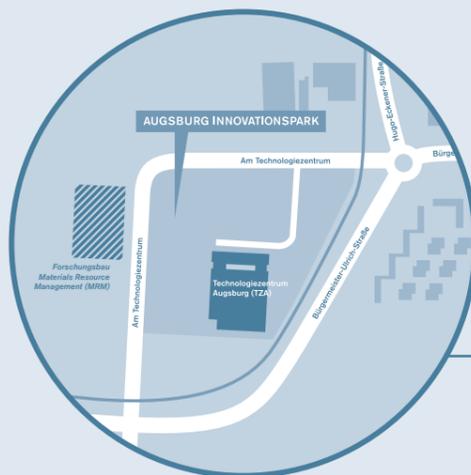
HSA_ired
HSA_innos
HSA_ifh
HSA_ibi

Forschungsgruppen

HSA_ops
EES
DSG
HSA_aue
HSA_comp

Transferstelle

ITW



Augsburg Innovationspark
Technologiezentrum Augsburg (TZA)
HSA_comp
ITW
Materials Resource Management (MRM)
HSA_comp
HSA_innos
ITW



AUGSBURG

Auf den beiden Campussen der Hochschule Augsburg befinden sich Forschungslabore, Werkstätten und Büros vieler Forschenden. Zudem hat die Hochschule Augsburg zwei weitere Standorte im Augsburg Innovationspark im Stadtsüden von Augsburg und ist mit den beiden Technologietransferzentren in Nördlingen und Donauwörth auch in Nordschwaben vertreten. Dank dieser Standortpolitik steht die Hochschule Augsburg in engem Kontakt mit den Unternehmen und Forschungseinrichtungen der Region. Und an allen Standorten ist auch ein enger Kontakt zur Lehre gegeben.



Technologietransferzentrum in Nördlingen

Seit 2012 werden am Technologietransferzentrum (TTZ) in Nördlingen innovative Technologien und Methoden zur digitalen Transformation der Produktion entwickelt. Als Partner für den Forschungs- und Wissenstransfer in der Region Donau-Ries fokussiert sich das TTZ in Nördlingen auf Schwerpunkte in den Bereichen flexible Automatisierung und Prozessentwicklung für die Industrie 4.0 sowie die sichere Anwendung neuartiger Produktionstechnologien wie kollaborativer und mobiler Roboter. Mit dem Ausbau des TTZ in Nördlingen ab 2020 werden diese Themen um die sicherheitsintegrierte Applikationsentwicklung und Methoden der künstlichen Intelligenz für die Analyse von Produktionsprozessen erweitert. Das Team von momentan sieben wissenschaftlichen Mitarbeiter:innen unter Leitung von Prof. Dr. Florian Kerber ist an mehreren öffentlich geförderten Forschungsprojekten – u. a. zu digital vernetzten Assistenzsystemen an Montagearbeitsplätzen und zur flexiblen Prozesslogistiksteuerung mit fahrerlosen Transportsystemen – beteiligt.



Fotos: HSA



- 1 Technologietransferzentrum in Nördlingen.
- 2 Technologietransferzentrum in Donauwörth.
- 3 Technologiezentrum Augsburg (TZA).
- 4 Forschungsbau Materials Resource Management (MRM).

Technologietransferzentrum in Donauwörth

Das Technologietransferzentrum (TTZ) „Data Analytics“ in Donauwörth wurde 2020 gegründet und soll zu einer zentralen Drehscheibe der regionalen Wirtschaft für hochrelevante und innovative Fragestellungen im Bereich Data Analytics entwickelt werden. Hierbei werden insbesondere fünf Themenschwerpunkte abgedeckt:

- KI-gestützte Analyse von Produktionsdaten
- datenbasierte Optimierung von Wertschöpfungsprozessen
- Entwicklung datenbasierter Geschäftsmodelle für die Industrie
- IT-Sicherheitsanalyse von Systemen und Infrastruktur
- Entwicklung und Testung sicherer Industrie-Komponenten

Dabei werden die Bereiche Industriekooperationen, öffentlich geförderte Forschungsprojekte, Weiterbildung sowie Existenzförderung integriert vorangetrieben.

Technologiezentrum Augsburg (TZA)

Das Technologiezentrum Augsburg (TZA) ist seit seiner Gründung im Jahr 2016 im Augsburger Innovationspark angesiedelt. Hier widmet sich die Forschungsgruppe „HSA_comp – Composites im Maschinenbau“ unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. Ralf Goller im Rahmen von Projekten dem Schwerpunkt Prozesstechnik für polymere und keramische Faserverbundwerkstoffe. Im Team arbeiten zwei wissenschaftliche Mitarbeiter:innen, ein Labortechniker sowie vier Master- und Bachelorstudierende auf einer Fläche von 143 m²: 113 m² Laborfläche und 30 m² Bürofläche.

Die Labore sind bestens ausgestattet und bieten den Forschenden folgendes Equipment:

- Fünf-Achs-Bearbeitungszentrum für die ultraschallgestützte Bearbeitung von keramischen Faserverbundwerkstoffen
- Fünf-Achs-Portalfräsmaschine für die Trockenbearbeitung von Verbundwerkstoff-Großbauteilen
- Keyence Digitalmikroskop
- Diamantsäge zum Trennen von Keramik und harten Materialien
- Equipment zur in-situ-Kraftmessung im Bearbeitungsprozess

Forschungsbau „Materials Resource Management“ (MRM)

Im Technologiepark Augsburg ist die Hochschule Augsburg im Forschungsbau „Materials Resource Management“ (MRM) vertreten. Das MRM ist die erste Einrichtung, in der Universität und Hochschule Augsburg thematisch und räumlich zusammenarbeiten. 850 m² stehen der Hochschule Augsburg hier für die Forschung in den Bereichen Faserverbundwerkstoffe und innovative Sicherheitskonzepte für vernetzte Anlagen und Geräte zur Verfügung.

Die Forschungsgruppe HSA_comp betreibt im MRM eine Versuchshalle zur Fertigung von Hochleistungs-Faserverbundbauteilen und Leichtbaustrukturen in Hybridbauweise. Forschungsschwerpunkt ist das Design und Engineering von polymeren Faserverbundwerkstoffen und Hybridstrukturen.

Equipment:

- Fiber-Patch-Placement-Anlage zum lastpfadgerechten Ablegen von Fasertapes
- Spritzgießmaschine
- RTM-Anlage
- Heißpresse
- Autoklav: 2m Länge, 1m Durchmesser
- NDT: Ultraschall-Composites, aktive Thermographie
- 3D-Drucker (Thermoplast) mit 1m³ druckbarem Volumen
- Aushärte- und Temperöfen
- Vakuum-Infusionstechnik
- Werkstatt zum Vorrichtungsbau und mechanische Bearbeitung



Institute und Forschungsgruppen



Institute an der Hochschule Augsburg bündeln meist fakultätsübergreifende Kompetenzen von Professor:innen und wissenschaftlichen Mitarbeiter:innen im Bereich der angewandten Forschung und Entwicklung. Durch die Zusammenarbeit mehrerer Disziplinen in einem Institut können auch umfangreiche und interdisziplinäre Forschungsprojekte und Industriekooperationen realisiert werden.

Forschungsgruppen an der Hochschule Augsburg sind fakultätsinterne Verbunde von Professor:innen und wissenschaftlichen Mitarbeiter:innen, die sich gemeinsam praxisrelevanten Fragestellungen von Unternehmen, öffentlichen Einrichtungen oder Kultur- und Bildungsstätten widmen. Im Rahmen von Auftragsforschung oder öffentlich geförderten Kooperationsprojekten entwickeln sie innovative, passgenaue Lösungen für komplexe, innerbetriebliche Herausforderungen.



Institut für ressourcen-effiziente Datenübertragung und Datenverarbeitung HSA_ired

Das HSA_ired wurde 2017 gegründet und entwickelt hochinnovative Lösungen zur schnellen Erfassung und Übertragung, Verarbeitung und Verteilung elektronischer Daten und zum Autonomen Fahren. Die genannten Fachgebiete werden durch die vier Arbeitsgruppen des Instituts abgedeckt.

Die Arbeit erfolgt im Rahmen von Forschungs- und Entwicklungsprojekten in Kooperation mit akademischen Partnern und führenden Unternehmen. Das HSA_ired bildet seinen Nachwuchs selbst aus in Master-of-Applied-Research-Projekten und kooperativen Promotionen mit Partner-Universitäten.

Ein großer gemeinsamer Forschungsschwerpunkt der vier Arbeitsgruppen des Instituts ist das Themengebiet des Autonomen Fahrens. Im Fokus der Untersuchungen stehen u. a. die Aspekte der Sicherheit und Robustheit im Bereich der Sensordatenfusion, der Planung und der Aktuatorik im geschlossenen Regelkreis, der Signalverarbeitung für Radarsensoren in der Infrastruktur und der hardwarenahen Algorithmen für die Bilddatenverarbeitung.



Foto: Corbis/bor

Leitung / Sprecher
PROF. DR. REINHARD STOLLE (GESCHÄFTSFÜHRER)
PROF. DR. GUNDOLF KIEFER
PROF. DR. HON. DR. OF ONPU THORSTEN SCHÖLER
PROF. DR. CARSTEN MARKGRAF

Zentraler Kontakt
reinhard.stolle@i-red.org
www.i-red.org

Institut für innovative Sicherheit HSA_innos

Das HSA_innos wurde 2017 gegründet, um Sicherheitstechnologien und -prozesse zu erforschen und weiter zu entwickeln. Es ist an die Fakultäten für Informatik und Elektrotechnik angegliedert und verfolgt das Ziel, Sicherheitsexpert:innen auszubilden, die in Wirtschaft und Gesellschaft gefragt sind. Dazu unterstützt es den interdisziplinären und praxisorientierten Masterstudiengang Industrielle Sicherheit, in dem Studierende auf eine Tätigkeit als Analyst:in, Engineer oder Consultant in den Bereichen Safety und Security vorbereitet werden.

HSA_innos soll zentraler Ansprech- und Kooperationspartner für Unternehmen in der Region Bayerisch-Schwaben sein, wenn es um Belange der Sicherheit digitaler Systeme geht. Dadurch wird der Wirtschaftsstandort gestärkt und regionale Organisationen durch innovative Ansätze vor Bedrohungen aus dem Cyberraum geschützt.



Foto: Matthias Leo

Leitung / Sprecher:in
PROF. DR. DOMINIK MERLI (INSTITUTSLEITER)
PROF. DR. HELIA HOLLMANN (STV. INSTITUTSLEITERIN)
PROF. DR. BJÖRN HÄCKEL (LEITER TTZ IN DONAUWÖRTH)
PROF. DR. LOTHAR BRAUN
PROF. DR. KAY WERTHSCHULTE
PROF. DR. GORDON ROHRMAIR

Zentraler Kontakt
info@hsainnos.de
www.hsainnos.de

Institut für Holzbau HSA_ifh

Das HSA_ifh ist eine wissenschaftliche Einrichtung der HSA und beschäftigt sich im Wesentlichen mit Forschung, Lehre und der Wahrnehmung hoheitlicher Aufgaben im Holzbau.

Das heutige HSA_ifh hat seinen Ursprung im Jahr 2005. Damals wurde es von der Obersten Bauaufsicht in Deutschland als Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle für Holzbau anerkannt. Seither ist das Institut berechtigt, hoheitliche Aufgaben – z. B. die Überwachung von produzierenden Firmen – vorzunehmen.

Das Institut realisiert Forschungs- und Entwicklungsprojekte und erbringt auch Dienstleistungen für die Wirtschaft. Dabei kann es sich beispielsweise um Laborversuche an Bauprodukten sowie um Güteüberwachungen im Auftrag von Gütegemeinschaften handeln.

Von dieser Kompetenz profitiert die Lehre, da viele studentische Projekte angeboten werden – auch für das Studium „Master of Applied Research“. Zudem werden Doktorand:innen auf dem Weg zur Promotion fachlich und wissenschaftlich begleitet.

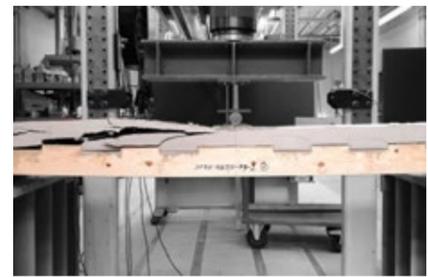


Foto: HSA_ifh

Leitung / Sprecher
PROF. DR.-ING. TOBIAS SCHMIDT
DIPL.-ING. (FH) MARKUS BRAND, M. ENG.

Zentraler Kontakt
t.schmidt@hs-augsburg.de
www.hs-augsburg.de/ifh

Institut für Bau und Immobilie HSA_ibi

Das HSA_ibi ist eine wissenschaftliche Einrichtung der Hochschule Augsburg – angegliedert an die Fakultät für Architektur und Bauwesen. Es initiiert, konzipiert und realisiert weiterbildende Studienangebote im Bereich Bau und Immobilie. Daneben führt es Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Sicherung der wissenschaftlichen Qualität und

Praxisnähe in den angebotenen Studienrichtungen durch. Das HSA_ibi richtet sich mit seinen Angeboten an Berufstätige in der Bau- und Immobilienwirtschaft.



Foto: Klaus Heibig

Leitung / Sprecher:innen
PROF. DR. ELISABETH KRÖN
PROF. SUSANNE GAMPFER
PROF. WOLFGANG HUSS
PROF. DR. TOBIAS SCHMIDT
PROF. DR. ARMIN SCHWAB

Zentraler Kontakt
ibi@hs-augsburg.de
www.hs-augsburg.de/ibi

Forschungsgruppe für optimierte Wertschöpfung HSA_ops

Die HSA_ops wurde 2011 gegründet und bietet seitdem professionelle, wissenschaftlich fundierte Beratung für Unternehmen im Sinne angewandter Forschung.

Getreu dem Hochschul-Leitbild „gefragte Persönlichkeiten“ lautet das Ziel: Für Unternehmen im Bereich Materialwirtschaft und Logistik als „gefragte Logistiker:innen“ und „gefragte Lösungsanbieter:innen“ Projekte abwickeln.

Im Fokus der Aufträge steht ein ganzheitlicher Blick auf Prozessoptimierung, Lean Management, Nachhaltigkeit, Change Management und Wirtschaftsinformatik mittels unterschiedlicher Methoden. Das professionelle Dienstleistungsportfolio reicht von der spezifischen Schnittstellenanalyse von Produktions-, Logistik- bzw. IT-Prozessen über Konzepterstellung, Projektmanagement und Beratungsleistungen bis hin zur Implementierung von Zielsetzungen.

Branchenfokus sind mittelständische, metallverarbeitende Unternehmen ebenso wie Logistikdienstleister, Automobilzulieferindustrie, Unternehmen der Bauwirtschaft und Produktionsverbindungshandel.



Foto: Sascha Schneider

Leitung / Sprecher
PROF. DR. MICHAEL KRUPP
PROF. DR. PETER RICHARD
PROF. DR. FLORIAN WAIBEL

Zentraler Kontakt
info@hsaops.org
www.hsaops.org

Forschungsgruppe für Effiziente Eingebettete Systeme EES

Das Themenfeld der Forschungsgruppe EES ist die Entwicklung effizienter Hardware und Software für eingebettete Systeme. Ziel ist es, bei geringen Kosten und niedrigem Energieverbrauch komplexe Funktionen zu realisieren – beispielsweise zur Bildverarbeitung und -interpretation, zum Ver- und Entschlüsseln von Daten sowie zum Überwachen, Steuern und Regeln von Vorgängen.

Gemeinsam mit Partnern aus Industrie und Forschung entwickelt die Gruppe – je nach Aufgabenstellung – eigene Hardwarestrukturen und/oder speziell optimierte Software. Zur Hardwarebeschleunigung werden meistens programmierbare Logikbausteine (FPGAs) eingesetzt, die gerade auch bei kleineren und mittleren Stückzahlen kostengünstige Lösungen ermöglichen.

Die Arbeitsgruppe EES ist interdisziplinär an verschiedenen Projekten der Hochschule Augsburg beteiligt und bietet darüber hinaus Lehrveranstaltungen über den Entwurf integrierter Systeme an.



Foto: Christina Bleier

Leitung / Sprecher
PROF. DR.-ING. GUNDOLF KIEFER

Zentraler Kontakt
gundolf.kiefer@hs-augsburg.de
ees.hs-augsburg.de

Forschungsgruppe für Verteilte Systeme Distributed Systems Group

Seit 2010 unterstützt die Distributed Systems Group Industrie und Wirtschaft mit angewandter Forschung und Entwicklung. Die langjährige Erfahrung in Theorie und Praxis der intelligenten, verteilten Softwaresysteme wurde bereits erfolgreich in internationalen und lokalen Forschungs- und Kooperationsprojekten in den Bereichen

- verteilte Künstliche Intelligenz,
- Data Science,
- Cyber-Physical Systems und
- Industrie 4.0

unter Beweis gestellt. Der Herausforderung datengetriebene Anwendungen auf Basis intelligenter, mobiler, verteilter und eingebetteter Systeme umzusetzen, stellt sich die Forschungsgruppe gerne. Aktuell u. a. in der dezentralen, autonomen Entscheidungsunterstützung durch Verfahren des Organic Computing, speziell durch Multiagentensysteme. Zusätzlich werden diese Verfahren mittels Richtlinienarbeit standardisiert, z. B. im VDE/VDI-Arbeitskreis „Softwareagenten für die Industrieautomatisierung“.



Foto: Christina Bleier

Leitung / Sprecher
PROF. DR.-ING.
HONORARY DOCTOR OF ONPU
THORSTEN SCHÖLER

Zentraler Kontakt
dsg@hs-augsburg.de
www.hs-augsburg.de/en/Computer-Science/Distributed-Systems-Group

Forschungsgruppe für Automation in Usability Engineering HSA_aue

Die HSA_aue wurde 2007 gegründet und widmet sich der Automatisierung von Methoden des Usability Engineering und der Optimierung von User Experience. Für Arbeiten nutzt sie das Uselab-I der Fakultät für Informatik, das mit modernsten Soft- und Hardware-Tools für Situationsanalyse und Usability Evaluation ausgestattet ist (Tobii Eyetracker, Noldus FaceReader zur visuellen Emotionserkennung, g.Tec Nautilus BCI).

Schwerpunkt der Forschungsarbeit ist die Konzeption modellbasierter Entwicklungsumgebungen für Web-, Desktop- und mobile Plattformen und situationsbasierte Architekturen für laufzeit-adaptive interaktive Systeme. In Zusammenarbeit mit der Universität Rostock konnte 2020 in diesem Bereich eine kooperative Promotion erfolgreich abgeschlossen werden. Eine weitere läuft derzeit.

Ein Hauptanwendungsgebiet der Forschungsansätze sind eCommerce-Plattformen. Hier arbeitet HSA_aue intensiv mit regionalen Unternehmen zusammen.

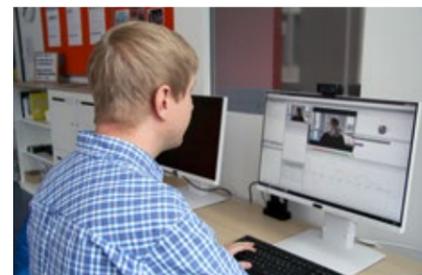


Foto: HSA

Leitung / Sprecher
PROF. DR.-ING. CHRISTIAN MÄRTIN

Zentraler Kontakt
christian.maertin@hs-augsburg.de
www.hs-augsburg.de/Informatik/
Projekt-HSA-aue

Forschungsgruppe für Composites im Maschinenbau HSA_comp

Die HSA_comp wurde im April 2016 gegründet, um die Forschungsaktivitäten im Bereich Leichtbau und Composites an der Hochschule Augsburg zu bündeln. Zielsetzung ist die Vereinigung der Wissensgebiete Maschinenbau und Faserverbundwerkstoffe zur Entwicklung praxistauglicher Lösungen und Anwendungen für Unternehmen, Forschung und Lehre.

Die Forschungsgruppe vereint die Expertise von drei Kompetenzzentren:

- Design & Engineering | Auslegung und Berechnung von Composites (Prof. Dr.-Ing. Baeten)
- Prozess-Technology | Bearbeitung von Composites (Prof. Dr.-Ing. Goller)
- Recycling & Sustainability | Recycling von Composites (Prof. Dr.-Ing. Rommel)

HSA_comp forscht an den Leichtbau-technologien der Zukunft an drei Standorten: der Hochschule Augsburg, dem Technologiezentrum Augsburg und in enger Kooperation mit der Universität Augsburg am neuen Institut für Materialien und Ressourcenmanagement (MRM).



Foto: Nikky Meier

Leitung / Sprecher
PROF. DR.-ING. JOACHIM VOSSIEK

Zentraler Kontakt
hsacomp@hs-augsburg.de
www.hs-augsburg.de/fmv/hsacomp

Forschungsprojekte aus dem Forschungs- schwerpunkt „Ressourceneffizienz“

Der interdisziplinäre Forschungsschwerpunkt Ressourceneffizienz der Hochschule Augsburg bündelt vielfältige Forschungsaktivitäten zum nachhaltigen Ressourceneinsatz. Die hier erforschten und entwickelten Lösungen reichen von Umweltmanagement über Energieerzeugung und Faserverbundtechnologie bis hin zu Logistik und Supply Chain Management.

Das Profil des Forschungsschwerpunkts „Ressourceneffizienz“ zeigt sich in den wesentlichen Kompetenzfeldern:

- Rohstoff
- Energie
- Material
- Wirtschaftliche Erfolgsfaktoren
- Schlüsseltechnologien
- Kommunikation

MAI CampusCarbon 4.0 FastMove

Carbon-Hochgeschwindigkeits-Fräsmaschine zur Fünf-Achs-Bearbeitung

> Das dynamische Verhalten von Werkzeugmaschinen wird durch die Steifigkeit und die Masse der bewegten Komponenten beeinflusst. Durch leichte Bauteile mit hoher Steifigkeit kann die Dynamik der Maschine bei gleichbleibender Bearbeitungsqualität verbessert werden. Die Bearbeitungszeit kann somit z. B. durch High-Speed-Cutting-Fräsen gesenkt werden. Carbonfaserverstärkter Kunststoff (CFK) ist prädestiniert für leichte Bauteile mit hoher Steifigkeit. Im Rahmen des Projekts werden deshalb die Stahlteile „Portal“ und „Z-Schlitten“ einer Fünf-Achs-Fräsmaschine durch CFK substituiert.

Forschungsziele

Bei Werkzeugmaschinen werden hohe Anforderungen an Genauigkeit in Kombination mit einer großen Maschinendynamik gestellt. Bei schnellen Positionswechseln des Fräskopfes entstehen Schwingungen am Fräser. Diese müssen möglichst klein gehalten werden, um eine gute Bauteilqualität bei der Bearbeitung zu erzeugen. Um dies zu errei-

chen, ist eine hohe Bauteilsteifigkeit bei geringer Masse erforderlich. Diese Eigenschaften werden durch die guten gewichtsspezifischen Eigenschaften carbonfaserverstärkter Kunststoffe erfüllt. Deshalb werden bei diesem Projekt die Stahlteile Portal und Z-Schlitten einer Portalfräsmaschine in Gantry-Bauweise (Bild 2) durch CFK ersetzt. Dadurch ist eine Gewichtsreduktion der Strukturkomponenten um bis zu 60 Prozent möglich. Mit den leichteren Bauteilen kann die Maschinendynamik bei gleichbleibender Fertigungsqualität erhöht werden, wodurch die Fertigungszeiten bei der Zerspanung sinken.

Die Hochschule Augsburg ist bei dem Forschungsprojekt mitverantwortlich für die Konstruktion und Auslegung des CFK-Portals und des CFK-Z-Schlittens. Außerdem werden Reparaturkonzepte für die CFK-Komponenten im Falle eines Crashes entwickelt. Des Weiteren ist eine Zustandsüberwachung der CFK-Komponenten und eine Entwicklung von Endbearbeitungswerkzeugen durch Projektpartner vorgesehen.

Konstruktion und Auslegung

Um die Randbedingungen abzuklären, wurde eine Anforderungsanalyse mit den Projektpartnern erstellt. Die Anbindungen an die Maschine – z. B. Führungsschienen, Zahnstange, Auflagepunkte – sollen erhalten bleiben, um eine Umrüstung von vorhandenen Maschinen zu ermöglichen. Es wurden verschiedene Bauweisenkonzepte entwickelt und bewertet. Eine Herausforderung war es, ein geeignetes und kostengünstiges Fertigungsverfahren für die Herstellung der großen Bauteile – der Z-Schlitten ist über zwei Meter, das Portal über vier Meter lang – zu finden. Um den Fertigungsaufwand möglichst gering zu halten, erfolgt die Herstellung der Bauteile aus CFK-Platten im Heißpressverfahren. Anschließend werden die Platten in Kastenbauweise miteinander gefügt. Teure Formwerkzeuge für die Herstellung sind somit nicht nötig. Im Inneren der Struktur können noch lokale Verstärkungselemente angebracht werden. Dadurch sind gezielte Versteifungen an hochbelasteten Bereichen möglich. Außerdem können auf diese Weise auch Metallelemente für die Krafteinleitung in den Faserverbundwerkstoff mit eingebracht werden. Diese hybride Bauweise nutzt die Vorteile beider Werkstoffe aus und ermöglicht einen kostengünstigen Leichtbau.

Linearachsen – wie Z-Schlitten und Portal – dürfen eine maximale Verschiebung am Arbeitspunkt unter dynamischer Last nicht überschreiten. Da bei Beschleunigungen eine Kraft auf die Bauteile ausgeübt wird (2. Newtonsche Gesetz $F=m \cdot a$) und dadurch eine Verformung am Fräser entsteht, ist die Beschleunigung auf einen Maximalwert zu begrenzen. Neben der Beschleunigung spielt der Ruck (zeitliche Änderung der Beschleunigung) eine große Rolle. Durch ein ruckartiges Anfahren der Maschine wird diese in Schwingungen versetzt. Die Amplitude dieser Schwingungen beeinflusst die Fertigungsqualität der Maschine stark. Deshalb ist eine Ruckbegrenzung nötig. Durch leichte Komponenten mit hoher Steifigkeit kann die Ruckbegrenzung erhöht werden, was zu einer Produktivitätssteigerung führt. Die Vorauslegung der Komponenten erfolgte mittels eines Balkenmodells (Bild 1). Anschließend wurde eine Optimierung der CFK-Komponenten mit Hilfe der Finiten-Elemente-Methode durchgeführt. Damit können auch lokale Verformungen wie in Krafteinleitungsbereichen erfasst werden. Diese tragen oftmals einen Großteil zur Gesamtverschiebung bei.

Fazit und Ausblick

Portal sowie Z-Schlitten wurden bereits gefertigt und sind aktuell bei der Nachbearbeitung (Stand August 2020). Nach der Montage der Maschine im Technologiezentrum in Augsburg erfolgen Bearbeitungsversuche. Nach dem derzeitigen Forschungsstand ist eine höhere Maschinendynamik durch Substitution von Stahlkomponenten eines Fünf-Achs-Bearbeitungszentrums möglich. Dadurch kann die Produktivität der Maschine gesteigert werden. Bei erfolgreichen Tests kann das Konzept auch auf andere Bereiche des Maschinenbaus – z. B. auf Logistiksysteme oder Verpackungsmaschinen – übertragen werden. <



PROF. DR.-ING. ANDRÉ BAETEN
Projektleitung

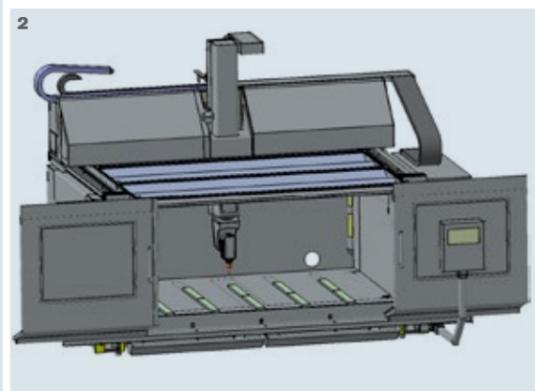
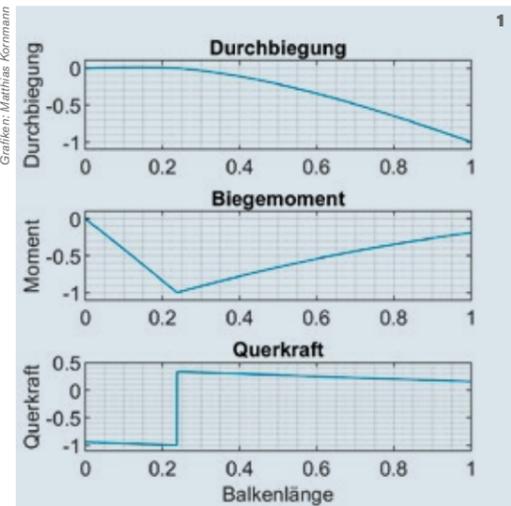
Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik
HSA_comp
andre.baeten@hs-augsburg.de

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

Partner
Hufschmied Zerspanungssysteme GmbH, Bobingen
ARRK Engineering, München
Carbon-Werke Weißgerber GmbH & Co KG, Wallerstein
EiMa Mitte Vertriebs- und Service GmbH, Untersiemau
Universität Augsburg, Institut für Materials Resource Management (MRM) und Anwenderzentrum für Material- und Umweltforschung (AMU)
VisCheck GmbH, München
Lebmeier Konstruktionen, Stadtbergen

Förderungen
Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie

Laufzeit
2017 – 2021



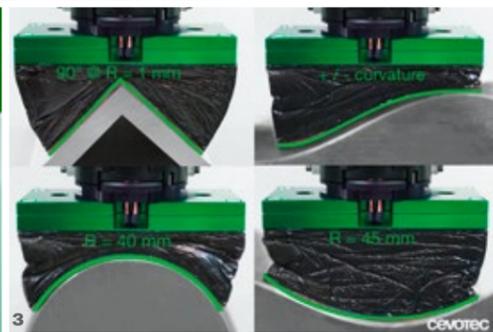
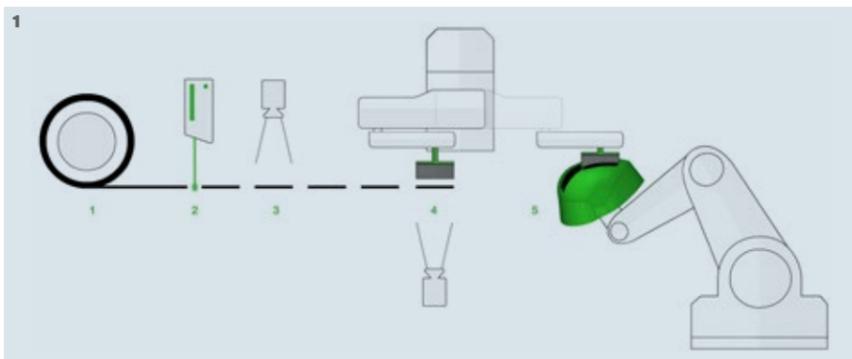
- 1 Vorauslegung des Z-Schlittens anhand eines CFK-Balkenmodells auf Basis der klassischen Laminattheorie. Die Achsen sind auf die maximalen Werte normiert.
- 2 Portalfräsmaschine „EiMa Gamma S“ in Gantry-Bauweise.
- 3 Portal nach dem Zusammenbau und der Montage der CFK-Platten und der Stahlauflagen.

Fiber-Patch-Placement

Additive Fertigung komplex geformter Faserverbundbauteile

> „Fiber-Patch-Placement“ (FPP) setzt einen technologischen Meilenstein für die zukünftige Fertigung von Bauteilen aus faserverstärkten Kunststoffen (FVK). Richtungsvariable Faserablage in Lastrichtung in einem voll automatisierbaren Prozess sorgt für eine hohe Ausnutzung der Materialeigenschaften und ermöglicht damit leistungsfähige und ressourcenschonende Leichtbauteile. Wissenschaftler:innen der HSA_comp erforschen die Materialeigenschaften von patchbasierten Faserverbundlaminaten und entwickeln Berechnungsmethoden zur zuverlässigen Auslegung derartiger Leichtbaustrukturen.

Fotos und Grafik: Cevotec GmbH



- 1 Schematischer FPP-Prozess:
1: Faserbandzufuhr,
2: Patch-Zuschnitt,
3: Qualitätsprüfung,
4: Patch-Aufnahme,
5: Ablage auf Formwerkzeug.
- 2 Prozesstechnik des
Fiber-Patch-Placements.
- 3 Flexible Patch-Ablage dank
Schaumstoffgreifer.
- 4 Handling einer formstabilen
FPP-Preform.

Motivation

Leistungsfähige Leichtbauteile mit komplex geformten Geometrien aus FVK zu entwickeln, stellt hohe Anforderungen an die digitale Produktentwicklung und Fertigung. Die hohen Festigkeiten und Steifigkeiten bei geringem Gewicht von Faserverbundwerkstoffen (engl.: Composites) lassen sich nur dann optimal nutzen, wenn die Fasern möglichst parallel zu den Lastpfaden im Bauteil orientiert werden. Konventionelle textile Verstärkungen – wie Gewebematten aus Kohlenstofffasern – besitzen eine eingeschränkte Drapierbarkeit, was zu unerwünschtem Faserzug führt und damit Abweichungen vom Lastpfad verursacht. Zudem verfügen die Fasergewebe herstellungsbedingt nur über zwei Verstärkungsrichtungen (Kett- und Schussfäden) und lassen daher nur eine lokal begrenzte Ausrichtung der Fasern entlang richtungsvariabler Lastpfade zu. Bei solchen Faser-Halbzeugen ist ein aufwendiger Zuschnitt nötig, um Ecken, Kanten, Sicken und Krümmungen an Bauteilen leichtbaugerecht zu belegen, wodurch größere Mengen Verschnitt und Abfall erzeugt werden.

Das einzigartige Fertigungsprinzip von FPP löst diese Probleme, indem ein unidirektionales Faserband in definierte Stücke (sog. Patches) geschnitten und von einem Robotergreifer auf dem Formwerkzeug abgelegt wird. Bei der Patch-Ablage kann die Faserorientierung optimal auf gekrümmte Lastpfade im Bauteil abgestimmt werden. Ein einseitig aufgebrachter thermoplastischer Binder sorgt für die nötige Haftung zwischen den Patches. So entsteht Stück für Stück eine dreidimensionale Preform, welche im nächsten Prozessschritt mit der Kunststoff-Matrix infiltriert wird, um dem Bauteil seine finale Form und Stabilität zu verleihen. Die Verarbeitung von Patches aus mit duroplastischem Harz vorimprägnierten Fasern (sog. Prepregs) ist ebenfalls möglich, wodurch die Preform nur noch konsolidiert und ausgehärtet werden muss. Durch den hohen Automatisierungsgrad dieser Technologie lässt sich die Reproduktion der Bauteilqualität deutlich erhöhen, da manuelle Fertigungseinflüsse auf ein Minimum reduziert werden.

Herausforderung

Während Faserverbundbauteile mit schichtweisem Aufbau zuverlässig mithilfe der klassischen Laminattheorie berechnet werden können, bringt die hohe Designfreiheit bei patch-basierten Laminaten weitere Gestaltungsparameter mit sich, die bei der Bauteilauslegung zu berücksichtigen sind. Die Geometrie der Faser-Patches sowie die Überlappungsmuster haben maßgeblichen Einfluss auf die Materialeigenschaften, insbesondere auf die Versagenscharakteristik. Eine umfassende Kenntnis über das Werkstoffverhalten von FPP-Strukturen bildet die Grundlage für die Zulassung und Anwendung in Bereichen wie Fahrzeugbau sowie Luft- und Raumfahrt.

Forschungsaktivitäten

Die HSA_comp der Hochschule Augsburg hat sich der innovativen und flexiblen FPP-Technologie angenommen und möchte mit ihrer Forschung dazu beitragen, Fiber-Patch-Placement in die breite industrielle Anwendung zu bringen. Matthias Kornmann und Andreas Baumer, beide wissenschaftliche Mitarbeiter und Doktoranden an der Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik, beschäftigen sich in ihren Promotionsvorhaben mit dem strukturellen Verhalten patch-basierter Faserverbundbauteile unter dynamischer Belastung. Die Forschungsergebnisse fließen in die Entwicklung einer Auslegungsmethode ein, womit gepatchte Laminaten möglichst präzise bereits in der Auslegung berechnet werden können.

Ausblick

Langfristig verfolgt die FPP-Forschung an der Hochschule Augsburg das Ziel, einen durchgängigen virtuellen Entwicklungsprozess abzubilden, vom Bauteil-Design und der Struktursimulation bis hin zur Laminatherstellung. Neben der Hochschule Augsburg und dem Technologiezentrum Augsburg bezieht das HSA_comp-Forscherteam um Professor Baeten und Professor Majic in naher Zukunft einen dritten Forschungsstandort im neuen „Institut für Materials Resource Management“ (MRM) der Universität Augsburg. Dort können die Wissenschaftler:innen ihre Forschungsarbeit auf dem Gebiet der FPP-Technologie an einer eigenen Fertigungsanlage weiter ausbauen und vertiefen. <



PROF. DR.-ING. ANDRÉ BAETEN
Projektleitung

Fakultät für Maschinenbau
und Verfahrenstechnik
HSA_comp
andre.baeten@hs-augsburg.de

Weitere Beteiligte
ANDREAS BAUMER, M. SC.
MATTHIAS KORNMANN, M. SC.
Fakultät für Maschinenbau
und Verfahrenstechnik
HSA_comp
andreas.baumer@hs-augsburg.de
matthias.kornmann@hs-augsburg.de

Partner
Cevotec GmbH,
Unterhaching bei München

Laufzeit
seit 2019

Stromversorgung im Wandel

Forschung für eine sichere und effiziente Energieversorgung

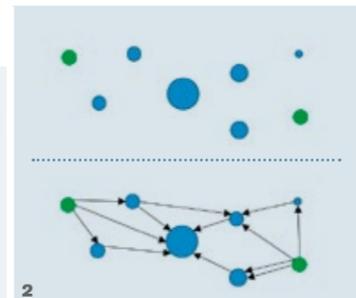
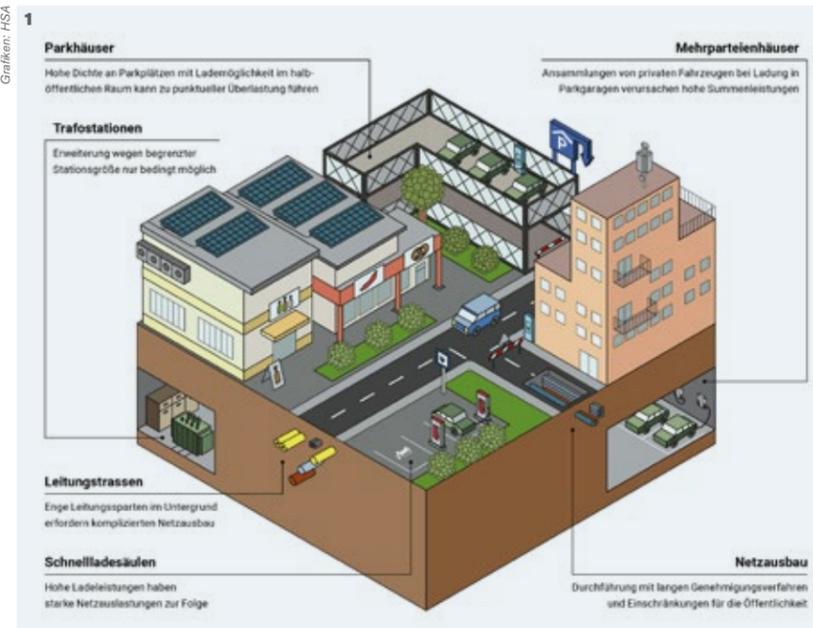
> Das Team um Prof. Dr.-Ing. Michael Finkel forscht an einer sicheren und effizienten Elektrizitätsversorgung, um einen aktiven Beitrag zum Gelingen der Energiewende zu leisten. Die Forschungsschwerpunkte sind Microgrid-Lösungen zur Erhöhung der Versorgungssicherheit sowie die technisch-wirtschaftlich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

„E-Motion-to-Grid“: Netzintegration der Elektromobilität im städtischen Verteilnetz

Das Projekt „E-Motion-to-Grid“ erarbeitet Lösungskonzepte für die Integration von Ladeinfrastruktur in urbane Verteilnetze, um die Herausforderungen der Elektrifizierung des Verkehrs zu bewältigen. Um bedarfsorientierten Netzausbau sicherzustellen, wird durch Messungen eine belastbare Planungsgrundlage in Form von Standardladeprofilen geschaffen. Die zukünftigen Anforderungen an Ladeinfrastruktur werden in unterschiedlichen Szenarien ermittelt und jeweils optimale Netzverstärkungsmaßnahmen identifiziert. Dabei wird auch die Zwischenspeicherung großer Leistungsspitzen durch

stationäre Batteriespeicher eingehend betrachtet. Für die standortunabhängige Übertragbarkeit werden Simulationsmodelle verwendet. Das Forschungsvorhaben zielt somit auf eine ganzheitliche und praxisnahe Strategie zur Konzeptionierung, Umsetzung, Validierung und Verallgemeinerbarkeit der Netzintegration der Elektromobilität in städtische Verteilnetze ab.

- 1 Herausforderungen bei der Netzintegration der Elektromobilität.
- 2 Oben: Einspeise- und Lastknoten, Unten: Vermaschung nach der Optimierung mit Lastflussrichtung.
- 3 Die Forschungsschwerpunkte im Überblick.



Zielnetzstudie

Das 110-kV-Kabelnetz einer deutschen Großstadt soll mit einem „grüne Wiese“-Ansatz komplett neu geplant werden. Das heißt, dass Umspannwerksstandorte fixiert sind und die Leitungen, die die einzelnen Standorte verbinden, neu zu planen sind. Ziel dieses Projekts ist die Maximierung der versorgbaren Leistung unter Beibehaltung der Versorgungssicherheit. Bild 2 zeigt schematisch die geografische Lage der Umspannwerke. Die unterschiedliche Leistung der einzelnen Standorte wird durch deren Größe repräsentiert. Die grünen Kreise repräsentieren die Energieversorgungspunkte, die eine Verbindung zum 400-kV-Verbundnetz darstellen.

Ziel ist es, mit einer begrenzten Länge der Leitungen die Verbindungen zu finden, die eine möglichst hohe Last versorgen können. In Grafik 2 ist eine Möglichkeit dargestellt, alle Umspannwerke zu verbinden. Im Anschluss werden Parameter wie der Leistungsfaktor der Lasten, die Leitungsbeläge sowie die Energieerzeugung an anderen Standorten variiert.

Erweiterung von MS- / NS-Netzmodellen im Asset-Management eines Verteilnetzbetreibers

Für Auswertungen im Asset-Management eines Verteilnetzbetreibers soll ein durchgängiges Netzmodell vom Umspannwerk der Hoch- zur Mittelspannung bis hin zum Hausanschluss in der Niederspannung erstellt werden. Hierzu werden die vorhandenen Daten aus unterschiedlichen internen und externen Quellsystemen ausgewertet und die Assets je nach Typ (Transformatorstation, Leitung, Schalter, etc.) in ein hierarchisches Netzmodell überführt. Durch diese hierarchische Struktur ist es möglich, Informationen – z. B. Asset-Kennzahlen wie Alter, Zustand oder Energiedaten – von höheren Ebenen auf niedrigere zu vererben und von niedrigeren auf höhere zu aggregieren. Um mit dem Modell Informationen

zu generieren, sollen verschiedene Auswerteverfahren entwickelt, erprobt und weiter verbessert werden. Die gewonnenen Informationen können im Asset-Management genutzt werden, um z. B. den Bedarf eines Netzausbaus durch eine veränderte Last- oder Erzeugungsstruktur im Verteilnetz ermitteln zu können.

Lokale Inselnetzversorgung

Aufbauend auf den Erkenntnissen aus dem bereits abgeschlossenen Forschungsprojekt LINDA – die Abkürzung steht für „Lokale Inselnetzversorgung und beschleunigter Netzwiederaufbau mit dezentralen Erzeugungsanlagen bei großflächigen Stromausfällen“ – wurde im Rahmen einer Masterarbeit die Automatisierung des Lastbankkonzepts im Labor erfolgreich getestet. Eine weitere Masterarbeit, basierend auf den Erkenntnissen über den Inselnetzaufbau und dessen Simulation, wurde mit einem städtischen Energieversorger als Voruntersuchung für ein Inselnetz zur Notversorgung durchgeführt.

Außerdem konnte Dr. Christoph Steinhart seine Dissertation mit dem Titel „Lokale Inselnetz-Notversorgung auf Basis dezentraler Erzeugungsanlagen mit Fokus auf die Frequenzstabilität“ im Juli dieses Jahres erfolgreich abschließen. <



PROF. DR.-ING. MICHAEL FINKEL MBA
Projektleitung

Fakultät für Elektrotechnik
Hochspannungs- und Anlagentechnik
michael.finkel@hs-augsburg.de

Weitere Beteiligte
SIMON KREUTMAYR
(E-Motion-to-Grid)
Fakultät für Elektrotechnik
simon.kreutmayr@hs-augsburg.de

SEBASTIAN SEIFRIED
(Zielnetzstudie)
Fakultät für Elektrotechnik
sebastian.seifried@hs-augsburg.de

TOBIAS LECHNER
(Asset-Management)
Fakultät für Elektrotechnik
tobias.lechner@hs-augsburg.de

Partner
SWM Infrastruktur GmbH & Co. KG
LEW Verteilnetz GmbH

www.hs-augsburg.de/Elektrotechnik/
Michael-Finkel/Forschung

The future of Cutting

Ultraschallunterstützung für die Zerspantung von Faserverbundkeramiken

> Im Projekt ULTRACUT der HSA_comp wird ein innovatives, ultraschallgestütztes Hybridverfahren bei der Zerspantung von Faserverbundkeramiken untersucht. Der Forschungsschwerpunkt liegt auf der Prozess- und Werkzeugauslegung zur Entwicklung eines optimierten Prozesskennfelds für eine stressreduzierende und ressourcenschonende Bearbeitung im Vergleich zu konventionellen Verfahren ohne Bearbeitungsqualitätsverlust. Dabei

werden die prozesslastenden Effekte dieser Technologie auf das Materialabtragverhalten sowie auf Qualitäts- bzw. Prozesskenngrößen analysiert.

Keramische Verbundwerkstoffe (Ceramic Matrix Composites, kurz CMC) sind leichte und hochtemperaturstabile Werkstoffe, die in den vergangenen zehn Jahren eine immer größere Rolle bei energieeffizienten Hochtemperaturbauteilen einnehmen. Hauptanwendung finden sie besonders in der thermischen und chemischen Industrie sowie im Automotivesektor bei Hochleistungsbremsen. Aufgrund ihres herausragenden

thermomechanischen und -physikalischen Eigenschaftenprofils bis weit über 2.000 °C liegt ein großes Potenzial im Bereich der Luft- und Raumfahrt zur Ablösung metallischer Werkstoffe in bspw. Antriebssystemen. Der Zerspangungsprozess ist zeitaufwändig und kostspielig und daher für eine zukünftige Serienfertigung momentan nicht geeignet.

Obwohl CMC-Bauteile endkonturnah („near net shape“) hergestellt werden, ist eine Endbearbeitung erforderlich, um die engen geometrischen Toleranzen und Anforderungen von Funktionsflächen zu erfüllen. Dabei sind die hohe Materialhärte, die niedrige Wärmeleitfähig-

keit und das heterogene Gefüge der CMCs die größten Herausforderungen für Fertigungstechniker.

Ultraschallenergie nicht nur im Dentalbereich

Das Team von Prof. Dr.-Ing. Goller entwickelt bereits seit einigen Jahren ressourcenschonende und effiziente Prozesse zur Bearbeitung von Faserverbundkeramiken. Die Anwendung verschiedener Prozesstechnologien wird mit modernen Bearbeitungsmaschinen erprobt. An diesem Punkt setzt das Projekt ULTRACUT an. Im Teilprojekt eines vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Forschungsvorhabens (FHInvest: „CERAMEC“) wird ein innovatives, ultraschallgestütztes Verfahren erforscht.

Auf das große Potenzial der Ultraschalltechnologie wird neben dem Medizinbereich auch in einer ganzen Reihe anderer technischer Anwendungen zurückgegriffen. Insbesondere bei sprödharten Werkstoffen – wie bspw. Hochleistungskeramiken – wirkt sich ihre Anwendung positiv auf den Herstellungprozess aus. Durch die Überlagerung der Werkzeugrotation mit einer axialen Oszillation im Hochfrequenzbereich können die Prozesskräfte verringert werden. Dadurch lässt sich bspw. die Oberflächenqualität optimieren [1]. Dieser Einfluss wirkt sich wiederum auch auf den Werkzeugverschleiß aus. Die oszillierende Werkzeugbewegung führt zu einer kontinuierlichen Reinigung bzw. Kühlung der Kontaktzone und damit zu einer verlängerten Werkzeugstandzeit [2].

Forschung und Entwicklung

Im Projekt ULTRACUT werden die prozesslastenden Effekte des Ultraschall Assisted Machining (UAM) im Vergleich zum herkömmlichen Schleifen, Fräsen und Bohren von CMCs erforscht. Dazu werden folgende Themen untersucht:

- Charakterisierung und Auslegung von Werkzeugen für die UAM,
- Schwingungsanalyse,
- Untersuchung des Einflusses auf die Prozesslasten sowie auf die Bearbeitungsqualität (Oberflächenrauheit bzw. -topographie, Maß- und Formgenauigkeit, Imperfektionen),

- Abstimmung von Werkzeugen, Ultraschall-schwingung und Prozessparametern,
- Optimierung der Prozesse.

Die Bearbeitungsexperimente werden mit verschiedenen Diamantwerkzeugen an einem Fünf-Achsen-Bearbeitungszentrum mit integriertem Ultraschall-schwingungssystem an der Arbeitsspindel durchgeführt. In Abhängigkeit von der Werkzeuggeometrie und -masse und des Frequenzbands (15–60 kHz) können definierte Schwingungsamplituden bis zu 15 µm vollautomatisch eingestellt werden.

Die Schwingungskenngrößen (Frequenz, Amplitude) werden je nach Werkzeug angepasst und optimiert. Die resultierenden Prozesskräfte am Werkstück werden mittels Dynamometer gemessen und aufgezeichnet. Die Qualität der CMC-Bauteile wird anschließend mittels digitaler Licht- und 3D-Mikroskopie bewertet.

Die bisherigen Ergebnisse (vgl. Bild 3) zeigen beim ultraschallgestützten Fräsen von C/C-SiC mit hohen Vorschüben eine Abnahme der Rauheit um bis zu 30 Prozent gegenüber konventioneller Zerspantung.

Optimierungspotenzial

Die UAM birgt Optimierungspotenzial bei der Entwicklung prozesssicherer und effizienter Bearbeitungsprozesse mit verringertem Werkzeugverschleiß, verbesserter Oberflächengüte und gesteigerter Abtragleistung. Durch die optimale Auslegung der Prozesskenngrößen und des Werkzeugs will das ULTRACUT-Projektteam das maximale Leistungspotenzial dieses Hybridverfahrens zur Bearbeitung von CMCs für die jeweilige Anwendung ausschöpfen. <

LITERATUR

- [1] O'Toole, L.; Kang, C.; & Fang, F. (2019): Advances in Rotary Ultrasonic-Assisted Machining. In: Nanomanufacturing and Metrology, 1-25.
- [2] Liu, Y.; Liu, Z.; Wang, X.; & Huang, T. (2020): Experimental study on tool wear in ultrasonic vibration-assisted milling of C/SiC composites. In: The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 107(1), 425-436.



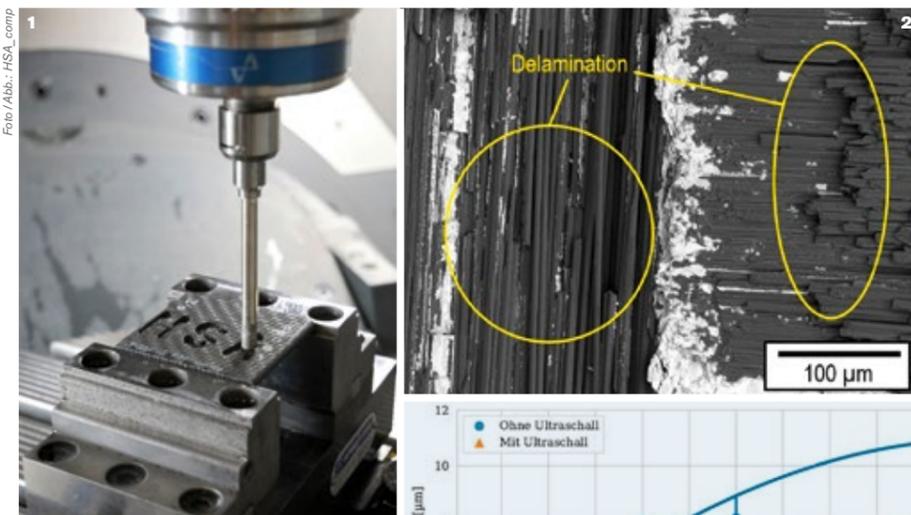
PROF. DR.-ING. RALF GOLLER
Projektleitung

Fakultät für Maschinenbau
und Verfahrenstechnik
HSA_comp
ralf.goller@hs-augsburg.de

Weitere Beteiligte
DIPL.-ING.
PATRICIA LEÓN PÉREZ, M. ENG.

Fakultät für Maschinenbau
und Verfahrenstechnik
HSA_comp
patricia.leonperez1@hs-augsburg.de

Laufzeit
seit 2020



1 ULTRASONIC-Aktor mit Schleifwerkzeug und CMC-Werkstück im Arbeitsraum des Fünf-Achsen-Bearbeitungszentrums.

2 REM-Aufnahme von Oberflächendefekten (Delamination) am C/C-SiC-Gefüge nach konventionellem Fräsen.

3 Einfluss der Ultraschallüberlagerung auf die Oberflächenrauheit in Abhängigkeit von der Vorschubgeschwindigkeit beim Umfangsfräsen von C/C-SiC.



Fachkräftemangel und Innovation

Fachkräftemangel als Barriere für Innovationsprojekte

> **Qualifizierte Arbeit ist entscheidend für Innovationsprozesse. Ein Mangel an qualifiziertem Personal kann Innovationsaktivitäten behindern und zu einer geringeren Produktivität führen. Trotz der Bedeutung des Fachkräftemangels in der politischen Diskussion gibt es bislang kaum empirische Studien zum Zusammenhang zwischen Fachkräftemangel und Innovationstätigkeit. Anhand einer ökonometrischen Analyse zeigt die vorliegende Studie, dass innovative Unternehmen überdurchschnittlich von Fachkräftemangel betroffen sind und dieser auch dazu führt, dass Innovationsprojekte nicht realisiert werden.**

Der Mangel an Fachkräften steht in Deutschland seit fast zehn Jahren in der öffentlichen Diskussion. In den vergangenen Jahren hat der langanhaltende Konjunkturaufschwung zu einer Erhöhung der Arbeitsnachfrage geführt, die Arbeitslosenquote fiel im Jahre 2018 auf 3,4 Prozent, den zweitniedrigsten Wert in der EU. Mittel- bis langfristig wird der demographische Wandel zu einem Mangel an jungen Arbeitskräften führen.

Innovative Unternehmen können vom Fachkräftemangel besonders betroffen sein, da sie einen höheren Bedarf an gut ausgebildetem und spezialisiertem Fachpersonal haben. Ein derartiger

Fachkräftemangel kann dann aber dazu führen, dass Investitionen und Innovationsaktivitäten nicht realisiert werden, so dass das Wachstum gerade dieser Unternehmen gebremst wird.

Die vorliegende Studie geht zunächst der Frage nach, ob innovative Unternehmen in überdurchschnittlicher Weise vom Fachkräftemangel betroffen sind. In einem zweiten Schritt wird untersucht, ob Fachkräftemangel die Innovationstätigkeit deutscher Unternehmen beeinträchtigt. Im Rahmen der ökonometrischen Analyse werden dabei unterschiedliche Qualifikationsniveaus berücksichtigt.

Die Analyse nutzt Daten des Mannheimer Innovationspanels (MIP) für Deutschland von 2017 bis 2019. Das MIP ist Teil des europaweiten Community Innovation Surveys (CIS). Diese Befragung stellt eine der wichtigsten Quellen zur Analyse des Innovationsverhaltens von Unternehmen dar. Die Befragungswelle des Jahres 2018 enthielt ein Fragenmodul zum Fachkräftemangel, das mit den sehr detaillierten Informationen zum Innovationsverhalten der Unternehmen verknüpft werden kann.

Nach der in der vorliegenden Studie zugrunde gelegten Definition liegt dann ein Fachkräftemangel vor, wenn das befragte Unternehmen im Jahr 2017 offene Stellen gar nicht, nur verspätet, oder nicht mit dem gewünschten Personal besetzen konnte. Es zeigt sich, dass innovative Unternehmen hiervon mit einem Anteil von knapp 44 Prozent im Vergleich zu allen Unternehmen (40 Prozent) stärker betroffen sind. Besonders deutlich wird der Unterschied zu allen Unternehmen bei einem Fachkräftemangel in Bezug auf berufliche Ausbildungen und bei Akademiker:innen.

Aufgrund der wechselseitigen Abhängigkeit von Innovationstätigkeit und Fachkräftemangel erfordert die ökonometrische Analyse die Verwendung von sogenannten Instrumentenschätzungen,

da auf der einen Seite vermehrte Innovationsaktivitäten zu einer Verschärfung des Fachkräftemangels führen können, auf der anderen Seite ein Fachkräftemangel die Innovationsaktivitäten aber behindern und damit verringern kann.

Die Ergebnisse der ökonometrischen Analyse zeigen, dass innovative Unternehmen einen signifikant höheren Fachkräftemangel aufweisen. Der Fachkräftemangel ist noch stärker ausgeprägt, wenn es sich um Unternehmen handelt, die sich in einer guten Gewinnsituation befinden und deren Produktnachfrage hoch ist. Außerdem zeigt sich eine deutliche Pfadabhängigkeit des Fachkräftemangels, d. h. Unternehmen, die in der Vergangenheit Probleme hatten, ein passend ausgebildetes Fachpersonal zu bekommen, haben sie auch in der Gegenwart und Zukunft. Die regionale Dimension ist dabei auch wichtig. Unternehmen in Regionen, in denen die Arbeitslosigkeit hoch ist, haben einen geringeren Fachkräftemangel, während in prosperierenden Agglomerationsräumen das Gegenteil der Fall ist.

Die Ergebnisse eines weiteren ökonometrischen Modells zeigen, dass Fachkräftemangel Innovationsprojekte verzögern bzw. sogar ihren Abbruch hervorrufen kann. Dies gilt insbesondere für Unternehmen, die stark auf Personal mit einer beruflichen Qualifikation im Produktions- und IT-Bereich angewiesen sind. Der Fachkräftemangel bei akademischen Qualifikationen ist in diesem Zusammenhang dagegen weniger wichtig, während er bei an- bzw. ungelernten Tätigkeiten keine Rolle als Innovationsbarriere spielt. <

LITERATUR

Eine ausführliche Fassung der Ergebnisse findet sich im folgenden Diskussionspapier, das in einer referierten Zeitschrift eingereicht wurde und sich dort in Begutachtung befindet:

Horbach, Jens; Rammer, Christian (2020): Labor Shortage and Innovation. ZEW Discussion Paper No. 20-09, Mannheim. <http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp20009.pdf>

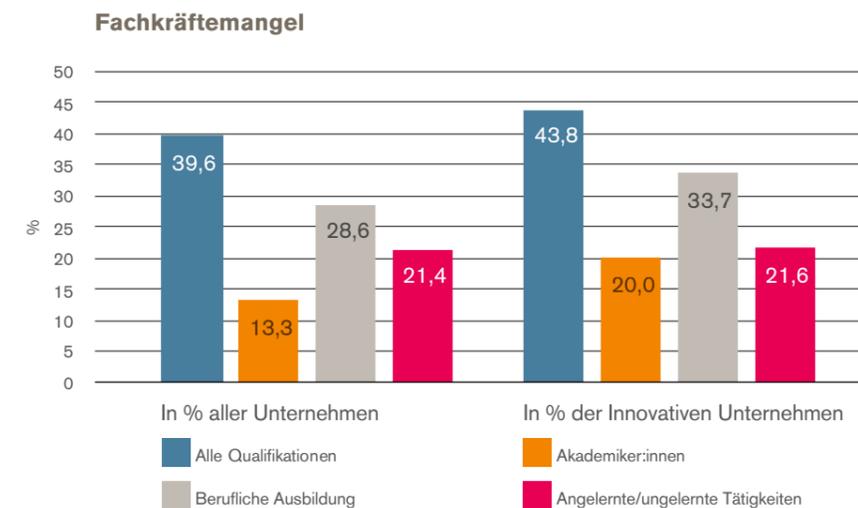


PROF. DR. JENS HORBACH
Projektleitung

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

Partner
DR. CHRISTIAN RAMMER,
Zentrum für Europäische
Wirtschaftsforschung, Mannheim

Laufzeit
2020



Quelle: Mannheimer Innovationspanel 2018, hochgerechnete Werte.

Reine Luft aus Offingen

Entwicklung einer schlanken Distribution industrieller Filtermedien

> In Offingen produziert die BWF Offermann, Waldenfels & Co. KG Textilien und Kunststoffe für industrielle Anwendungen (Luftfilter). Diese werden in einem globalen Netzwerk über regionale Töchter distribuiert – ein Liefernetzwerk, das Fragen nach zentralen und dezentralen Steuerungsregeln aufwirft. Zentrale Regeln arbeiten im Sinne eines Konzernoptimums, basieren aber auf aufwändiger Informationsbeschaffung. Dezentrale Regeln

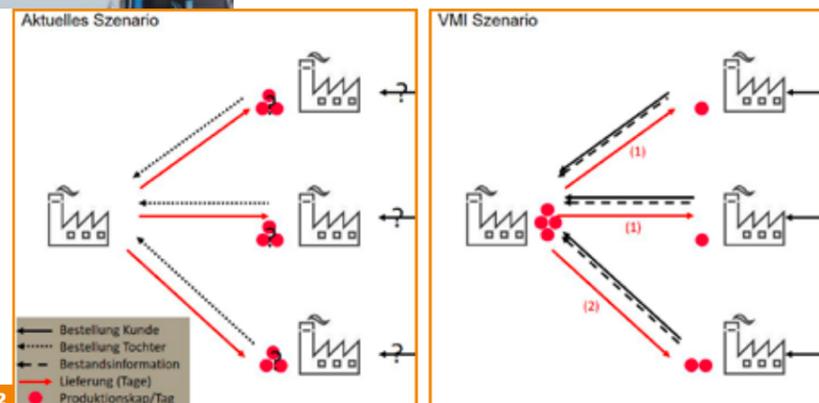
führen zu lokalen Optima, sind aber effizienter umzusetzen. Kern der Kooperation mit BWF Envirotec war das Vorgehen bei Prognoseerstellung, das Bestellverhalten und der Umgang mit logistischen Kennzahlen.

Ein Kernprodukt der BWF Offermann, Waldenfels & Co. KG sind Filtermedien für die Entstaubung von Abgasen aus Industrieanlagen. Weltweit wird ein sehr breites und tiefes Produktspektrum über regional agierende Töchter produziert und vertrieben. Über die Jahre ist ein komplexes Wertschöpfungsnetzwerk entstanden. Durch die dezentrale Produktions- und Vertriebsstruktur

z. B. in Russland, der Türkei, Italien, Österreich oder den USA, können die regional organisierten Töchter auf typische Bedürfnisse der Kunden vor Ort reagieren. Die Berücksichtigung von Kundenwünschen mündet in einer hohen Produktvielfalt über die gesamte Gruppe hinweg. Was im Vertrieb eine Stärke ist, wird für die Logistik zur Herausforderung.



- 1 Besprechung der vorläufigen Ergebnisse vor der Abschlusspräsentation in Offingen. Projektteam v. l.: Clemens Lewin, Silke Scheu (Projektleitung BWF Envirotec), Pascal Windeisen, Philipp Gruber, Mona Hegele.
- 2 Schematische Darstellung der Zentralisierung von Beständen und Bestandsverantwortung in Offingen.



Grafik: Eigene Darstellung HSA

In der so entstandenen Vertriebsstruktur spiegelt sich eine klassische Fragestellung der Logistik wider: Wie gut sind dezentrale Entscheidungen im Vergleich mit einer zentralen Steuerung? Oder anders ausgedrückt: Welche Entscheidungen müssen zentral getroffen werden und welche sind besser dezentral aufgehoben? Das klassische Supply-Chain-Management tendiert zu einer zentralen Steuerungslogik im Sinne eines übergreifenden Optimums. Allerdings setzt dies umfassende und extrem schnelle und verlässliche Informationen voraus. Diese sind aber meist eher direkt am Prozess – also dezentral – verfügbar.

Für BWF Envirotec stand die Frage im Zentrum, mit welchen Steuerungslogiken das eingangs kurz skizzierte Distributionsnetz effektiv und effizient betrieben werden kann. Genauer gesagt: Erfüllung der Kundenwünsche mindestens auf aktuellem Niveau bei Reduzierung der Logistikkosten bestehend z. B. aus Lager-, Transport- und Bestandskosten sowie Handhabungs- und Steuerungskosten etc. In stark regionalen Strukturen kommt aber oft – wie auch hier – hinzu, dass so wenig wie möglich Umsatz verloren gehen darf aufgrund von falscher Ressourcenallokation. Konkret bei BWF Envirotec heißt das, dass Ware genau in die Region muss, in der sie auch verkauft werden kann und eben nicht in die Nachbarregion, wo sie zum Ladenhüter wird.

Im Projekt wurden zunächst die genauen Arbeitsweisen der dezentral agierenden Töchter analysiert. Dazu wurde ein Fragebogen entwickelt, der u. a. die Erstellung von Vertriebsprognosen, das Bestellverhalten und den Umgang mit logistischen Kenngrößen der einzelnen Töchter ermittelte. Diese dezentralen Verhaltensweisen und Prozessregeln haben erheblichen Einfluss auf die Arbeitsweise in der Zentrale in Offingen und damit auf das betriebswirtschaftliche Gesamtergebnis. Die gewonnenen Erkenntnisse aus den Fragebögen wurden in Interviews mit den jeweiligen Verantwortlichen vertieft.

Als typisch für historisch gewachsene und dezentrale Strukturen zeigte sich das Ergebnis der IST-Analyse: Quasi eigenständig agierende dezentral gesteuerte Einheiten arbeiten im Sinne eines lokalen Optimums und werden so zu Konkurrenten, sobald es Ressourcenknappheit im System gibt. Der Zugriff auf die zentrale Produktion ist genau so ein Fall. Lokal sinnvolles Bestellverhalten und entsprechende Bevorratung kann zu Lasten von anderen Einheiten gehen und reduziert das mögliche Gesamtergebnis. Die Lösung ist die Zentralisierung von ausgewählten Steuerungs-Entscheidungen, die dann zu Gunsten eines konzernweiten Optimums getroffen werden können. Diese müssen auf Basis ausgewählter logistischer Kennzahlen gefällt werden, die einheitlich und damit vergleichbar erhoben und schnell bereitgestellt werden können. Basis zentraler Entscheidungen muss aber eine gemeinsame Prognose nach einem vergleichbaren Vorgehen und in einem zeitlich abgestimmten Regelverfahren sein. Gemeinsame Prognosen sind zudem valider, berücksichtigen sie doch die globale Nachfrage und Wechselwirkungen zwischen scheinbar unabhängigen Regionen.

Die Ergebnisse des Projekts wurden bewertet und priorisiert den Töchtern vorgestellt. Derzeit befinden sich einige der aufgezeigten Ansätze bereits in Umsetzung oder wurden in weiterführende Projekte integriert. <

LITERATUR

Nyhuis, Peter; Wiendahl, Hans-Peter (2012): Logistische Kennlinien – Grundlagen, Werkzeuge und Anwendungen. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Klaus, Peter (2002): Die dritte Bedeutung der Logistik: Beiträge zur Evolution logistischen Denkens. DVV Media Group Hamburg.

Bretzke, Wolf-Rüdiger (2020): Logistische Netzwerke. Springer Vieweg.



PROF. DR. MICHAEL KRUPP
Projektleitung

Fakultät für Wirtschaft
HSA_ops
michael.krupp@hs-augsburg.de

Weitere Beteiligte
PHILIPP GRUBER
SAP Inhouse Consultant
BWF Offermann,
Waldenfels & Co. KG
philipp.gruber@bwf-group.de

Partner
BWF Offermann,
Waldenfels & Co. KG

Förderung
Auftragsforschung

Laufzeit
11.2019 – 07.2020

Vom OME-Rohprodukt zum Kraftstoff

Eigenschaften, Aufreinigung und Stabilisierung von Oxymethylenether

> Oxymethylenether (OME) gelten als nachhaltige Kraftstoffalternative zu aktuell verwendeten erdölbasierten Produkten. Verfügbare OME unterliegen aber meist starken Qualitätsschwankungen. Hohe Temperaturen, Licht und Verunreinigungen können die Qualität und Langzeitstabilität des Kraftstoffs zusätzlich beeinflussen. Daher wurden analytische Methoden zur genauen Bestimmung der Zusammensetzung entwickelt. Weitere wesentliche Projektbestandteile waren die gezielte Aufreinigung und Stabilisierung des OME-Kraftstoffs. Es folgten OME-Eigenschaftsoptimierungen und die Entwicklung eines Farbindikators für hohe Reinheit.

Motivation und Projektziele

OME-Kraftstoffe können prinzipiell CO₂-neutral hergestellt werden, verbrennen nahezu rußfrei und ermöglichen auch die Reduktion der NO_x-Emissionen. Aktuell unterliegen kommerziell verfügbare OME aber meist starken Qualitätsschwankungen. Zudem können unter ungünstigen Umständen in unstabilisiertem OME Problemstoffe wie Formaldehyd entstehen. Daher sind die Kenntnis der Zusammensetzung und die gezielte Aufreinigung und Stabilisierung des OME-Kraftstoffs wesentliche Voraussetzungen für eine Markteinführung.

Die Ziele des Forschungsvorhabens waren daher:

- eine verlässliche chemische Analytik zur Bestimmung der Zusammensetzung und der jeweiligen Mengen relevanter Verunreinigungen im OME-Kraftstoff,
- die Entwicklung eines Tiefenverständnisses der möglichen OME-Zerfallsmechanismen,
- die Entwicklung effizienter Methoden zur Aufreinigung der synthetisierten OME sowie
- praxistauglicher Stabilisierungsmaßnahmen des alternativen OME-Kraftstoffs und
- eine standardisierte alltagstaugliche OME-Qualitätsprüfung für Anwender mittels Farbindikator.

Ergebnisse und Projekterfolge

Wesentliche identifizierte Problemstoffe sind Formaldehyd, Ameisensäure und Methanol. Besonders kritisch sind die etablierten Methoden zur Bestimmung des Formaldehydgehalts. Diese führen zu teils falschen Analysewerten und sind oft unpräzise im niedrigen Konzentrationsbereich.

Im Projekt wurde ein verlässliches elektrochemisches Formaldehyd-Analyseverfahren für OME etabliert, welches mit geringer Quersensitivität und hoher Reproduzierbarkeit präzise Konzentrationsbestimmungen zulässt. [1]

Für weitere Stör- und Fremdstoffe wurden verlässliche Analysemethoden entwickelt. Es erfolgte eine Studie der Zersetzungsmechanismen und eine Optimierung der OME-Langzeitstabilität durch Aufreinigung und Additivierung. [2]

Weiterhin wurde eine Analytik für OME in der Gasphase entwickelt. Mittels eines FT-IR-Messgeräts können gasförmig freiwerdende Zerfallsprodukte im OME quantifiziert werden, um die Produktqualität zu sichern.

Aufbauend darauf erfolgte die Ausarbeitung einer effektiven und kostengünstigen Aufreinigungsmethode. [3] Hierdurch wird ein trockener und langzeitstabiler OME-Kraftstoff erhalten. Durch die Identifizierung geeigneter Schmierfähigkeitsverbesserer erfüllt der Kraftstoff alle wesentlichen Norm-Anforderungen.

Weiterhin wurde ein maßgeschneiderter Indikator-Farbstoff entwickelt. Dieser zeigt durch Blaufärbung eine hohe Kraftstoffqualität an und ändert je nach Verunreinigung seine Farbe. Somit kann der Kraftstoffzustand einfach und schnell überprüft werden.

Zusammenfassung und Ausblick

Für den alternativen Kraftstoff OME wurde eine verlässliche Analytik aufgebaut. Durch das vertiefte Verständnis der Zersetzungsmechanismen konnten maßgeschneiderte Aufreinigungs- und Stabilisierungsprozesse für OME entwickelt werden. Schließlich gelang die Entwicklung eines zuverlässigen Indikators für die benötigte Kraftstoffqualität. OME kann nun für dieselmotorische Anwendungen als Kraftstoff oder beizumischende Komponente verlässlich aufbereitet werden.

Neben den fachlichen Erfolgen und daraus resultierenden wirtschaftlichen Perspektiven für das mittelständische Unternehmen Analytik-Service GmbH (ASG), sind fünf wissenschaftliche Veröffentlichungen und drei Masterabschlüsse in Folge des Projekts an der Hochschule Augsburg zu verzeichnen.

Zukünftig soll die Synthese alternativer Kraftstoffe durch online-Analyseverfahren optimiert werden. Hierfür wurde u. a. eine kooperative Promotion von Innokentij Bogatykh vereinbart, die von Prof. Repke (TU Berlin) und Prof. Osterland (Hochschule Augsburg) betreut wird. <

LITERATUR

- [1] Innokentij Bogatykh, Thomas Osterland, Hendrik Stein, Thomas Wilharm: Voltammetric Determination of Formaldehyde at Low Concentrations in the Synthetic Fuel Oxymethylene Dimethyl Ether, Energy Fuels 2019, 33, 11, 11078–11081.
- [2] Innokentij Bogatykh, Thomas Osterland, Hendrik Stein, Thomas Wilharm: Investigation of the Oxidative Degradation of the Synthetic Fuel Oxymethylene Dimethyl Ether, Energy Fuels 2020, 34, 3, 3357–3366.
- [3] Tobias Goral: Purification of Oxymethylene Dimethyl Ether from total Formaldehyde using Reactive Extraction with Sodium Hydroxide, ARC 2019 Applied Research Conference Nürnberg.



PROF. DR. THOMAS OSTERLAND
Projektleitung

Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik
thomas.osterland@hs-augsburg.de

Weitere Beteiligte
INNOKENTIJ BOGATYKH
TOBIAS GORAL
SALOME RCHEULISHVILI

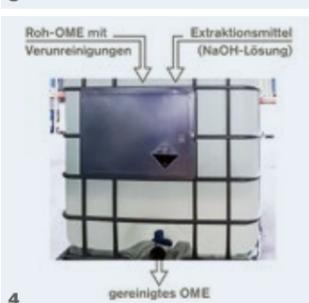
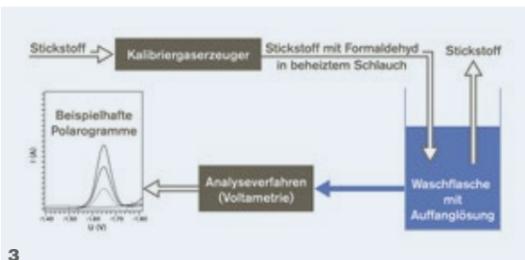
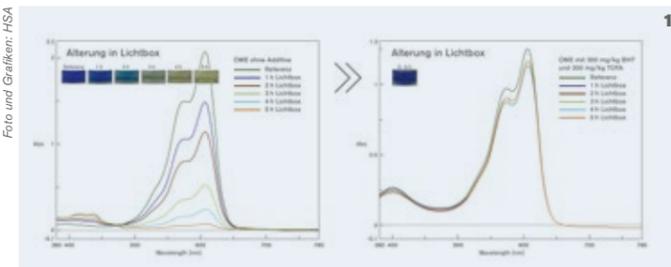
Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik
innokentij.bogatykh@hs-augsburg.de
tobias.goral@hs-augsburg.de
salome.rcheulishvili@hs-augsburg.de

Partner
DR. HENDRIK STEIN,
DR. THOMAS WILHARM
Analytik-Service GmbH (ASG)
Täfertingen

Förderung
Analytik-Service GmbH (ASG)
Täfertingen

www.hs-augsburg.de/fmv/OME-Kraftstoffe

Laufzeit
10.2018 – 03.2020



- 1 Unterdrückung der Kraftstoffalterung durch Radikalfänger, angezeigt durch Indikatorfarbstoff.
- 2 Vergleich der Verbrennungseigenschaften von Diesel (links, starke Rußbildung) und OME (rechts, nahezu rußfrei).
- 3 Schematischer Aufbau zur Validierung der Gasphasenanalytik.
- 4 Extraktive Aufreinigung des OME-Kraftstoffs.

Project_Daedalos

Modulares System zur experimentellen Untersuchung von Navigationsmodellen

> Das „Project_Daedalos“ erkundet die methodischen Verknüpfungsoptionen einer Navigation mit zwei Freiheitsgraden auf eine Bewegung im virtuellen Raum mit drei Freiheitsgraden. Kombiniert mit prozeduraler visueller und auditiver Gestaltung entsteht gleichzeitig ein experimentelles und exploratives Erlebnis von Virtual Reality (VR). Dazu wurde das Sportgerät ICAROS mit aktueller VR-Technologie verbunden. Die Herausforderung ist es, den zweiachsigen Input des ICAROS nachvollziehbar in 3D-Bewegungen in der virtuellen Welt umzuwandeln und neue Interfaces schnell zu entwickeln und zu erfahren.

Modulares Node-Interface:

Durch das modulare Interface wird das Interaktionsverhalten zwischen dem ICAROS und der Bewegung im virtuellen Raum festgelegt. Im Interface wird genau definiert, auf welche Variablen sich die Bewegung der User:innen auswirken. Das wird durch das Verbinden der symbolischen In- und Output-Docks visualisiert.

Indem man so In- und Outputs verbindet, bestimmt man, wie sich der digitale ICAROS bewegen lässt. Die Intensität dieser Bewegungen lässt sich an jeder Linie separat justieren, indem man einen jeweiligen Faktor eingibt.

Um den User:innen weitere Freiheiten zu geben, sind zusätzlich Optionen – wie Variablenfunktionen, die Werte jeden Frames des Programms auf eine

speichernde Variable rechnen und das Ergebnis weitergeben – oder eine Threshold-Funktion, die zwei einfache Werte miteinander vergleicht und ein Boolean-Ergebnis weitergibt, als Nodes auf dem Canvas erstellbar und durch die Linien in das Mapping einbindbar.

Allerdings werden im Interface selbst noch keine Werte ausgerechnet, es dient nur zur schematischen Darstellung, um den User:innen einen leichten Zugang zum Node-System zu geben. Das Node-System selbst arbeitet während die VR-Anwendung aktiv ist und rechnet die eigentlichen Werte separat vom Interface aus. Beim Programmstart der VR-Anwendung wird lediglich ein Verbindungsprotokoll an das Node-System übergeben, in dem im XML-Format definiert wird, welche Docks miteinander verbunden sind und welche

Faktoren eingerechnet werden müssen. Diese Methode wird in der Masterarbeit zum gleichnamigen Projekt von Remon Vogel erklärt.

Generative Gestaltung:

Der Grundstein für die meisten entstandenen Gestaltungen ist eine Gitterstruktur aus Würfeln, die beim Starten der VR-Anwendung um die Position der User:innen im virtuellen Koordinatensystem platziert werden.

Um die Illusion einer unendlichen virtuellen Welt zu erreichen, ist das Gitter mit der Funktionalität implementiert, sich schrittweise mit den User:innen in der Welt mitzubewegen.

Um aus einer monotonen Umgebungsgestaltung auszubrechen, wurden verschiedene Noise-Algorithmen wie Perlin- oder Worley-Noise, die ein pseudo-zufälliges Wertebild erzeugen, auf Attribute der Würfel angewandt. Beispiele dafür sind die Kantenlänge, Farbe, oder Rotation des Würfels – oder auch das Offset des Würfels zum Gitter.

Um den Charakter einer zwar zufällig generierten, aber gleich bleibenden Welt zu erreichen, werden diese Werte aus den absoluten Positionen der Würfel in der 3D-Welt durch eine modifizierte dreidimensionale Perlin-Noise-Funktion errechnet. Weil die Werte aus dem „World Space“ bezogen werden, kann man sich so in der 3D-Welt wieder an Orte zurück bewegen, an denen man schon einmal war.

Interaktives Sounddesign:

Die Daten aus dem VR-Programm werden an eine dedizierte Musik-Software (hier: Ableton Live) weitergegeben, die zeitgleich zur VR-Anwendung ein Audioprogramm spielt, das interaktiv auf die Events aus der digitalen Welt reagiert.

Als Transferprogramm zwischen der „Unity Game Engine“ und „Live“ wird das Netzwerkprotokoll „Open Sound Control“ (OSC) benutzt.

In „Ableton“ wurden mehrere Spuren mit Klängen erstellt und daraus eine Taktfolge geschnitten, die sich dauerhaft wiederholt und auf deren digitale Instrumenten-Parameter die OSC-Nachrichten Einfluss haben.

Beispielsweise spricht das seitliche Lehnen auf dem ICAROS die Tonhöhe eines Synthesizers an, der einen höheren oder tieferen Ton abspielt, je nachdem wie weit man sich nach rechts oder links verlagert. Der Sound wurde auch auf bestimmte Input-Events konfiguriert. Wenn ein Lehnen nach Vorne zum Beispiel in der VR-Welt eine Beschleunigung der Geschwindigkeit durch den Raum bewirkt, kann man auch den aktuellen Beschleunigungswert an ein Musikinstrument schicken, um auditives Feedback auf den Input der User:innen und auf die Bewegung im digitalen Raum zu geben.

Fazit und Ausblick:

Das Projekt erforscht die Möglichkeiten der freien Bewegung im virtuellen Raum und nutzt aktuelle VR-Entwicklungen, um die Navigation in einer 3D-Umgebung experimentell zu untersuchen. Nach der Umsetzung des modularen Bewegungskonzepts als Master-Projekt von Remon Vogel wird zur Zeit in der Arbeit von Dirk Widmann der Fokus auf Interaktive Gestaltung und Sound Design gelegt. <



PROF. ROBERT ROSE
Projektleitung

Fakultät für Gestaltung
Interaktionslabor / AV-Studio
robert.rose@hs-augsburg.de

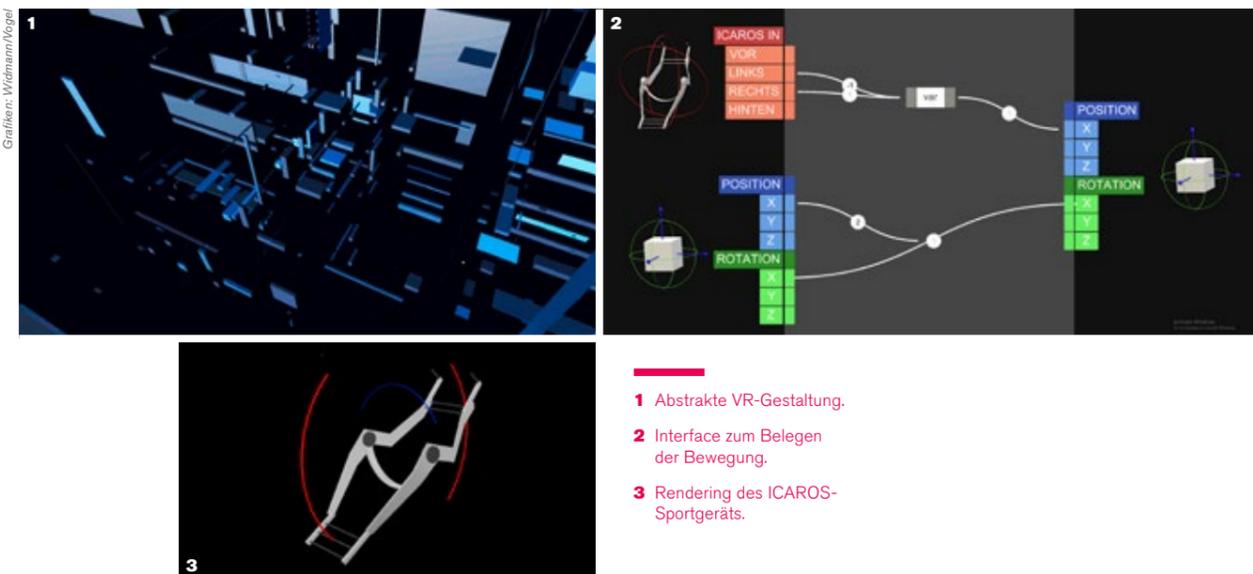


PROF. MICHAEL KIPP
Projektleitung

Fakultät für Informatik
Interaktionslabor / MoCap Lab
kipp@hs-augsburg.de

Weitere Beteiligte
DIRK WIDMANN (STUDENT)
Fakultät für Gestaltung
dirk.widmann@hs-augsburg.de
REMON VOGEL (STUDENT)
Fakultät für Gestaltung
remon.vogel@hs-augsburg.de

Laufzeit
2020 – 2021



- 1 Abstrakte VR-Gestaltung.
- 2 Interface zum Belegen der Bewegung.
- 3 Rendering des ICAROS-Sportgeräts.

Urbaner Wirtschaftsverkehr Innenstadt

Erhebung von Daten und Ableiten von Optimierungsmöglichkeiten

> 2018 wurde der „Masterplan nachhaltige und emissionsfreie Mobilität“ für die Stadt Augsburg veröffentlicht, der Themenschwerpunkte zur Reduzierung der NOx-Emissionen beinhaltet. Dazu gehört der urbane Wirtschaftsverkehr, der u. a. durch Kurier-, Express- und Paket-Dienstleistungen entsteht. Zur Ermittlung von Optimierungspotenzialen sind Informationen zum Verkehrsaufkommen und -kenngrößen nötig. Um eine geeignete Datenbasis zu erhalten, wurde ein Projekt mit der Stadt Augsburg aufgesetzt. Die Ergebnisse werden für den Aufbau eines Verkehrsmodells verwendet und bilden die Grundlage für künftige Mobilitätsprojekte.

Um eine umweltverträgliche Mobilität mit reduzierten Emissionen zu erreichen, wurde 2018 der Masterplan nachhaltige und emissionsfreie Mobilität für die Stadt Augsburg veröffentlicht. Dieser adressiert die Verkehrsproblematik in der Innenstadt und zeigt Themenschwerpunkte auf.

Eines der Handlungsfelder und ein erheblicher Faktor im Verkehrsaufkommen ist der Wirtschaftsverkehr, der u.a. durch die Verkehrsanteile der Kurier-, Express- und Paket-(KEP) Dienstleister in der Innenstadt entsteht. Obwohl deren Anteile in der Regel vergleichsweise gering ausfallen, stehen sie aufgrund des hohen Wiedererkennungswerts im Verkehr im Fokus.

Etwaige Maßnahmevorschläge zur Umsetzung einer nachhaltigen Mobilität im Wirtschaftsverkehr lassen sich derzeit hinsichtlich ihrer Wirkungsweise kaum beurteilen. Aufgrund der fehlenden Datengrundlage können weder belastbare Abschätzungen zu den Verkehrsanteilen noch zu der maßnahmeninduzierten Wirkung getroffen werden. Daher wurde gemeinsam mit der Stadt Augsburg ein Projekt initiiert, um eine geeignete Datenbasis zu bestimmen und zu erheben. Anhand der Daten können die KEP-Verkehre erstmals explizit im gesamtstädtischen Verkehrsmodell abgebildet werden, das die Datenbasis für die Beurteilung künftiger Mobilitätskonzepte bildet.

Um die modellierungsrelevanten Kenngrößen zu ermitteln, wurde eine Online-Befragung durchgeführt. Im Rahmen der Befragung wurden Angaben zu Charakteristika der täglichen Touren, der Fahrzeugflotte und der Sendungsstruktur erhoben (Abb. 2).

Zur Plausibilisierung der Daten und zur Ergänzung des Datenrücklaufs wurden persönliche Gespräche mit Vertreter:innen der KEP-Unternehmen geführt. Neben der Plausibilisierung und Bewertung der Strukturgleichheit der Daten zielten die Gespräche darauf ab, potenzielle Maßnahmen im Bereich KEP zu diskutieren und innovative Ansätze in der Branche zu identifizieren. Standort-spezifische Informationen, Anregungen und Bedürfnisse bzgl. dienstleisterübergreifender Kooperationen und der im Masterplan angedachten Projekte waren daher ein zentraler Bestandteil der Informationsgewinnung. So konnten erste Ansatzpunkte für Mobilitätskonzepte im Sinne einer nachhaltigen City-Logistik ermittelt werden.

Befragt wurden Standard-KEP-Dienstleister und Nischenanbieter im KEP-Markt Augsburg. Da sich das Marktsegment durch einen hohen Konzentrationsgrad auszeichnet, lag der Fokus in der Befragung auf den Top-10-Unternehmen, die ca. 75 Prozent des Marktvolumens erwirtschaften. Da mit dem Datenrücklauf knapp 80 Prozent des Umsatzes der Top-10-KEP-Dienstleister in Augsburg abgedeckt werden konnten, wurden die Stichprobenergebnisse auf den Gesamtmarkt hochgerechnet. Durch einen Vergleich mit anderen Ballungsräumen in Deutschland konnten das Vorgehen und die Ergebnisse plausibilisiert werden.

Neben der Datenerhebung und -analyse wurden als weitere Teilprojektleistung die Themenfelder und erste Handlungsempfehlungen für Mobilitätskonzepte aufgezeigt. Um eine nachhaltige Gestaltung der urbanen Logistik zu erzielen, wurden verschiedene Ansätze betrachtet: der Einsatz von Mikro-Depots verbunden mit einer Sendungsverteilung zu den Kund:innen mittels Lastenfahrrädern, die Ausweitung des Netzes an Packstationen und die Nutzung der öffentlichen Infrastruktur. Unter Berücksichtigung der Strukturdaten der Stadt wurde die Übertragbar-

keit und Machbarkeit der Ansätze in Augsburg bewertet. Dafür wurden die Voraussetzungen und Rahmendaten für die erfolgreiche Implementierung identifiziert und die Kompatibilität mit Augsburgs Strukturdaten beurteilt. Weiterhin wurden die damit verbundenen Herausforderungen und Chancen aufgezeigt. Da sich die Umsetzungsmöglichkeiten hinsichtlich der notwendigen Regulierungsintensität und dem Integrationsgrad eines neutralen Dienstleisters unterscheiden, wurden die Konzeptansätze im Detail aufgezeigt.

Die Bewertung ließ darauf schließen, dass sich die Konzepte aufgrund standort-spezifischer Gegebenheiten unterschiedlich eignen. Sie sollten daher nicht isoliert umgesetzt werden, sondern als Gesamtkonzept. Da sich die Umsetzungsmöglichkeiten hinsichtlich der notwendigen Regulierungsintensität und dem Integrationsgrad eines neutralen Dienstleisters unterscheiden, wurden die Konzeptansätze im Detail aufgezeigt (Abb. 1).

Diese Ergebnisse sollen im weiteren Vorhaben in interdisziplinären Workshops mit den Vertreter:innen der Stadt und der KEP-Unternehmen näher vertieft werden. Dabei sollen die Umsetzungsmöglichkeiten dienstleisterübergreifender Pilotprojekte erörtert werden. <

LITERATUR

Bogdanski, R. (2017): Innovationen auf der letzten Meile, Bewertung der Chancen für die nachhaltige Stadtlogistik von morgen, Nachhaltigkeitsstudie 2017 im Auftrag des Bundesverbands Paket und Expresslogistik e.V. (BIEK). Berlin: BIEK.

Bundesverband Paket und Expresslogistik e.V. (BIEK) (2019): KEP-Studie 2019 – Analyse des Marktes in Deutschland, Eine Untersuchung des Bundesverbands Paket und Expresslogistik (BIEK). Berlin: BIEK.

Pflaum, A. (Hrsg.); Schwemmer, M. (2018): TOP 100 der Logistik: Marktgrößen, Marktsegmente und Marktführer 2018/2019, Eine Studie der Fraunhofer Arbeitsgruppe für Supply Chain Services SCS. Hamburg: DVV Media Group.



PROF. DR. FLORIAN WAIBEL
Projektleitung

Fakultät für Wirtschaft
HSA_ops
florian.waibel@hs-augsburg.de

Weitere Beteiligte
NINA KLEIN B. SC.,
CAND. M. SC.
PROF. DR. HARIET KÖSTNER
Fakultät für Wirtschaft
HSA_ops
ninamelanie.klein@hs-augsburg.de
harriet.koestner@hs-augsburg.de

Partner
Tiefbauamt Stadt Augsburg,
Wirtschaftsförderung Stadt Augsburg

Förderung
Im Auftrag der Stadt Augsburg

Laufzeit
2019 – 2020

Komponenten	Tätigkeiten		Status quo	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4
	Organisation, Verwaltung	Instandhaltung, Reparatur					
Lastenfahrrad	Organisation, Verwaltung	Instandhaltung, Reparatur					
	Belieferung	Innerstädtische Zustellung					
Mikro-Depot	Organisation, Verwaltung	Infrastruktur, Gebäude					
	Betrieb	Lagerung					
		Kommissionierung					
Packstation	Organisation, Verwaltung	Verfügbarkeit, Garantie					
	Betrieb	Sicherheit, Kundenzustellung					
Öfftl. Infrastruktur	Organisation, Verwaltung	Rechtliche Verfügbarkeit					
	Betrieb	Physische, technische Nutzbarkeit					

= KEP-DL
 = Neutraler DL/ Neutrale Instanz
 = Intensität des Aufwandes der Stadt (*)

(*) Der Verlauf von hell zu dunkel impliziert den zunehmend benötigten Aufwand der Stadt

- 1 Unterschiedliche Ausprägungsmöglichkeiten eines dienstleisterübergreifenden Pilotprojekts in Augsburg.
- 2 Übersicht verkehrlicher Kenngrößen des urbanen Wirtschaftsverkehrs.



Forschungsprojekte aus dem Forschungs- schwerpunkt „Digitalisierung in Produktion und Dienstleistung“

Der Forschungsschwerpunkt „Digitalisierung in Produktion und Dienstleistung“ der Hochschule Augsburg bündelt vielfältige Forschungsaktivitäten aus Technik, Wirtschaft und Gestaltung – fakultätsübergreifend und interdisziplinär. Geforscht wird an den Herausforderungen, die eine zunehmend digitalisierte Lebens- und Arbeitswelt mit sich bringt. Das Profil des Forschungsschwerpunkts „Digitalisierung in Produktion und Dienstleistung“ zeigt sich in den wesentlichen Kompetenzfeldern:

- Digitale Wertschöpfung
- Industrie 4.0
- IT-Sicherheit
- Smart Grid & Smart Market
- Produktion und Automatisierung

NextCyPhREE

„Building Information Modeling“ als digitaler Zwilling

> „Building Information Modeling“ (BIM) etabliert sich als Informationstechnologie im Bauwesen. Über die Datenerzeugung in der Planung hinaus stellen sich für den Gebäudebetrieb jedoch weiterreichende Fragestellungen: Was macht einen digitalen Zwilling im Praxisbetrieb eines Bestandsgebäudes aus? Welche Präsentationsformen der Daten eignen sich für den Anwendungsbetrieb – Plattformen mit offenen Formaten oder kommerzielle Anwendungen? Welche Detailtiefe der BIM-Modelle ist für ein Informationssystem sinnvoll? Wie werden statische BIM-Modelle mit dynamischen Industrie-4.0-Technologien zusammengeführt?

NextCyPhREE ist als „digitaler Zwilling“ zum Forschungs- und Lehrprojekt „Cyber Physical (Objects for) Renewable Energies and Environment“ – kurz CyPhREE [1] – umgesetzt. CyPhREE selbst schafft eine Grundlage für die Messung von Daten zur Integration von erneuerbaren Energien in den Gebäudebetrieb. In dem noch laufenden Versuch werden hochauflösende Messdaten des Gebäudebetriebs wie z. B. die Oberflächentemperatur an der Außenwand im Hörsaal C3.20 zu wissenschaftlichen Zwecken im Minutentakt erfasst. Sie sind zur Weiterverarbeitung und Auswertung in einer Zeitreihen-Datenbank gespeichert. Die virtuelle Nutzung der Daten zu Forschungszwecken sowie das Erleben des Versuchs im Lehrbetrieb vor Ort war Inhalt des Projekts.

NextCyPhREE wurde als Informationssystem in einer Cloud-Anwendung für Forschung und Lehre modular konzipiert. Dabei konnte auf den Erkenntnissen aus der Handhabung von Daten mit einem cyber-physischen Agenten-System [2] aufgebaut werden. Projektziel war ein dynamisches Informationssystem, das Methoden des „Building Information Modelings“ mit in die virtuelle Umgebung einbezieht. Zur Akzeptanzsteigerung sollte die Nutzung von Daten bis hin zu mobilen Endgeräten möglich sein.

Building Information Modeling
Unter „Building Information Modeling“ (BIM) wird in Deutschland nach einer derzeit gültigen Definition eine kooperative Arbeitsmethodik verstanden. Dabei

werden „[...] auf der Grundlage von BIM-Modellen, die für den Lebenszyklus eines Bauwerks relevanten Informationen und Daten konsistent erfasst, verwaltet und in einer transparenten Kommunikation zwischen den Beteiligten ausgetauscht [...]“. Der Schwerpunkt der aktuellen Ausarbeitung der BIM-Methode liegt auf der Planung bis zur Fertigstellung eines Bauwerks. Aufgrund festgeschriebener Modellinhalte ist von statischen Modellen auszugehen.

BIM-Modelle werden je nach Verwendung in „Open“ bzw. „Closed BIM-Modelle“ unterschieden. Wird BIM in einer – meist kommerziellen – Umgebung angewendet, spricht man von „Closed BIM“. Bei Nutzung der BIM-Methode mit einer allgemein nutzbaren Schnittstelle spricht man von „Open BIM“. Die am meisten genutzten Schnittstellen sind die „Industry Foundation Classes (IFC)“.

Projektbasis bilden BIM-Modelle (Bild 1) in unterschiedlichem Detaillierungsgrad. Sie wurden mit CAD-Werkzeugen („BIM Authoring“) erstellt. Der Ausarbeitungsgrad der Modelle in Geometrie und Information („Level of Development LOD“) folgt dem Schema der IFC vom Abstrakten zum Konkreten:

- Der Hochschul-Campus als Verknüpfung von Daten der Geographischen Informationssysteme (GIS) im LOD 2 mit einem BIM-Modell in Detaillierungsstufen LOD 100 bis 300 (GIS-LOD ist vom BIM-LOD zu unterscheiden!).
- Das Gebäude C als BIM-Modell im Detaillierungsgrad LOD 300.
- Der Versuchsraum C3.20 und die Wetterstation im Detaillierungsgrad LOD 350 bis 400.

Die Modelle beinhalten Objekte (Wände, Decken, Tische, Ausrüstungsgegenstände usw.) der klassischen BIM-Planungsmethode sowie Objekte (Sensoren, Logger usw.) für die Versuchsumgebung.

Informationssystem und BIM-Integration

Sämtliche Daten des Projekts wurden strukturiert in verteilten Datenbanken auf unterschiedlichen Plattformen erfasst (Bild 2). Die Echtzeiterfassung der Messdaten beinhaltet die Erweiterung um eine zusätzliche Schnittstelle, welche wahlweise die direkte Datenspeicherung in die Zeitreihendatenbank bzw. die Datenspeicherung über das cyber-physische Agenten-System ermöglicht. Alle Datensätze der Datenbanken sind mit den CAD-Modellen synchronisiert (Bild 3). Sie bilden als gemeinsame BIM-Anwendung ein Informationssystem.

Im Versuchsraum wurden an den Sensoren QR-Codes angebracht. Über die Scanfunktion von Endgeräten – beispielsweise Smartphones – ist der direkte Informationszugang möglich. Realität und Digitalanwendung verschmelzen so zu einer Einheit.

Ergebnisse

Mit dem Projekt NextCyPhREE wurde ein erweiterungsfähiges IT-System realisiert, welches BIM-Modelle auch in dynamische Umgebungen integriert. Kommerzielle bzw. offene BIM-Plattformen und technische Standards wurden auf Integrationsfähigkeit hin untersucht.

In der Projektzeit konnten inzwischen lange Zeitreihen gewonnen werden. Sie werden derzeit beim Maschinellen Lernen verwendet. Der Versuchsraum und seine Daten bilden eine gut dokumentierte Umgebung bis hin zu Simulationsmodellen. Weitere technische Entwicklungen von Geräten, Hard- und Software im Gebäudebereich sind möglich. <

LITERATUR

- [1] CyPhREE: Smarte Plattform für intelligente Gebäude von morgen. www.hs-augsburg.de/Architektur-und-Bauwesen/CyPhREE-Smarte-Plattform-fuer-intelligente-Gebaeude-von-morgen.html. Letzter Aufruf 5. August 2020.
- [2] Bauer, Martin; Schöler, Thorsten; Kögel, Lucas; Schweinfest, Mario: Agentenbasierte Steuerung von thermischer Simulation in Echtzeit. BauSIM 2016, Dresden 14. 16.09.2016.



PROF. DR.-ING. MARTIN BAUER
Projektleitung

Fakultät für Architektur
und Bauwesen
Energie Effizienz Design E2D
martin.bauer@hs-augsburg.de

Weitere Beteiligte

PROF. DR.-ING. HON. DR. OF ONPU THORSTEN SCHÖLER (1)
PROF. DR.-ING. WOLFGANG NOWAK (2)
Verteilte Systeme
(Distributed Systems Group) (1)
Energie Effizienz Design E2D (2)
thorsten.schoeler@hs-augsburg.de
wolfgang.nowak@hs-augsburg.de

Partner

Autodesk GmbH, München
Ahlborn Mess- und Regelungstechnik GmbH, Holzkirchen
Hans Trinczek GmbH & Co. KG, Kaufering
OneTools GmbH & Co. KG, Mainz
Datacubist Oy, Tampere, Finnland
Saimaa University of Applied Sciences, Lappeenranta, Finnland
2archi4, Rampetsreiter, Augsburg

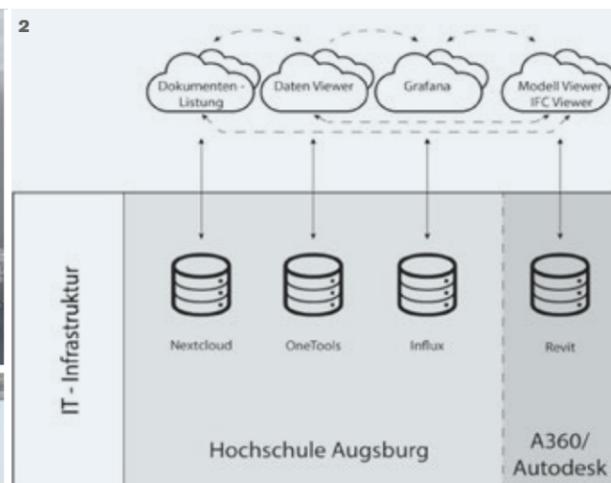
Förderung

Hochschule Augsburg
Internes Leistungsbudget

Laufzeit

2017 – 2018

www.hs-augsburg.de/NextCyPhREE



- 1 BIM-Modell des Versuchsgebäudes als BIM-Anwendungsfall (Visualisierung).
- 2 Anwendungsprinzip NextCyPhREE und Infrastruktur.
- 3 BIM-Modell mit Datenbank synchronisiert.

KI gegen Lebensmittelverschwendung

Lebensmittelverschwendung mit künstlicher Intelligenz verringern

> Das Projekt „Resource-efficient, Economic and Intelligent Foodchain“ (REIF) hat sich zum Ziel gesetzt, die Lebensmittelverschwendung in Deutschland zu reduzieren. Um dieses Ziel zu erreichen, arbeitet das Konsortium, das sowohl aus Forschungs- als auch aus Industriepartnern besteht, in konkreten Anwendungsfällen an der Umsetzung von Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI). Diese soll in verschiedenen Stufen der Wertschöpfungskette der Lebensmittelindustrie eingesetzt werden. Des Weiteren soll ein eigenes KI-Ökosystem entstehen, um eine ganzheitliche Betrachtung der Lebensmittelverschwendung zu gewährleisten.

Jedes Jahr werden in Deutschland etwa elf Millionen Tonnen Lebensmittel bereits während des Herstellungsprozesses entlang der Wertschöpfungskette

vernichtet. Sie landen im Abfall noch bevor sie zu den Endverbraucher:innen gelangen. Dadurch kommt es nicht nur zu wirtschaftlichen Verlusten sondern auch zu Umwelt- und Klimaschäden. Das Förderprojekt „Resource-efficient, Economic and Intelligent Foodchain“ (REIF) setzt sich zum Ziel, die Verschwendung in der Lebensmittelindustrie mit Hilfe des Einsatzes von Künstlicher Intelligenz (KI) zu minimieren. Um dieses Ziel zu erreichen, untergliedert sich das Projekt in acht Teilprojekte. Die Grafik gibt eine Übersicht über die Projektstruktur und zeigt, in welchen Wertschöpfungsstufen die einzelnen Teilprojekte arbeiten.

Ziele des Projekts

Im Rahmen des Projekts werden in den kommenden drei Jahren Potenziale der Verschwendungsreduzierung mittels KI in den Branchen Molkerei, Fleisch und Backwaren erarbeitet. Angestrebt

wird dabei eine Reduzierung der Lebensmittelverluste um bis zu 90 Prozent. Um dieses Ziel zu erreichen, sind entlang der Wertschöpfungskette zwei Punkte entscheidend: die Minimierung von Überproduktion und die Vermeidung von Ausschuss. Wo konventionelle Technologien an ihre Grenzen stoßen, könnte Künstliche Intelligenz innovative Lösungsansätze bieten. Beispielsweise kann mit Hilfe von KI die Nachfrage der Konsument:innen genauer prognostiziert werden oder die Produktionsinfrastruktur dazu befähigt werden, kurzfristig sowohl auf eine schwankende Nachfrage als auch auf eine schwankende Rohstoffqualität zu reagieren.

Der Fokus des Projekts liegt auf der Entwicklung einer ganzheitlichen Optimierungsstrategie über mehrere Wertschöpfungsstufen und -partner:innen hinweg. Verschiedene Anwendungen der Künstlichen Intelligenz

eröffnen uns hier die bisher einmalige Chance, die Verschwendung von Lebensmitteln drastisch zu reduzieren.

Umsetzung

Die Umsetzungsphase des Forschungsvorhabens hat im März dieses Jahres begonnen. Nach erfolgtem Projektstart sind in allen Teilprojekten die Arbeitspakete genauer definiert und gestartet. So erfolgt z. B. in Teilprojekt I aktuell die Anforderungsanalyse für die Konzeption und Entwicklung der Plattform für das REIF-Ökosystem. Weiter wurden bereits erste KI-Modelle im Rahmen des Teilprojekts „Verschwendungsminimierende Produktionssysteme“ erarbeitet. Diese Modelle geben Auskunft über das Materialverhalten von Milchprodukten beim Herstellungsprozess. Ohne die Anwendung eines KI-Modells kann dieses Verhalten lediglich durch die Entnahme von Proben ermittelt werden. Die gewonnenen Informationen der Eigenschaften des Zwischenerzeugnisses tragen dazu bei, den Herstellungsprozess zu optimieren und den Ausschuss bzw. die Verschwendung zu minimieren.

Am Projekt sind insgesamt 18 Konsortialpartner aus Industrie, Verbänden und Forschung sowie zwölf assoziierte Projektpartner – vom bekannten Markenhersteller bis zum jungen Start-up – beteiligt. Sie arbeiten in acht Teilprojekten entlang der Wertschöpfungskette. Die Roadmap für die Umsetzungsphase wurde im Rahmen der Wettbewerbsphase des Innovationswettbewerbs „Künstliche Intelligenz als Treiber für volkswirtschaftlich relevante Ökosysteme“ durch das Fraunhofer IGCV, die Software AG sowie die Technische Universität München erarbeitet.

Die Hochschule Augsburg hat die Konsortialführung inne. Des Weiteren wirkt sie in ausgewählten Teilprojekten – wie „Verschwendungsminimierende Produktionssysteme“ – mit.

REIF ist ein Projekt im Rahmen der Förderinitiative „Künstliche Intelligenz als Treiber für volkswirtschaftlich relevante Ökosysteme“, wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert und vom Projektträger Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt e. V. (DLR) betreut. <



PROF. DR.-ING. STEFAN BRAUNREUTHER
Projektleitung

Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik
stefan.braunreuther@hs-augsburg.de

Weitere Beteiligte
MARTIN SCHREIBER, M. SC.
HANS-MARTIN BRAUN, M. SC.
DAVID ROTTENEGGER, M. SC.

Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik
martin.schreiber@hs-augsburg.de
hans-martin.braun@hs-augsburg.de
david.rottenegger@hs-augsburg.de

Partner

Arxum GmbH
Bayerischer Bauernverband K. d. ö. R., BayWa IT GmbH
Collaborating Centre on Sustainable Consumption and Production (CSCP) gGmbH
CompanyMind GmbH & Co. KG
Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft DLG e. V.
Fraunhofer-Einrichtung für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV fTrace GmbH
GEA Germany AG
Georg Jos. Kaes GmbH
GS1 Germany GmbH
Hochland Deutschland GmbH

Hochschule Augsburg
Hochschule Hof
Industrial Analytics IA GmbH
Industrievereinigung für Lebensmitteltechnologie und Verpackung e. V. (IVLV)
Infoteam Software AG
Innotec GmbH
Jade Hochschule
Krones AG
Kuchenmeister GmbH
Software AG
Spicotech GmbH
Technologisches Institut für angewandte Künstliche Intelligenz GmbH (TIKI)
tegut... gute Lebensmittel GmbH & Co. KG
Technische Universität München
VDMA Nahrungsmittelmaschinen und Verpackungsmaschinen e. V.
Westfleisch SCE mbH
Winnow Solutions Ltd.
WWF Deutschland

Förderung

Förderinitiative „Künstliche Intelligenz als Treiber für volkswirtschaftlich relevante Ökosysteme“ des BMWi

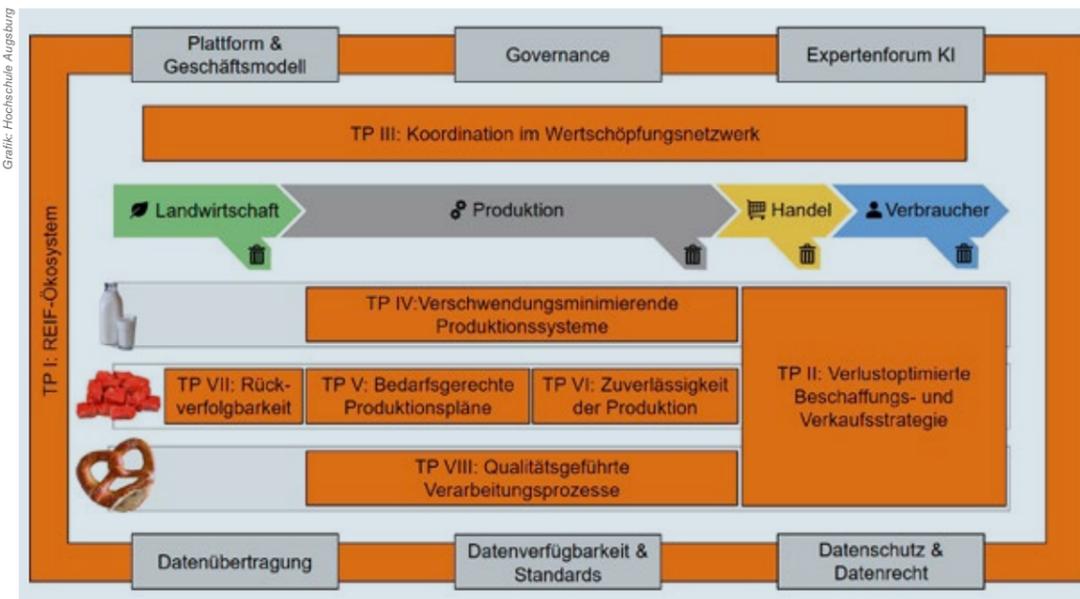
Projekträger

DLR

Laufzeit

2020 – 2023

www.ki-reif.de



Projektübersicht: Die acht Teilprojekte des REIF-Projekts verteilt über die verschiedenen Wertschöpfungsstufen.

Spin-offs aus der Wissenschaft

Wenn aus Wissenschaftler:innen erfolgreiche Start-up-Gründer:innen werden

> Die Förderung von Existenzgründungen ist als elementare Hochschulaufgabe in Art. 2 Abs. 1 und 5 BayHSchG fest verankert und wird auf politischer Ebene mittlerweile durch zahlreiche Förderprogramme unterstützt. An der Hochschule Augsburg widmet sich der Erfüllung dieser Aufgabe die vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) ausgezeichnete Gründerinitiative HSA_digit. Ihr Bestreben ist auch, die noch zu selten genutzten Ausgründungspotenziale von Wissenschaftler:innen zu erschließen. Hierzu identifiziert sie relevante Erfolgsfaktoren für die Gründungsneigung, aus welchen passgenaue Maßnahmen abgeleitet werden können, um den Forschenden den Weg zum eigenen Start-up zu erleichtern.

An deutschen Hochschulen existiert ein hohes Maß an innovativem Wissen. Und gerade angewandt bzw. multidisziplinär Forschende, wie sie typisch für die Hochschule Augsburg sind, verfügen laut aktuellen Erkenntnissen der Gründungsforschung über beste Voraussetzungen, um ihr Wissen über den Erkenntnisgewinn hinaus in eine erfolgreiche Spin-off-Gründung zu überführen.

Während auf studentischer Ebene die Gründungsneigung an der Hochschule Augsburg in den letzten Jahren stark zugenommen hat, ist der „Entrepreneurial Spirit“ unter den Forschenden noch relativ gering ausgeprägt – ein Phänomen,

das sich auch bundesweit beobachten lässt (siehe u. a. eine Studie des IfM von 2014 sowie den aktuellen Gründerradar von 2018). Insgesamt ein unbefriedigender Zustand, bleiben so doch potenzialstarke Ideen und Technologien wirtschaftlich ungenutzt.

Erhöhung der Gründungsneigung als Auftrag

An der Hochschule Augsburg stellt sich die vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) ausgezeichnete Gründerinitiative HSA_digit dieser Herausforderung und greift dabei auf Ergebnisse einer IfM-Studie zurück, der zufolge die Bereitschaft von Forschenden zur Spin-off-Gründung vom Zusammenwirken verschiedener Rahmenbedingungen abhängt.

Insgesamt sind die Voraussetzungen an der Hochschule Augsburg für eine erfolgreiche Stärkung der Gründungsneigung auch unter Forschenden nicht schlecht: So konnte die Initiative sich mittlerweile als zentrale Anlaufstelle für Gründungsinteressierte etablieren und stellt Gründer:innen u.a. mit dem „Funkenwerk“ ein gut ausgebautes Startup-Lab zur Verfügung. Hinzu kommt mit „Augsburg gründet!“ ein gut verzahntes regionales Netzwerk. Laut IfM-Studie allesamt wichtige Umfeldfaktoren zur Förderung von Spin-offs. Allerdings gibt es auch noch Optimierungsbedarfe.

Bekanntheit der Transferstelle noch zu gering

Hinweise darauf liefert wiederum die schon genannte IfM-Studie. Eine fehlende Bekanntheit der Transferstelle sowie ihrer Beratungsangebote unter Forschenden übt demnach eine stark hemmende Wirkung auf die Gründungsneigung aus. Berücksichtigt man, dass aktuell nur maximal jeder Zehnte der Forschenden an der Hochschule Augsburg die Initiative kennt, so wird hier ein wichtiger Ansatzpunkt deutlich. HSA_digit ist daher über die nächsten vier Jahre gefordert, für mehr Bekanntheit der Initiative unter Forschenden an der Hochschule Augsburg zu sorgen (siehe Beitrag „Transfer von Forschung“ auf Seite 12). Parallel wird HSA_digit spezifische Aktivitäten in den Bereichen Sensibilisierung, Aktivierung, Education sowie Gründungsunterstützung entwickeln, die auf die Besonderheiten von Wissenschaftler:innen abgestimmt sind. Besonders wichtig dabei: Das Auslösen sog. „Peer“-Effekte. Diese beschreiben den Einfluss des sozialen Umfelds auf die Gründungsneigung von Wissenschaftler:innen. Empirische Befunde belegen, dass eine Unternehmensgründung von Kolleg:innen bzw. Mitarbeiter:innen im näheren Umfeld und die Präsenz unternehmerischer Selbstständigkeit als Gesprächsthema unter Kolleg:innen einen positiven Einfluss auf die Gründungsneigung des wissenschaftlichen Personals an Hochschulen ausüben.

Positive Rollenvorbilder stärker bewerben

Demnach wird es für die kommenden Jahre ein starkes Bestreben der Initiative sein, vorhandene positive Rollenvorbilder bekannt zu machen und generell den Austausch über Gründung im Kollegenkreis zu fördern – Stichwort „Gründung als Gesprächsthema“. Außerdem gilt es laut IfM-Studie, den Ausbau externer und interner Netzwerke sowie multidisziplinäre Kooperationsprojekte mit anderen Fachbereichen, Forschungseinrichtungen und Partnern aus der Privatwirtschaft zu fördern, woran HSA_digit bereits arbeitet.

Ob durch diese Maßnahmen eine tatsächliche Erhöhung der Gründungsneigung eintritt, versteht HSA_digit als Forschungsauftrag für die nächsten Jahre. Methodisch wird dies durch die Analyse eines neu eingeführten Controllingsystems sowie eine im Wintersemester 2020/21 durchgeführte Umfrage erhoben. Sollte es HSA_digit gelingen, die Gründungsneigung von Forschenden an der Hochschule Augsburg zu erhöhen und hierüber zu einer besseren Ausschöpfung der Innovationspotenziale beizutragen, wäre dies nicht nur für die betroffenen Forschenden von Relevanz, sondern auch für den Standort Augsburg. Denn Spin-offs verbleiben laut Gründerradar 2018 zunächst in drei Vierteln der Fälle in der Hochschulregion und stärken diese. Damit würde die vom BMWi geförderte Initiative auch ihrem gesamtgesellschaftlichen Auftrag gerecht werden und wäre ein Gewinn für alle. <

LITERATUR

- [1] Bijedic / Maass / Schröder / Werner (2014): Der Einfluss institutioneller Rahmenbedingungen auf die Gründungsneigung von Wissenschaftlern an deutschen Hochschulen, IfM Materialien Nr. 233, Bonn.
- [2] Frank / Schröder (2019): Gründerradar 2018 des Stifterverbands für die Deutsche Wissenschaft e. V., Essen.
- [3] Jansen / Kopplin (2017): Wenn Forscher gründen, Artikel in FAZ.NET, abgerufen am 03.07.2017.



PROF. DR. NORBERT GERTH
Projektleitung

Fakultät für Informatik
HSA_digit
norbert.gerth@hs-augsburg.de

Weitere Beteiligte
ASS. IUR. TATJANA KRUSE
Wissenschaftliche Mitarbeiterin
Fakultät für Informatik
HSA_digit
tatjana.kruse@hs-augsburg.de

Förderung
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Laufzeit
04.2020 – 03.2024

Beispielprojekt
www.hs-augsburg.de/Informatik/
HSA-digit/Neue-Impulse-fuer-
digitale-Geschäftsmodelle-und-
Gründungen

www.hs-augsburg.de/Informatik/
HSA-digit



- 1 „Warum nicht die Erkenntnisse meiner Forschungsarbeit für eine Gründung nutzen?“ Aktuell bleiben zu viele Forschungsergebnisse wirtschaftlich ungenutzt – das soll sich dank HSA_digit ändern.
- 2 Einflüsse auf die Gründungsneigung von Wissenschaftler:innen.

Labor „Industrielle Sicherheit“

Industriennahe Sicherheitsforschung und -lehre

> Seit 2017 bietet die Hochschule Augsburg den Masterstudiengang „Industrielle Sicherheit“ mit dem Ziel an, Nachwuchsfachkräfte mit Kompetenz zur Lösung von Sicherheitsproblemen im Bereich industrieller Automatisierungs- und Steuerungsanlagen sowie bei kritischer Infrastruktur auszubilden ([1], [2]).

Das Konzept des Studiengangs beinhaltet eine praktische Schulung der Studierenden im Labor Industrielle Sicherheit an einer vernetzten Automatisierungs- und Steuerungsanlage. Ziel des Projekts war der Aufbau dieses Labors, das von den Fakultäten Elektrotechnik, Informatik und Wirtschaft gemeinsam betrieben wird.

Der Ausbau des Labors „Industrielle Sicherheit“ erfolgt in drei Phasen:

1.) Einrichtung eines Rechnerraums zur Schulung der Studierenden in den Bereichen Betriebssystemsicherheit, Netzwerksicherheit, digitale Forensik und Incident Response; Beschaffung einer Roboterzelle, bestückt mit einem gängigen Industrieroboter; Erweiterung des Systems um einen mobilen Zubringroboter (Robotino); Steuerung der Fertigung in der Zelle durch ein Manufacturing Execution System (MES). Die Anlage ist in Abb.1 und Abb. 2 dargestellt.

2.) Ergänzung des cyber-physischen Systems durch ein Hochregallager, um Prozesse in der Logistik abbilden zu können.

3.) Erweiterung der Anlage um eine Etikettiereinheit zur Behandlung von Serialisierungsproblematiken; Beschaffung einer Einheit zur Realisierung eines automatisierten Produktionskreislaufs für Lasttests der Anlage.

Die erste Phase des Laboraufbaus konnte im Wintersemester 2018/19 abgeschlossen werden. Der Rechnerraum mit 20 PCs wird intensiv für die Vorlesungen „digitale Forensik“, „Incident Response“ und „Secure Coding“ genutzt. Für die Übungen sind entweder Administratorrechte oder ein Durchgriff auf die Hardware erforderlich.

Beide Berechtigungen werden in den Räumen des Rechenzentrums aus Sicherheitsgründen nicht vergeben. Auf den Rechnern wird aber auch Software für die Industrieanlage entwickelt und getestet bevor sie in die Industrieumgebung eingespielt wird.

Die Robotermontagezelle wurde mit einer Industrieapplikation ausgeliefert, die auch den mobilen Zubringroboter und das MES integriert: Aus einer Vorratskiste greift der Industrieroboter eine Platine und bestückt sie mit Sicherungen. Der Produktionsauftrag ist im MES hinterlegt. Die fertige Platine wird auf ein rundlaufendes Förderband abgelegt. Ist der Lagerbestand in der Vorratskiste aufgebraucht, stößt das MES eine Befüllung des Bestands an. Dazu holt der Zubringroboter die Vorratskiste von der Zelle ab und bringt sie an einen Handarbeitsplatz. Sobald wieder Platinenrohlinge zur Verfügung stehen, wird die Produktion fortgesetzt.

Im Wintersemester 2019/20 wurde das Labor um ein Hochregallager erweitert: Die unfertigen Werkstücke werden von einer Linearachsmaschine aus dem Hochregallager geholt und nach Fertigung wieder in das Hochregallager eingelagert.

Die Beschaffung einer Etikettiereinheit sowie einer Einheit zur Realisierung eines automatisierten Produktionskreislaufs kann aus Platzgründen erst nach dem Umzug des Labors „Industrielle Sicherheit“ in das MRM-Gebäude in Angriff genommen werden.

Die Schulung der Studierenden an der Industrieanlage ist integraler Bestandteil des Studiengangs „Industrielle Sicherheit“. Die Anlage ist modular aufgebaut, so dass Studierendenteams Aufgaben an den einzelnen Zellen der Anlage bearbeiten können, ohne sich gegenseitig bei der Arbeit zu behindern. Ideen für zukünftige studentische Projekte liegen bereits vor:

- Realisierung einer sicheren Cloud-Lösung,
- Ausarbeitung eines Fernwartungskonzepts mit Umsetzung,
- Virtualisierung der Anlage zum Rapid Prototyping von sicheren Erweiterungen und als Honeypot für Informationen über Angriffsmuster und Angreiferverhalten,
- Angriffe auf die Anlage,
- Entwicklung von Schulungssequenzen u. a. in den Bereichen Safety, Netzwerksicherheit, sichere Cloudanbindung, sichere Fernwartung, sichere Hardwareanker und PKI-Lösungen.

Mit dem Umzug des Instituts HSA_innos in das MRM-Gebäude befinden sich die wissenschaftlichen und nichtwissenschaftlichen Mitarbeiter:innen, die Studierenden und die Industrieanlage unter einem Dach. Es ist geplant, die Anlage auch für Forschungsprojekte und Industriekooperationen einzusetzen. Insbesondere werden Schulungen zum Thema „sichere Industrie 4.0 für KMU“ entwickelt und mit praktischen Einheiten an der Industrieanlage angeboten. Ein Zertifikatskurs „Industrielle Sicherheit“ ist in Vorbereitung, der in zwei Semestern mit je 15 ECTS als Weiterbildungsangebot allen Berufstätigen offenstehen soll. In Anlehnung an den gleichnamigen Studiengang werden theoretische und praktische Angebote sich die Waage halten. <

LITERATUR

- [1] ISA / IEC 62443: Normenreihe Industrielle Kommunikationsnetze – IT-Sicherheit für Netze und Systeme, 2008-2018.
- [2] BSI-LB19 / 508: Die Lage der IT-Sicherheit in Deutschland 2019, Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, 2019.



PROF. DR. RER. NAT. HELIA HOLLMANN
Projektleitung

Fakultät für Elektrotechnik
HSA_innos
helia.hollmann@hs-augsburg.de

Weitere Beteiligte
PHILIPP SCHURK
Fakultät für Elektrotechnik
philipp.schurk@hs-augsburg.de

CHRISTIAN HUND
Fakultät für Elektrotechnik
christian.hund@hs-augsburg.de

Förderung
Leistungsbudget
der Hochschule Augsburg

Laufzeit
2017 – 2019

www.hs-augsburg.de/hsainnos



Fotos: Hochschule Augsburg



Fotos: HSA



- 1 Automatisierter Kistenwechsel durch A6V.
- 2 Montagezelle mit Roboterapplikation.
- 3 Einsatz von Industriehardware.

Produktionsplattform ProLogCloud

Digital vernetzte Fertigung mit intelligenter Prozesslogistik

> Die Flexibilisierung der Produktion im Sinne von dynamischer Anpassungsfähigkeit eines Produktionssystems an volatile Rahmenbedingungen ist eine der zentralen Herausforderungen für die Industrie angesichts der immer kürzer werdenden Produktlebenszyklen und des stark steigenden Individualisierungsgrads von Produkten. Das Verbundvorhaben ProLogCloud will durch die Entwicklung eines digital vernetzten Automatisierungskonzepts und einer Prozesslogistiksteuerung mit fahrerlosen Transportsystemen eine flexible und wirtschaftliche Fertigung ermöglichen.

Die Vision einer Fertigung, welche durch intelligente Algorithmen gesteuert wird und auf die alle Teilnehmer:innen der Wertschöpfungskette über eine Cloud-Lösung zugreifen können, rückt mit steigendem technologischem Fortschritt immer näher. Trotzdem sind Komplexität und Integrationsaufwand im speziellen betrieblichen Umfeld nach wie vor erheblich – und die Frage nach der Wirtschaftlichkeit bremsst häufig die nötigen Investitionen. Im Rahmen des Projekts ProLogCloud entwickelt ein Konsortium von Vertreter:innen aus Forschung und Industrie ein intelligentes Fertigungskonzept, das die heute vorherrschende Logik einer linearen Fertigung aufbricht und durch flexibel verknüpfbare Fertigungsinseln ablöst.

Intelligente logistische Verkettung

Um die gesamte notwendige Leistung sowie Flexibilität des Fertigungskonzepts sicherzustellen, werden zunächst alle Einzelprozesse analysiert, optimiert und aufeinander abgestimmt. Dabei sollen verkettete Fertigungspositionen weniger vom Output der vorgelagerten Stufe abhängig sein und Stillstandzeiten der Maschinen sowie Pufferbestände verringert werden. Um die hierfür notwendige Logistik abwickeln zu können, werden fahrerlose Transportsysteme sowie Möglichkeiten einer

automatisierten Be- und Entladung der Fertigungszellen verwendet. Erste Erkenntnisse zeigen, dass hierbei jedoch Kompromisse einzugehen sind. Bricht man die Verkettung der Linienproduktion auf, müssen Pufferbestände zwischen den einzelnen Fertigungsschritten weiterhin bestehen bleiben, um die Differenzen der unterschiedlichen Anlagenverfügbarkeiten auszugleichen. Um im Falle einer Überproduktion bzw. eines Ausfalls auf parallellaufende Anlagen auslagern zu können, dürfen diese nicht ausgelastet sein. Daher werden im Projekt sogenannte „Use Cases“ erarbeitet, um die Reaktion des Gesamtsystems auf Umsetzbarkeit, Störanfälligkeit, benötigte Komponenten und Kosten bzw. Nutzen zu untersuchen.

Cloudbasierte Produktionsplattform

Die flexible Verkettung der Produktionsinseln und die automatisierte Prozesslogistik erfordern eine zentrale Steuerungsplattform, die in die bestehende IT-Architektur integriert werden kann. Über spezifizierte Schnittstellen zum ERP-System, den einzelnen Produktionssystemen, dem Flottenmanager der Transportsysteme sowie dem Warenwirtschaftssystem werden Aufträge prioritätengesteuert eingeplant. Die Koordination aller Prozesse ermöglicht es, sämtliche Warenbewegungen der Rohmaterialien und von Halbfertig- sowie Fertigerzeugnissen nachzuvollziehen und zu dokumentieren, so dass ein virtuelles Abbild der Produktionsumgebung entsteht. Diese Traceability ist eine Voraussetzung für den Einsatz neuer Sensoren in bestimmten Märkten im Bereich des autonomen Fahrens.

Cyber-Security-Strategie

Die mit der Cloud-Technologie einhergehende Zunahme von Konnektivität der industriellen Komponenten bringt auch vielfältige Möglichkeiten für Angreifer:innen mit sich. Ein ganzheitliches Cyber-Security-Konzept ist daher unerlässlich. Um mögliche Angriffsvektoren zu erkennen, wurde in einem ersten Schritt eine Bedrohungsanalyse durchgeführt, wobei Bedrohungsszenarien identifiziert und mögliche Schutzmaßnahmen definiert wurden. Zudem wurden Security-Normen wie die IEC 62443 verwendet, um sowohl personelle und organisatorische als auch technische Aspekte zu untersuchen. Im Zuge dessen wurden auch Auswirkungen von Netzwerkangriffen auf das Echtzeitverhalten von Architekturen für Steuerungskomponenten analysiert. Hierbei zeigte sich, dass simple Netzwerkattacken wie Flooding erhebliche Auswirkungen auf die Ausführung eines kritischen Kontrollprogramms haben und ein sinnvoller Schutz, beispielsweise die Isolation des Programms auf einem Co-Prozessor, notwendig ist. [1] Diese und weitere technische Schutzmaßnahmen werden auf einer Open-Source-Plattform prototypisch implementiert und sollen Betreiber:innen sowie Lieferant:innen von industriellen Komponenten über die Umsetzbarkeit von Cyber-Security-Anforderungen informieren.

Erste Ergebnisse werden derzeit am Technologietransferzentrum für flexible Automation und kooperative Robotik (TTZ) als Demonstrator aufgebaut, um Testläufe vor dem Einsatz im industriellen Realbetrieb durchführen zu können. <

LITERATUR

- [1] Florian Fischer, Matthias Niedermaier, Thomas Hanka, Peter Knauer, Dominik Merli: Analysis of Industrial Device Architectures for Real-Time Operations under Denial of Service Attacks, ICICS2020, <https://arxiv.org/abs/2007.08885>.



PROF. DR.
FLORIAN KERBER
Projektleitung

Fakultät für Elektrotechnik
Technologietransferzentrum TTZ
florian.kerber@hs-augsburg.de

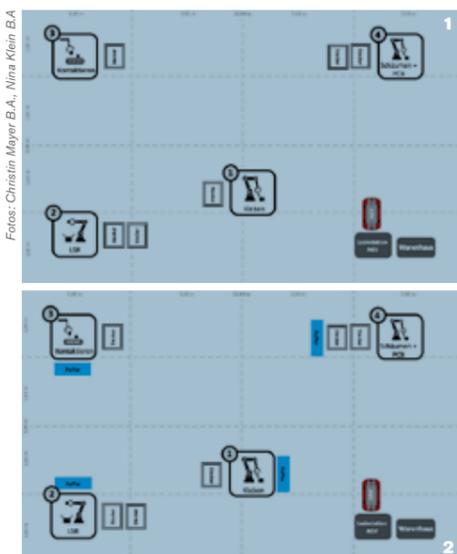
Weitere Beteiligte
PROF. DR. MICHAEL KRUPP
Fakultät für Wirtschaft
HSA_ops
michael.krupp@hs-augsburg.de

PROF. DR. DOMINIK MERLI
Fakultät für Informatik
HSA_innos
dominik.merli@hs-augsburg.de

Partner
Valeo Schalter und Sensoren GmbH
Wemding

Förderung
VDI/VDE Innovation + Technik
GmbH, München

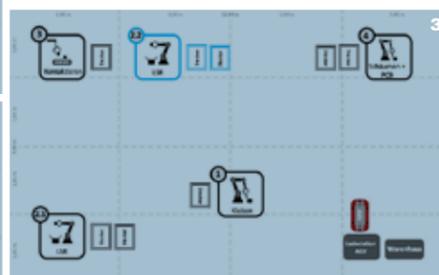
Laufzeit
2018 – 2021



1 Basis-Szenario mit allen Komponenten.

2 Use Case 1: Erweiterung des Basis Szenarios um einen Pufferplatz pro Produktionszelle.

3 Use Case 2: Erweiterung des Basis Szenarios um eine redundante Produktionszelle.



2

Computer-Vision mit KI

Hardwarebeschleunigung in der industriellen Bildverarbeitung

> Die Forschungsgruppe „Effiziente Eingebettete Systeme“ (EES) untersucht in Kooperation mit der Firma opdi-tex GmbH den Einsatz von künstlichen neuronalen Netzen in der industriellen Bildverarbeitung. Dabei wurde die eigene Netzarchitektur „CookieNet“ mit minimaler Größe und hoher Genauigkeit für die Detektion von Produkten auf Produktionsfließbändern entwickelt. Zusätzlich wird die Beschleunigung mit Spezialhardware untersucht, um einen Einsatz in einer industriellen Umgebung möglich zu machen. Mit dem ASTERICS-Framework wird effiziente Bildverarbeitung in Hardware an der Hochschule Augsburg sowohl in der Forschung als auch in der Lehre vertreten.

Industrielle Bildverarbeitung in der Verpackungsindustrie

Die EES-Forschungsgruppe der Hochschule Augsburg forscht in Kooperation mit der Firma opdi-tex GmbH am Einsatz von Methoden der künstlichen Intelligenz für die industrielle Bildverarbeitung. Konkret zum Einsatz kommen soll die Technologie bei der Detektion und Lokalisierung von Keksen auf einem Fließband (siehe Bild 1) unter Verwendung eines Zeilenscanners (siehe

Bild 2). Die Gebäckstücke können beliebig platziert und orientiert sein und müssen mit hoher Geschwindigkeit sicher erkannt und auf ihre Qualität überprüft werden. Erst danach werden sie durch einen Roboterarm verpackt.

Jedes Produkt, das nicht erkannt wird, wird zum Ausschuss – und führt zu einem potenziellen wirtschaftlichen Schaden. Daher muss der bildverarbeitende Algorithmus bei der Detektion mit höchstmöglicher Genauigkeit arbeiten. Gleichzeitig ist ein hoher Durchsatz bei der Anlage sehr wichtig. Das bedeutet, die nötigen Berechnungen müssen mit hoher Geschwindigkeit und in Echtzeit durchgeführt werden.

KI-Methoden in der Verpackungsindustrie

Eine Verpackungsmaschine wird für immer wieder wechselnde Kekssorten verwendet – wie exemplarisch in Bild 3 und Bild 4 zu sehen ist. Mit jeder neuen Kekssorte war es bisher notwendig, den bildverarbeitenden Algorithmus manuell anzupassen, wozu entsprechend qualifiziertes Personal notwendig ist. Um dies in Zukunft automatisiert durchführen zu können, wird hier der Einsatz künstlicher neuronaler Netze untersucht. Diese können automatisiert trainiert werden, was den Einsatz von Fachkräften vor Ort überflüssig machen soll.

Der hohe Anspruch an die Genauigkeit und Verlässlichkeit, so dass alle Objekte durchgehend korrekt erkannt werden, stellt beim Einsatz von neuronalen Netzen eine große Herausforderung dar.

Für das Projekt wurde die eigene Netzarchitektur „CookieNet“ entwickelt, welche bei der Detektion und Lokalisierung eine hohe Präzision bei einem minimalen Einsatz von Rechenoperationen erreicht.

Hardwarebeschleunigung für die Berechnung neuronaler Netze

Neuronale Netze sind typischerweise besonders rechenintensiv. Daher werden auch für die Ausführung („Inferenz“) in der Regel leistungsstarke Workstation- und Grafikprozessoren verwendet. Aufgrund der hohen Leistungsaufnahme eignen sich diese jedoch meist nicht für den Einsatz in der Industrie.

Eine effiziente Beschleunigung der Berechnungen kann durch Spezialhardware erreicht werden. Dazu können einerseits „festverdrahtete“ Spezialprozessoren wie die „Coral Edge TPU“ [1] oder der „Intel Neural Compute Stick 2“ [2] verwendet werden. Alternativ kann auch ein programmierbarer Logikbaustein (FPGA) genutzt werden, um eine auf die konkrete Anwendung optimierte Beschleunigerhardware zu realisieren. Um die optimale Lösung zu finden, werden mehrere Alternativen evaluiert und auf Geschwindigkeit und Leistungsaufnahme hin untersucht.

Bild- und Videoverarbeitung in Hardware an der Hochschule Augsburg

Für die Nutzung von FPGAs kommt das ASTERICS-Framework der Hochschule Augsburg zum Einsatz. ASTERICS ist eine Sammlung von Komponenten zur Entwicklung von hocheffizienten Bildverarbeitungssystemen mit FPGAs und dient der Forschungsgruppe schon seit längerem als Grundlage für verschiedene Forschungsaktivitäten auf dem Gebiet. Es wurde bereits in mehreren Projekten erfolgreich eingesetzt, zum Beispiel bei der Objekterkennung im autonomen Rennfahrzeug des StarkStrom-Augsburg-Teams, zur 3D-Rekonstruktion für hochauflösende Zeilenscanner oder in einem BMWi-Förderprojekt zur Aufmaßbestimmung im Schiffs- und Anlagenbau.

Aktuell wird ASTERICS erweitert, um einzelne Schichten oder auch gesamte neuronale Netze direkt in einem FPGA zu implementieren. Das Ziel ist es, insbesondere die Inferenzzeit im Vergleich zu generalisierten Beschleunigern wesentlich zu verbessern und Echtzeitfähigkeit zu erreichen.

Die Kernkomponenten von ASTERICS stehen als Open-Source-Projekt auch für Industriepartner oder andere Forschungsgruppen zur Verfügung. Mit dem neu entwickelten Systemgenerator „Automatics“ ist es möglich, durch wenige Zeilen Python-Code ein ASTERICS-System zu entwerfen, das auch den Einsatz des Frameworks in der Lehre ermöglicht [3]. <

LITERATUR

- [1] Google LLC: Coral technology: Advanced neural network processing for low-power devices, Online: <https://coral.ai/technology/>.
- [2] Intel Corporation: Intel Neural Compute Stick 2, Online: <https://ark.intel.com/content/www/de/de/ark/products/140109/intel-neural-compute-stick-2.html>.
- [3] Philip Manke, Michael Schaeferling, Gundolf Kiefer: Using the ASTERICS Framework for Rapid Prototyping and Education in Image Processing on FPGAs, embedded world Conference, Nürnberg, 2020.



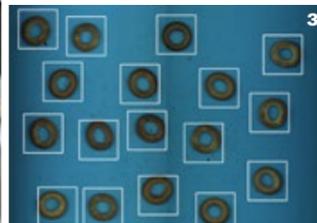
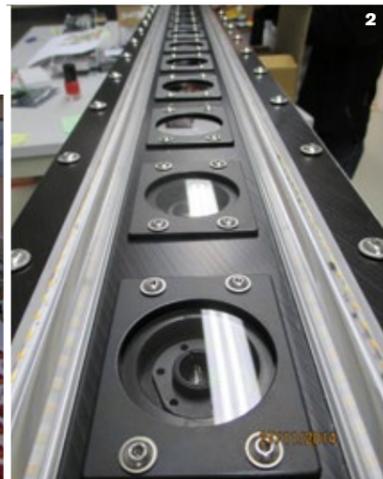
PROF. DR.-ING.
GUNDOLF KIEFER
Projektleitung

Fakultät für Informatik
HSA_ired
Effiziente Eingebettete
Systeme (EES)
gundolf.kiefer@hs-augsburg.de

Weitere Beteiligte
TOBIAS SCHWARZ
PHILIP MANKE
MICHAEL SCHÄFERLING
Fakultät für Informatik
HSA_ired
Effiziente Eingebettete
Systeme (EES)
tobias.schwarz@hs-augsburg.de
philip.manke@hs-augsburg.de
michael.schaeferling@hs-augsburg.de

Partner
opdi-tex GmbH, Eresing
DIPL.-ING.
KARL-LUDWIG SCHINNER
(Inhaber / CEO)

Laufzeit
2019 – 2020



- 1 Optische Echtzeit-Erfassung auf einem Förderband mit Zeilenscanner.
- 2 Aufbau eines Zeilenscanners.
- 3 Automatisch erkannte Kekse auf einem Förderband.
- 4 Auch Kekssorten mit Varianten müssen nach automatisiertem Training korrekt erfasst werden.

Der ParaNut/RISC-V-Prozessor

Open-Source-Hardware für die Systeme der Zukunft

> **Milliarden Menschen profitieren heutzutage von den Vorteilen von Open-Source-Software. Auf ihren Smartphones, Routern oder während sie im Web surfen, kommen im Hintergrund quelloffene Projekte zum Einsatz. Dennoch wissen wir oft nur wenig über den genauen Aufbau der Hardware, die wir täglich verwenden, denn deren Baupläne sind im Allgemeinen nicht quelloffen. Der an der Hochschule Augsburg entwickelte ParaNut/RISC-V-Prozessor dient primär der Forschung und Lehre im Bereich der Prozessorarchitekturen. Sein Aufbau kann jedoch von jedermann eingesehen und nach Wunsch erweitert oder verändert werden.**

Open-Source-Hardware

Software-Projekte wie das Betriebssystem Linux zeigen, dass eine quelloffene Entwicklung (Open Source) einige Vorteile mit sich bringt. Neben den geringen Kosten gehören dazu die Flexibilität, individuelle Anpassungen machen zu können, und nicht zuletzt auch die Sicherheit, weil Sicherheitslücken schnell erkannt und geschlossen werden können. In der Hardware- und speziell Prozessorentwicklung dominieren aber meist immer noch kommerzielle Produkte mit zum Teil undokumentierten Komponenten oder teuren Lizenzmodellen.

Das zu ändern ist ein Ziel der RISC-V-Foundation, die den RISC-V-Befehlssatz und damit die Basis für unterschiedlichste Implementierungen seit 2010 frei zur Verfügung stellt [2]. Durch den modularen Aufbau des Befehlssatzes können RISC-V-kompatible Prozessoren entwickelt werden, die optimal an ihr Anwendungsgebiet angepasst sind. Das gesamte Spektrum von sehr kleinen und sparsamen 32-Bit-Mikrocontrollern bis zu 128-Bit-Serverprozessoren kann so abgedeckt werden. Die Anzahl an Unterstützern wächst stetig, und die für den Erfolg eines Befehlssatzes nötigen Tools, wie Compiler (GCC, Clang/LLVM etc.) und Software (Glibc, Linux etc.) sind bereits vorhanden. Das zieht nicht nur Forschungseinrichtungen und Hochschulen an, sondern auch große Firmen wie Western Digital (WD), die eigene offene Prozessoren mit dem RISC-V-Befehlssatz für ihre Produkte entwickeln können.



Fotos: Hochschule Augsburg



Foto: IBV, HSA



- 1 Der ParaNut-Prozessor im Testbetrieb auf einem Entwicklungsboard (vorne links).
- 2 Gemeinsamer Messestand mit IBV auf der embedded world 2020.
- 3 Team-Mitglied Alexander Bahle entspannt sich mit einem 3D-Spieleklassiker – der natürlich auf einem ParaNut-Prozessor läuft!

„ParaNut“: Der offene Prozessor der Hochschule Augsburg

Der ParaNut-Prozessor wurde 2015 erstmals öffentlich vorgestellt und seitdem stetig weiterentwickelt. Seit 2019 existiert eine Version des Prozessors, die den RISC-V-Befehlssatz unterstützt und dadurch mit allen oben erwähnten Tools kompatibel ist.

Die praktische Einsetzbarkeit konnte mit Standard-Benchmarks und Software für Ein- und Mehrkern-Systeme auf einem Entwicklungs-Board bereits bestätigt und auf der „embedded world Conference 2020“ einem Fachpublikum präsentiert werden [1]. Bild 3 zeigt einen ParaNut-Prozessor beim Ausführen des Spiele-Klassikers „Doom“ mit 3D-Grafik. Für die Bildausgabe über den Monitor kommt hier übrigens das ebenfalls an der Hochschule Augsburg entwickelte ASTERICS-Framework zum Einsatz [3].

ParaNut: Mehr als „nur“ ein CPU-Kern

Der ParaNut-Prozessor besitzt gegenüber anderen RISC-V-kompatiblen Prozessoren einige Eigenschaften, die in dieser Form einzigartig sind.

Forschungsthema an der Hochschule Augsburg ist es, einen hohen Grad an Parallelverarbeitung für Software-Entwickler:innen möglichst einfach nutzbar zu machen, ohne dass sie sich in komplexe Bibliotheken oder in Spezialinstruktionen einarbeiten müssen, wie das zum Beispiel beim Einsatz von Grafikprozessoren (GPUs) oder Vektor-Erweiterungen wie „Intel AVX“ oder „ARM Neon“ nötig ist. Hierzu bietet der ParaNut spezielle Parallelitätskonzepte an.

Der „ParaNut“ lässt sich auf verschiedene Anwendungsbereiche und Chip-Größen anpassen. Die einzelnen Kerne des „ParaNut“ sind einfach, weitgehend spekulationsfrei und damit sicher aufgebaut. So kann ein funktionsfähiges System mit sehr wenig Hardwareaufwand gebaut werden. Wird eine höhere Rechenleistung benötigt, können einfach mehr Prozessor-Kerne hinzugefügt werden.

Aktuell: Unterstützung von Linux als Betriebssystem

Um die Einsatzmöglichkeiten des ParaNut zu erweitern, wird er aktuell um eine „Memory Management Unit“ (MMU) erweitert. Ziel ist es, das bereits auf RISC-V portierte und freie Betriebssystem GNU/Linux auf dem „ParaNut“ ausführbar zu machen. Der Einsatz eines vollwertigen Betriebssystems bietet für ParaNut-Software-Entwickler:innen viele Vorteile und wird das Anwendungsspektrum noch einmal erheblich erweitern.

Fazit

Der ParaNut-Prozessor ist eine hochgradig konfigurierbare Prozessorarchitektur, die sich für eine Vielzahl von Anwendungen vor allem im Bereich der Embedded Systems anbietet. Durch die geprüfte RISC-V-Kompatibilität ist der Prozessor praktisch einsetzbar, dem System- und Software-Entwickler steht eine ausgereifte Tool-Chain mit Compiler, Software-Bibliotheken, Simulator und Debugger zur Verfügung. Da es sich um ein Open-Source-Projekt handelt, können anwendungsspezifische Änderungen einfach vorgenommen werden. Die Quelloffenheit und im Wesentlichen spekulationsfreie Grundarchitektur prädestiniert den Prozessor auch für den Einsatz in sicherheitskritischen Systemen. <

LITERATUR

- [1] Alexander Bahle, Gundolf Kiefer, Anna K. Pfützner, Lutz Vollbracht: „The ParaNut/RISC-V Processor – An Open, Parallel, and Highly Scalable Processor Architecture for FPGA-based Systems“, embedded world Conference, Nürnberg, 2020.
- [2] Webseite des RISC-V-Projekts: <https://riscv.org>.
- [3] Webseite des ASTERICS-Projekts: <https://ees.hs-augsburg.de/asterics>.



PROF. DR.-ING. GUNDOLF KIEFER
Projektleitung

Fakultät für Informatik
HSA_ired
Effiziente Eingebettete
Systeme (EES)
gundolf.kiefer@hs-augsburg.de

Weitere Beteiligte
ALEXANDER BAHLE
CHRISTIAN MEYER
MICHAEL SCHÄFLINGER
Fakultät für Informatik
alexander.bahle@hs-augsburg.de
christian.meyer@hs-augsburg.de
michael.schaefflinger@hs-augsburg.de

Partner
IBV – Echtzeit- und Embedded
GmbH & Co. KG, Augsburg
www.ibv-augsburg.de
DIPL.-ING. (FH)
WALTER EBERL-SCHELL
(Geschäftsführer)

Förderung
IBV – Echtzeit- und Embedded
GmbH & Co. KG, Augsburg
DIPL.-INF. (FH)
LUTZ VOLLBRACHT

www.ees.hs-augsburg.de/paranut

Laufzeit
2010 – 2020

Programmieren lernen mit KI

Aufbau einer Web-Plattform mit intelligentem Tutor

> Das Fach „Programmieren“ ist ein Paradebeispiel für große Kohorten mit heterogenen Studierenden und hohen Durchfallquoten. Hier bieten sich Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) an, um Studierende individuell zu fördern. Das hier vorgestellte Projekt einer KI-basierten Lernplattform hat langfristig drei Ziele: Studierende sollen individuell von einem intelligenten digitalen Tutor betreut werden, sie sollen sich in einem Lernnetzwerk austauschen und Gelegenheit zum spielerischen Wettbewerb haben und sie sollen mit Hilfe von Learning Analytics beim selbstregulierten Lernen unterstützt werden.

Die Digitalisierung in der Lehre hat an vielen Hochschulen schon seit einigen Jahren eine hohe Priorität – und die aktuelle Covid-19-Krise hat diesem Trend einen dramatischen Schub gegeben, da

in kurzer Zeit oft die komplette Präsenzlehre in den digitalen Raum verlegt werden musste. Langfristig ist es sinnvoll, nachhaltige Konzepte für die digitale Lehre zu entwickeln. An der Fakultät für Informatik der Hochschule Augsburg gibt es verschiedene Bemühungen, eine skalierbare Lernplattform zu entwickeln, auf der sowohl individuelles Lernen als auch Peer-Learning eng verzahnt, breit vernetzt und mit Unterstützung durch KI-Methoden stattfindet, um Programmierkompetenzen zu vermitteln.

Szenario

Das Szenario ist wie folgt: Die Lernenden bearbeiten auf einer Web-Plattform namens „CodingTutor“ Übungsaufgaben

zur Programmierung (Bickel 2020) und erhalten von dem intelligenten digitalen Tutor immer direkt individuelles Feedback zum derzeitigen Stand ihrer Programmieraufgabe (List 2020). Die Plattform hat Stefan Bickel im Rahmen seiner Masterarbeit entwickelt. Den intelligenten Tutor hat Corinna List im Rahmen ihrer Abschlussarbeit des „Master of Applied Research“ (MAPR) entwickelt. Das Feedback basiert auf einer Analyse des Programms, bei der Fehler und Verbesserungsmöglichkeiten gefunden werden. Das Feedback wird dann generiert auf Basis der didaktischen Strategie sowie des Studierendenmodells, das sowohl Informationen zum aktuellen Wissensstand als auch zu Stärken und Schwächen enthält. So kann der Tutor individuell auf jeden Lernenden eingehen, Fehler und Missverständnisse auf-

zeigen, passende Übungen vorschlagen und auf Inhalte im Skript verweisen, um die Lernenden zu unterstützen. Wichtiger Bestandteil ist das Domänenmodell des Tutors: Es enthält Informationen und Wissen zur Domäne, in diesem Fall der Programmiersprache Processing, einer Variante der Sprache Java. Viele Fehler, die Studierende während des Lernprozesses machen, können zu Misconceptions zusammengefasst werden und erlauben so die Analyse und die Generierung von Feedback. Für den Kurs „Grundlagen der Programmierung“ wurden auf Basis von echten Daten neun Kategorien von Misconceptions erstellt: allgemein, mathematisch, IDE-bezogen, Variablen, Bedingungen, Schleifen, Arrays, Funktionen sowie Klassen und Objekte. Die Codebeispiele der Studierenden werden zur Analyse in ihre einzelnen Bestandteile aufgetrennt und mit Hilfe eines regelbasierten Systems analysiert und auf Fehler und Misconceptions untersucht. Die dann automatisch entdeckten Misconceptions werden durch das pädagogische Modell in didaktisch sinnvolles Feedback umgewandelt, um die Lernenden bestmöglich zu unterstützen.

Langfristig sollen die Studierenden nicht nur allein lernen, sondern mit ihren „Peers“ in einem neuartigen Peer-Forum. Durch gemeinsame Aufgaben, Aktivitäten und Diskussionen können sich Studierende zusätzlich verbessern und sich neues Wissen aneignen. „Pair Programming“ wird in der klassischen Lehre genutzt, um das gemeinsame Lernen von Studierenden zu fördern. Wir können dies auf der Web-Plattform mit Hilfe von Learning Analytics optimiert umsetzen, u. a. durch möglichst ideale Paarungen der Studierenden. Im Peer-Forum sollen die Studierenden Fragen stellen können und diskutieren, aber es sollen auch – basierend auf Ihrem individuellen Modell – die für sie relevantesten Fragen und Beiträge angezeigt werden. Studierende werden außerdem auf Fragen im Forum hingewiesen, die sie mit ihrem derzeitigen Wissensstand beantworten können. So soll die Aktivität im Forum und die Verbindung zwischen den Studierenden durch intelligente Steuerung verbessert werden.

Fazit

Es wurden zwei Prototypen für das intelligente Tutoring im Bereich Programmierausbildung vorgestellt, der „CodingTutor“ und der „iTutor“. Beide Systeme sollen in Zukunft zusammengeführt und um Learning Analytics ergänzt werden. Zukünftige Arbeiten am „iTutor“ sollen das Feedback verbessern und individueller gestalten. Langfristig soll mit Hilfe von Learning Analytics und eines Peer-Forums der Lerneffekt und die Kooperation der Studierenden gefördert werden. Teile der Infrastruktur können auch in anderen Fachbereichen verwendet werden. <

LITERATUR

- [1] Stefan Bickel (2020): CodingTutor – eine Webapplikation für Programmierübungen, Masterarbeit, Fakultät für Informatik, Hochschule Augsburg.
- [2] Corinna List (2020): Misconceptions in Programming: Towards an Intelligent Tutoring System. In: Proceedings of the Applied Research Conference (ARC)



PROF. DR. MICHAEL KIPP
Projektleitung

Fakultät für Informatik
kipp@hs-augsburg.de

Weitere Beteiligte
CORINNA LIST
Fakultät für Informatik
corinna.list@hs-augsburg.de

STEFAN BICKEL
Fakultät für Informatik
stefan.bickel1@hs-augsburg.de

Förderung
Didaktik-Medien-Zentrum (DMZ)
Hochschule Augsburg

Laufzeit
03.2019 – 10.2020



1 Testumgebung des intelligenten Tutors.

Datenbasierte Services für Unternehmen

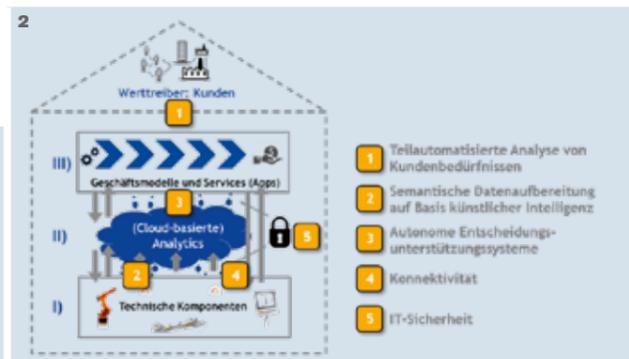
Entwicklung datenbasierter Geschäftsmodelle und Serviceangebote

> Ziel des Forschungsprojekts
„Datenbasierte Services für Industrieunternehmen“ (DaSle) ist es, durch einen übergreifenden Forschungs- und Entwicklungsansatz innovative Analytics-Lösungen und datenbasierte Geschäftsmodellinnovationen zu entwickeln. Der Fokus liegt hierbei auf der Optimierung komplexer Produktionsprozesse bei Industrieunternehmen und der Entwicklung sicherer, datenbasierter Geschäftsmodelle und Serviceangebote. Hierzu adressiert das Forschungsprojekt die folgenden fünf Handlungsfelder: teilautomatisierte Analyse von Kundenbedürfnissen, semantische Datenaufbereitung, autonome Entscheidungsunterstützungssysteme, Konnektivität und IT-Sicherheit.

Im Rahmen des Forschungsprojekts DaSle werden mit Hilfe eines übergreifenden Forschungs- und Entwicklungsansatzes innovative Analytics-Lösungen und datenbasierte Geschäftsmodellinnovationen entwickelt, die es bayerischen Unternehmen ermöglichen, ihre Wettbewerbsfähigkeit in zunehmend digitalisierten globalen Wertschöpfungsnetzen weiter zu steigern.

Innovative digitale Technologien wie Cloud Computing, Big Data Analytics oder künstliche Intelligenz und die internetbasierte Vernetzung von intelligenten Objekten wie Produktions-

anlagen und Produkten tragen dazu bei, dass Unternehmen ihre Produktionsprozesse effizienter und flexibler gestalten können. Darüber hinaus wird dadurch auch die (Weiter-)Entwicklung neuer Geschäftsmodelle mit innovativen, digitalen Angeboten ermöglicht. Gerade Produktionsunternehmen stehen jedoch vor vielfältigen Herausforderungen in Bezug auf die Entwicklung digitaler Lösungsansätze und unterliegen gleichzeitig einem hohen Handlungsdruck durch eine stetig zunehmende Kundennachfrage nach entsprechenden Angeboten sowie einem hohen Innovationsdruck durch – zum Teil branchenfremder – Wettbewerber.



- 1 Logo des Projekts.
- 2 Betrachtete Ebenen im Forschungsprojekt.
- 3 Kernthemen und Partner.



Ziel des Forschungsprojekts ist es deswegen, das hochspezialisierte Prozess-Know-how bayerischer Unternehmen zu nutzen, um Innovationspotenziale und Ansätze zur optimierten Wertschöpfung voranzutreiben. Im Fokus des Forschungsprojekts steht die Entwicklung von Lösungen für die zielgerichtete, (teil-)automatisierte Ermittlung von Kundenbedürfnissen, die semantische Datenaufbereitung auf Basis künstlicher Intelligenz sowie die Entwicklung von Lösungen für autonome Entscheidungsunterstützung und zur sicheren Datenerhebung und Datenübermittlung mittels innovativer Konnektivitätslösungen. Ergänzend dazu werden innovative IT-Sicherheitskonzepte von Beginn an im Entwicklungsprozess berücksichtigt und entwickelt.

Für Unternehmen ist es von besonderer Bedeutung, sich im Rahmen ihrer Digitalisierungsstrategie durch proaktives Handeln und durch die Entwicklung digitaler Geschäftsmodelle mit innovativen hybriden Produkt-Dienstleistungsbündeln Wettbewerbsvorteile zu erarbeiten und somit auch neue Märkte zu erschließen. Damit Industrieunternehmen komplexe Produktionsprozesse optimieren und sichere, datenbasierte Geschäftsmodelle zielorientiert entwickeln können, sollen durch eine fokussierte Kundenzentrierung die Bedürfnisse von Kunden und firmeninternen Stakeholdern datenbasiert ermittelt werden. Darauf aufbauend soll eine zielgerichtete Ableitung von Daten- und Analyseanforderungen sowie die ganzheitliche Entwicklung innovativer Analytics-Lösungen ermöglicht werden.

Im Forschungsvorhaben kooperieren dabei die Unternehmen BMK, GROB-WERKE, Günzburger Steigtechnik, RATIONAL, RENK und WashTec. Von wissenschaftlicher Seite wird das Forschungsprojekt durch die Hochschule Augsburg und die Projektgruppe Wirtschaftsinformatik des Fraunhofer FIT geleitet. Das Forschungsprojekt hat eine zweijährige Laufzeit und endet im Februar 2021.

Zwischenfazit

Durch erste Ergebnisse in der strukturierten und datengetriebenen Erfassung unterschiedlicher Kunden und deren Kundenbedürfnisse konnten bereits wichtige Erkenntnisse für zukünftige Produkt- und Produkt-Service-Lösungen gefunden werden. Auf dieser Basis können auch in Zukunft kundenorientierte Wertversprechen angeboten und individuelle Bedürfnisse optimal adressiert werden. In den Bereichen der Konnektivität konnten bereits wichtige Fragestellungen bezüglich der Vernetzung von Maschinen, der Analyse von Produktionsabläufen und der daraus abgeleiteten Effizienzsteigerung beantwortet werden. Hierbei helfen die Ergebnisse den Unternehmen intern effizienter zu werden und dadurch kostengünstiger aber zugleich auch kundenindividueller produzieren zu können. Genauso konnten in den Arbeitspaketen mit Fokus auf der bedarfsorientierten Wartung – „Condition Monitoring“ und „Predictive Maintenance“ – bestehende Analytics-Lösungen bereits verbessert und wichtige Grundlagenarbeit für kommende, datengetriebene Services geleistet werden.

Ausblick

Das erworbene Prozess-Know-how soll in den Unternehmen nun dazu genutzt werden, noch gezielter Innovationspotenziale zu heben und die Projektergebnisse in den Wertschöpfungsnetzwerken der beteiligten Unternehmen zu multiplizieren. Dadurch kann die Entwicklung der im vorliegenden Projekt angestrebten Lösungsansätze eine positive Hebelwirkung auf den gesamten Wirtschaftsstandort Bayern haben – insbesondere auch weil der breite Unternehmensquerschnitt des Konsortiums eine nachhaltige Verankerung der Projektergebnisse am Wirtschaftsstandort Bayern ermöglicht. Darüber hinaus tragen die breiten Unternehmensnetzwerke der Hochschule Augsburg und der Fraunhofer-Projektgruppe Wirtschaftsinformatik an den Standorten Augsburg und Bayreuth zu einer weiteren Breitenanwendung der erzielten Ergebnisse im Freistaat Bayern bei. So sollen die im Projekt DaSle erarbeiteten Forschungsergebnisse von den beiden wissenschaftlichen Partnern im Rahmen von zukünftigen und anwendungsnahen Forschungsprojekten auf weitere bayerische Unternehmen transferiert werden. <



PROF. DR. BJÖRN HÄCKEL
Projektleitung

Fakultät für Informatik
HSA_innos
bjoern.haeckel@hs-augsburg.de

Weitere Beteiligte
PROF. DR.-ING. DOMINIK MERLI
Fakultät für Informatik
HSA_innos
dominik.merli@hs-augsburg.de

PROF. DR. FLORIAN KERBER
Fakultät für Elektrotechnik
Technologietransferzentrum TTZ
florian.kerber@hs-augsburg.de

PROF. DR.-ING. THORSTEN SCHÖLER
Fakultät für Informatik
HSA_ired
thorsten.schoeler@hs-augsburg.de

Partner
Fraunhofer-Projektgruppe
Wirtschaftsinformatik, Augsburg
Hochschule Augsburg
BMK, Augsburg
GROB-WERKE, Mindelheim
Günzburger Steigtechnik, Günzburg
Rational, Landsberg
RENK, Augsburg
WashTec, Augsburg

Förderung
Bayerisches Staatsministerium
für Wirtschaft, Landesentwicklung
und Energie

Laufzeit
2019 – 2021

www.datenbasierte-industrieservices.de

Sichere Industrie 4.0 in Schwaben

Innovative IT-Sicherheitslösungen für Industrieunternehmen

> Ziel des Forschungsprojekts „Sichere Industrie 4.0 in Schwaben“ (SIS 4.0) ist es, durch innovative IT-Sicherheitslösungen Industrieunternehmen – insbesondere in Schwaben – bei der Transformation zu einer sicheren Industrie 4.0 zu unterstützen. Im Fokus stehen dabei die technischen, prozessualen und ökonomischen Anforderungen für den sicheren Einsatz von Industrie 4.0-Technologien. Auf dieser Basis werden Lösungen für die sichere Planung, Implementierung und Optimierung digitalisierter Entwicklungs-, Produktions- und Logistikprozesse entwickelt. Auch werden neue Ansätze für die Entwicklung technisch sicherer digitaler Services und Geschäftsmodelle konzipiert.

Die IT-Sicherheit ist ein wichtiger Bestandteil der digitalen Transformation von Unternehmen. Durch die zunehmende Vernetzung von Unternehmen, Kund:innen und Produkten entstehen neue (technische) Risiken, die im Rahmen eines IT-Sicherheitsmanagements systematisch analysiert, bewertet und gesteuert werden müssen. Das Projekt SIS 4.0 hat zum Ziel, wichtige Grundlagen für innovative IT-Sicherheitslösungen zu entwickeln, um Industrieunternehmen – insbesondere kleine und mittlere Unternehmen in der Region

Bayerisch-Schwaben – bei ihrer Transformation hin zu einer sicheren Industrie 4.0 zu unterstützen. Die Forschungsaktivitäten des Projekts fokussieren sich inhaltlich auf drei Themenschwerpunkte:

- Entwicklung von Sicherheitsanforderungen für Industrie 4.0 mit Fokus auf IT-Sicherheit.
- Entwicklung von Sicherheitslösungen zur sicheren Planung, Durchführung und Optimierung digitalisierter Entwicklungs-, Produktions- und Logistikprozesse.
- Entwicklung von Sicherheitslösungen zur sicheren Gestaltung digitaler Services und Geschäftsmodelle.

Schwerpunkte von SIS 4.0

Sicherheitsanforderungen der Industrie 4.0 werden im Rahmen von SIS 4.0 zunächst anhand von technischen, prozessualen und ökonomischen Anforderungen für den sicheren Einsatz von Industrie 4.0-Technologien erforscht. Hierbei werden sowohl aktuelle als auch zukünftige Technologietrends im Bereich der IT-Sicherheit berücksichtigt und weiterentwickelt.

Bei der Ableitung von Sicherheitsanforderungen für die Industrie 4.0 fokussiert sich das Forschungsprojekt in einem ersten Schritt auf die integrierte Betrachtung von zukünftigen Bedrohungsszenarien und die Identifikation generischer Sicherheitsanforderungen über alle Ebenen der Unternehmensarchitektur hinweg sowie auf die Entwicklung eines ökonomischen Frameworks zur Bewertung von IT-Sicherheitslösungen. Darauf aufbauend werden mögliche IT-Sicherheitsmaßnahmen technisch und ökonomisch bewertet, um aufeinander abgestimmte Bündel von Mitigationsmaßnahmen im Rahmen einer sicheren Industrie-4.0-Strategie zu erarbeiten. Zudem werden im Forschungsprojekt aktuelle und zukünftige Technologien im Bereich IT-Sicherheit wie beispielsweise „Embedded Security“, „Blockchain“ und „Big Data Forensik“ erforscht.

Die gewonnenen Erkenntnisse hinsichtlich technischer Anforderungen werden anschließend auf die Kernthemenbereiche der Industrie 4.0 übertragen. Hierzu gehören zum einen die Entwicklung von Lösungen zur sicheren Planung, Durchführung und Optimierung digitalisierter Entwicklungs-, Produktions- und Logistikprozesse. Unter anderem fokussiert sich das Forschungsprojekt dabei auf die Entwicklung sicherer Komponenten im Bereich der industriellen Automatisierungstechnik nach etablierten IT-Sicherheitsnormen und auf die Entwicklung sicherer Vernetzungslösungen von Produktionsanlagen durch den Ansatz der Mikrosegmentierung. Zum anderen werden die Erkenntnisse im Zuge der Gestaltung neuer digitaler Services und Geschäftsmodelle berücksichtigt. Dabei werden die Anforderungen sowohl der Anwender- als auch der Anbieterseite gleicher-

maßen berücksichtigt und Lösungen entwickelt, welche die Gewährleistung hoher IT-Sicherheitsstandards bei der Konzeptionierung neuer Wertversprechen ermöglichen.

Im Rahmen des Forschungsprojekts kooperieren die beiden wissenschaftlichen Forschungspartner, die Hochschule Augsburg und die Fraunhofer-Projektgruppe Wirtschaftsinformatik des Fraunhofer FIT, mit zahlreichen Unternehmen verschiedener Branchen mit Fokus auf den Wirtschaftsstandort Bayerisch-Schwaben (u.a. BMK Group, GROB-WERKE, Premium AEROTECH, voxeljet AG), aber auch darüber hinaus. Diese Unternehmen stehen im Rahmen des Forschungsprojekts mit den Forschungspartnern in einem kontinuierlichen Austausch, beispielsweise durch Workshops. Der regelmäßige Austausch mit den beteiligten Unternehmen stellt sicher, dass die im Rahmen der Forschung erarbeiteten Ergebnisse mit einem hohen Maß an Praxisrelevanz und Übertragbarkeit auf andere Industrieunternehmen entwickelt werden. Darüber hinaus werden mit einzelnen Unternehmen individuelle, angewandte Forschungsprojekte im Rahmen von Beistellprojekten durchgeführt, um die innovativen Erkenntnisse aus der Forschung in die Praxis zu transferieren, deren Anwendbarkeit zu evaluieren und weiteren Forschungsbedarf zu identifizieren. Diese Projekte basieren auf unternehmensspezifischen Problemstellungen und berücksichtigen dabei die jeweilige Unternehmensstrategie. Diese spezifischen Lösungen werden anschließend evaluiert, weiterentwickelt und abstrahiert, sodass zukünftig eine unternehmensübergreifende und überregionale Verwertbarkeit gewährleistet ist.

Fazit

Die erarbeiteten Ergebnisse sollen die Konsortialpartner und auch den Wirtschaftsstandort Bayerisch-Schwaben befähigen, sich systematisch mit der IT-Sicherheit auseinanderzusetzen sowie ein integriertes, zukunftsgerichtetes und ausbaufähiges IT-Sicherheitsmanagement zu implementieren. Somit bietet das Projekt großes Potenzial für alle Industrieunternehmen, welche aktuell den Pfad der digitalen Transformation bestreiten und dabei die Sicherheit ihrer Daten und Prozesse nicht vernachlässigen dürfen. <



PROF. DR. BJÖRN HÄCKEL
Projektleitung

Fakultät für Informatik
HSA_innos
bjoern.haeckel@hs-augsburg.de

Weitere Beteiligte
PROF. DR. DOMINIK MERLI
Fakultät für Informatik
HSA_innos
dominik.merli@hs-augsburg.de

Partner
baramundi
BWF Group
Erhardt+Leimer
Fraunhofer-Projektgruppe
Wirtschaftsinformatik
Günzburger Steigtechnik
Gartner
GROB
Schwaben Präzision
Premium AEROTECH
RENK
voxeljet
XITASO
BÖWE SYSTEC

Förderung
Bayerisches Staatsministerium
für Wirtschaft, Landesentwicklung
und Energie (Projektträger: Regierung
von Schwaben)

Laufzeit
2018 – 2022

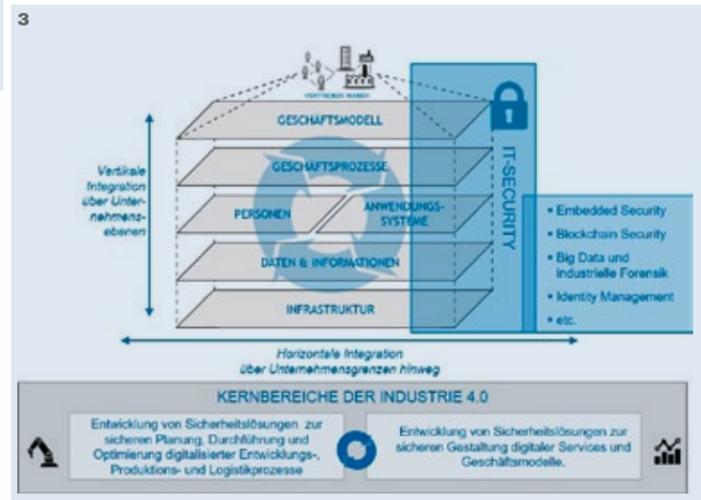
www.fit.fraunhofer.de/de/fb



1 Projektlogo.

2 Die IT-Sicherheit betrifft alle Bereiche der Industrie 4.0.

3 Fachliche Schwerpunkte im Projekt SIS 4.0.



Grafiken: Hochschule Augsburg

Driverless Mobility

Vernetztes automatisiertes Fahren

> **Automatisiertes Fahren bietet das Potenzial, zahlreiche Verbesserungen in der Mobilität herbeizuführen. Insbesondere sind hier die Reduktion von Verkehrsunfällen, der Gewinn nutzbarer Zeit und die Schaffung von Mobilität für alle mit neuen Verkehrskonzepten zu nennen. Die Arbeitsgruppe „Driverless Mobility“ beschäftigt sich mit der anwendungsorientierten Forschung in diesem Bereich und betreibt aktuell neben HIL-Testplätzen auch drei Forschungsfahrzeuge. Drei Doktoranden und zwei MAPR-Studierende beschäftigen sich mit der sicheren Sensordatenfusion, intelligenter Verhaltens- und Bahnplanung sowie Aktuatorkonzepten für vernetzte automatisierte Fahrzeuge im komplexen Umfeld. Ein Transfer der Ergebnisse in die Lehre ist durch die enge Anknüpfung an das Formula-**

Student-Team der Hochschule „Starkstrom Augsburg e. V.“ gegeben, das seit mehreren Jahren erfolgreich autonome Rennfahrzeuge entwickelt.

Das Team der Driverless-Mobility-Gruppe am Institut HSA_ired hat im Lauf der letzten Jahre mehrere Forschungsfahrzeuge aufgebaut und für den automatisierten Einsatz vorbereitet. Darunter ist auch ein „BMW Active Hybrid3“, der für den automatisierten Betrieb auf abgesperrtem Testgelände mit Sicherheitsfahrer geeignet ist.

Dieser bietet vollständigen Zugriff auf die Aktuatorik, d.h. es besteht die Möglichkeit der radindividuellen Bremsdruckanforderung über das DSC-Modul, der Lenkmomentenanforderung über die EPS und der Antriebsmomentenanforderung über das analoge Gaspedal oder über das DSC-Modul. Die Längs- und Querführungsregelungen laufen mit harter Echtzeit auf einer Mikroautobox von dSPACE ab. Die dafür notwendige Sollbahn mit den Verhaltensregeln wird zyklisch auf einer iPC-Rechnerplattform mit Linux/ROS-Stack ermittelt. Voraussetzung dafür sind die erkannten Objekte in der Umgebung des Fahrzeugs und dessen aktuelle Position, die zum einen mit kamerabasierter Fahrspurerkennung in

lokalen Koordinaten und zum anderen mit D-GPS als Ground Truth ermittelt wird. Zur Objekterkennung werden neben den Kameras auch Lidar- und Radarsensoren verwendet. Die damit erfassten, klassifizierten Objekte werden nach der Sensordatenfusion der Bahnplanung zur Verfügung gestellt. Zur Erweiterung des Wahrnehmungsbereichs des Fahrzeugs übermittelt die Infrastruktur straßenseitig erfasste Objekte über 802.11p WLAN. Insbesondere im urbanen Umfeld ist dies eine Möglichkeit, komplexe Situationen dadurch aufzulösen, dass verdeckte und weiter entfernte Objekte ins automatisierte Fahrzeug in Echtzeit übertragen werden. Auf diese Art und Weise wird es leichter, gleichzeitig die Anforderung an die funktionale Sicherheit auf der einen und an die Robustheit auf der anderen Seite zu erfüllen. Sicherheit muss natürlich immer dann gewährleistet sein, wenn eine tatsächliche Gefahr vorhanden ist. Im Gegensatz dazu möchte man aber auch kein Verkehrshindernis im Straßenverkehr dadurch erzeugen, dass das Fahrzeug in bestimmten Use Cases nicht mehr mit der Onboard-Sensorik allein vorankommt und zum Liegenbleiber wird.

Mit Hilfe dieses Forschungsfahrzeugs ist es möglich, an der Hochschule Augsburg verschiedenste Forschungsthemen innerhalb der Bereiche Perception, Trajectory Planning und Control/Actuation zu bearbeiten und neu entwickelte Algorithmen und Verfahren auf der Teststrecke zu erproben. Für die anwendungsorientierte Forschung ist es besonders komfortabel, dass bei diesem

Fahrzeug jederzeit der Serienzustand über einen vom TÜV abgenommenen Prozess wiederhergestellt werden kann, so dass eine Fahrt auf öffentlichen Straßen zu Transportzwecken o. ä. jederzeit durchgeführt werden kann.

Abgeschlossene Projekte:

- Sensordatenfusion beim Vollautomatisierten Fahren
- Kooperative Radarsensorik an der Autobahn A9 (KoRA9)

Aktuelle Projekte:

- Intelligente Infrastruktur für das automatisierte Fahren
- Fully Autonomous Shuttle Track (FAST)

Laufende Promotionen:

1. Steering by Braking Control in Autonomous Vehicles for Redundancy
2. Sensorfusion zur sicheren Umsetzung von Fahrstrategien beim automatisierten Fahren
3. Hardware in the loop tests on infrastructure-based guidance of automated vehicles in an urban environment

Fazit und Ausblick:

Es ist inzwischen ein Forschungsumfeld für das automatisierte Fahren an der Hochschule Augsburg entstanden, das eine ideale Basis für die anwendungsorientierte Umsetzung von neuartigen Sensorkonzepten, Hardware-Architekturen und Software-Algorithmen bietet. Sowohl für öffentlich geförderte Forschungsprojekte und Drittmittelprojekte aus der Industrie als auch für interne Projekte in enger Zusammenarbeit mit dem Formula-Student-Team der Hochschule Augsburg wird dieses Umfeld genutzt. Ziel ist es auch, die Ergebnisse verstärkt in den Lehrbetrieb einfließen zu lassen, um den Studierenden schon in einer frühen Phase des Studiums den Stand der Technik beim automatisierten Fahren nahebringen zu können. <



PROF. DR.-ING. CARSTEN MARKGRAF
Projektleitung

Fakultät für Elektrotechnik
HSA_ired
carsten.markgraf@hs-augsburg.de

Weitere Beteiligte
PROF. DR.-ING. GUNDOLF KIEFER
Fakultät für Elektrotechnik
HSA_ired
gundolf.kiefer@hs-augsburg.de

PROF. DR.-ING. FLORIAN KERBER
Fakultät für Elektrotechnik
Technologietransferzentrum TTZ
florian.kerber@hs-augsburg.de

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

Partner
Starkstrom Augsburg e. V.

Förderung
HSA
Leistungsbudget Augsburg

Laufzeit
02.2017 – 12.2018



1-4 Autonome Fahrzeuge der Hochschule Augsburg.

CARE REGIO

Digitalisierung in der Pflege in Bayerisch-Schwaben

> Das Verbundprojekt CARE REGIO entwickelt nachhaltige Konzepte für eine digital unterstützte Pflege. Pflegekräfte und pflegende Angehörige sollen spürbar entlastet sowie Pflegebedürftige in ihrer Selbstständigkeit unterstützt werden. In der ersten Phase von CARE REGIO wurden bestehende Versorgungsstrukturen analysiert und konkrete Anwendungsfälle identifiziert, bei denen Pflegenden wie Pflegebedürftigen von Digitalisierung profitieren können. Dafür werden in der zweiten Phase innovative Lösungen entwickelt. CARE REGIO wird vom Bayerischen Staatsministerium für Gesundheit und Pflege gefördert.

Digitalisierung in der Pflege

Die Potenziale, die in der Digitalisierung und der damit einhergehenden Standardisierung liegen, werden in vielen Bereichen – vor allem im Gesundheits- und Pflegebereich – noch nicht ausgeschöpft [1]. Für diesen Bereich wirkt sich eine Verzögerung besonders problematisch aus, denn Aspekte wie der allgemeine Kostendruck im Gesundheitswesen, Pflegekräftemangel, gestiegene Anforderungen – wie die Dokumentationspflicht und die Richtlinien der DSGVO – belasten die Pflegekräfte [2]. Viele Ansätze von intelligenten und/oder mobilen Systemen werden zwar verfolgt, jedoch handelt es sich hierbei meist um Insellösungen in unterschied-

lichen Entwicklungsstadien [3]. Diese Probleme werden aktuell besonders durch die COVID-19-Pandemie sichtbar und unterstreichen damit die Dringlichkeit der unverzichtbaren Digitalisierung in der Pflege.

CARE REGIO – gemeinsam. innovativ. digital.

CARE REGIO (siehe Abb. 1) ist ein durch das Bayerische Staatsministerium für Gesundheit und Pflege gefördertes Forschungsprojekt. Der interdisziplinäre Projektverbund besteht aus den Hochschulen Augsburg, Neu-Ulm, Kempten, der Universität Augsburg und dem Universitätsklinikum Augsburg. Ziel des Verbundprojekts ist es,

die Pflege durch Digitalisierung zu entlasten und neue, nachhaltige wie auch praxisnahe Lösungsansätze zu entwickeln. Hierzu zählt eine digital unterstützte patientenzentrierte Versorgung entlang einer Versorgungskette, welche bereits vor einem möglichen Krankenhausaufenthalt ansetzt und bis in die poststationäre Phase reicht.

Erkenntnisse im Verbund

Ausgangspunkt der Entwicklung von Maßnahmen zur Erhöhung der Versorgungsqualität war der Blick auf die aktuelle Versorgung der Patient:innen sowie eine Analyse der Versorgungsprozesse und -stationen. Hierzu wurden sowohl Literaturanalysen und Expertenbefragungen als auch eine erste Prozessanalyse durchgeführt, um die Abläufe der Stakeholder besser verstehen zu können. Darauf aufbauend wurden digitale, technische und soziale Lösungsvorschläge entwickelt, die Bedarfe einer nahtlosen und zusammenhängenden Versorgung entlang der Versorgungskette adressieren. Als Ergebnis dieser Schritte ließen sich unterschiedliche Digitalisierungsthemen bzw. Forschungsfelder identifizieren. Dazu gehören die Digitalisierung des Pflegeüberleitungsberichts (PÜB) als Teil des Entlass- und Überleitungsmanagements, technisch-digitale Assistenzsysteme für die telematisch gestützte Diagnose und Therapie (auch außerklinisch), ein pflegedatenbasierter Datenspeicher (Pflege Data Lake) und ein Pflege-Wiki (Abb. 2).

Fokusprojekt: Digitaler Pflegeüberleitungsbericht durch Hochschule Augsburg und Klinikum

Im Fall der Aufnahme in oder Entlassung aus einer Versorgungseinrichtung kann die Pflegeüberleitung beispielsweise durch eine elektronische Übermittlung der Pflegedaten erleichtert werden. Dazu gehören statische Daten wie Name und Geburtsdatum, aber auch dynamische Daten wie Pflegestufe und der allgemeine Zustand der Person. Die Hochschule Augsburg übernimmt im Verbund innerhalb des Teilprojekts

„Digitalisierung des Pflegeüberleitungsberichts“ die Themen Prozessanalyse, Design und Entwicklung von nutzerfreundlichen Nutzeroberflächen (UI/UX) sowie die Entwicklung von Machine-Learning-Komponenten. Hierbei werden Prinzipien der agilen Softwareentwicklung und des „Security-by-Design“ angewendet. Zusammen mit dem Universitätsklinikum entwickeln das HSA_innolab und HSA_innos ein Pilotsystem, welches das Pflegeüberleitungsmanagement transparenter, effizienter und einfacher für das Personal und die zu Pflegenden macht. Dazu wird aufbauend auf einer detaillierteren Stakeholder- und Prozessanalyse des Ist-Stands ein Soll-Konzept erstellt, das darauf abzielt, das Prozess- und Datenmanagement durch konsequente Digitalisierung zu verbessern. Ein zentraler Bestandteil dieses Konzepts ist die Anbindung der Stakeholder an die Telematikinfrastruktur (TI), welche einen wichtigen Grundstein für eine sichere Datenübertragung im Gesundheitswesen darstellt. In einer Pilotphase sollen die entwickelten Prototypen im realen Umfeld getestet, und für einen Transfer in weitere Einrichtungen vorbereitet werden. <

LITERATUR

- [1] Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW): Pflege 4.0 – Einsatz moderner Technologien aus der Sicht professionell Pflegenden, Forschungsbericht 2017, URL: www.bgw-online.de/SharedDocs/Downloads/DE/Medientypen/BGW%20Broschueren/BGW09-14-002-Pflege-4-0-Einsatz-moderner-Technologien_Download.pdf?__blob=publicationFile, Stand: 28.07.2020.
- [2] Deutsches Ärzteblatt: Was Pflegekräfte unzufrieden macht. (2011), URL: www.gesundheitsregionpluslandsberg.de/fileadmin/user_upload/projekte/Gesundheitsversorgung/Dt_AErzteblatt_Unzufriedenheit_Pflegekraefte.pdf, Stand: 28.07.2020.
- [3] Initiative Neue Qualität der Arbeit und BGW: Digitalisierung in der Pflege. Wie intelligente Technologien die Arbeit professionell Pflegenden verändern. (2018), URL https://inqa.de/SharedDocs/downloads/webshop/pflege-4.0?__blob=publicationFile, Stand: 28.07.2020.



PROF. DR.-ING.
ALEXANDRA TEYNOR
Projektleitung

Fakultät für Informatik
HSA_innolab
alexandra.teynor@hs-augsburg.de

Weitere Beteiligte
PROF. DR.-ING.
DOMINIK MERLI
Fakultät für Informatik
HSA_innos
dominik.merli@hs-augsburg.de

PROF. DR. RER. NAT.
CLAUDIA REUTER
Fakultät für Informatik
claudia.reuter@hs-augsburg.de

ELISABETH VERONICA MESS
Fakultät für Informatik
elisabethveronica.mess@hs-augsburg.de

Partner
PROF. DR. PETRA FRIEDRICH
Hochschule Kempten

ANDREAS MAHLER
Universitätsklinikum Augsburg

PROF. DR. FRANK KRAMER
Universität Augsburg

PROF. DR. MED.
WALTER SWOBODA
Hochschule Neu-Ulm

Förderung
Bayerisches Staatsministerium
für Gesundheit und Pflege

www.hs-augsburg.de/Informatik/innolab/CAREREGIO

Laufzeit
07.2019 – 09.2020



- 1 Das Projekt CARE REGIO soll die Pflege nachhaltig unterstützen und verbessern.
- 2 Der Verbund CARE REGIO und fünf fokussierte Digitalisierungsthemen der Pflege.



Die Mensch-Maschine

Forschung zwischen Emotion, Effizienz und Erziehung

> Roboter werden zunehmend zu Interaktionspartnern in unserem Alltag. In der Auseinandersetzung schreiben wir unserem technischen Gegenüber fast schon menschliche Eigenschaften und Emotionen zu, müssen aber auch akzeptieren, dass die rationale Maschine etwas Anderes ist. Wenn nun Technik autonomer und proaktiver wird, verändert sich auch unsere Beziehung zu ihr und neue Rollen müssen erst verhandelt werden – Partner oder Gehilfe?

Es stellt sich die Frage, wie zukünftige Technologie gestaltet werden kann und soll, wenn sie nicht mehr in den Hintergrund tritt und ihre eigene Handlungskompetenz besitzt.

Im HYBRID THINGS LAB der Fakultät für Gestaltung der Hochschule Augsburg werden zukünftige Perspektiven der Mensch-Maschine-Interaktion exploriert und prototypisch erfahrbar gemacht. Ein weiterer Fokus liegt in der Weiterentwicklung von Formaten und Metho-

den, um entsprechende Zielgruppen von Beginn an mit in den Gestaltungsprozess technischer Entwicklungen einzubeziehen.

- 1 Bestrafung eines Roboters in der Studie „Punishable AI“.
- 2 ROBODADA-Toolkit während der Emotionserkennung.
- 3 Ein Robotermodul des ROBODADA-Toolkit.
- 4 Der MASCHINENRAUM zu Gast im Textilmuseum.



MASCHINENRAUM 2019, Symposium Mensch-Maschine-Gesellschaft

Im Rahmen der Sonderausstellung „Augsburg 2040: Urbane Utopien einer vielfältigen Stadt“ im Staatlichen Textil- und Industriemuseum Augsburg (tim) organisierte und veranstaltete das HYBRID THINGS LAB ein Symposium zum Thema Mensch-Maschine und deren Beziehung zueinander. Expert:innen aus Wissenschaft, Kunst und Politik sprachen über den kreativen Umgang mit Technik sowie über moralische Implikationen und Selbstbestimmung in Zeiten einer allgegenwärtigen Digitalisierung.

Talks: Prof. Dr. László Kovács, Prof. Dr. Frieder Nake, Prof. Benedikt Groß, Prof. Dr. Lasse Scherffig, Ronit Wolf, Prof. Dr.-Ing. Friedrich Beckmann, Alexander Peterhaensel, Prof. Dr. Christian Bauer

Performances: Prof. Dr. Christian Faubel, Jürgen Branz

Alle Vorträge wurden aufgezeichnet und können unter maschinenraum.hs-augsburg.de abgerufen werden.

ROBODADA

Gestaltungsdisziplinen sind in hoher Abhängigkeit zur Informatik selbst oft nicht in der Lage, Themen der Mensch-Roboter-Interaktion umfassend zu demonstrieren und zu erforschen. Durch einen technischen und methodischen Werkzeugkasten sollen Hürden abgebaut und Zugänge erleichtert werden. ROBODADA ist ein Open Source Toolkit, um Themenfelder wie „Affective Computing“ und „Mensch-Roboter-Interaktion“ mit Fokus auf emotionale Robotik explorativ erfahrbar zu machen. Mithilfe des offenen Werkzeugkastens können zweidimensionale Bewegungsstrukturen aufgezeichnet, zu menschlichen Emotionen zugeordnet und über einen einfachen zweiachsigen Schwenk- und Neigeroboter wiedergegeben werden. Neben dem Einsatz in Workshopformaten in der Hochschullehre sowie auf Fachkonferenzen, sind auch Studien zu emotionaler Robotik geplant. ROBODADA wurde dieses Jahr als Performance auf der Fachkonferenz „Designing with Artificial Intelligence (dai)“ in Berlin präsentiert.

Erziehung von Robotern?

Intelligente Roboter lernen mit uns – und neue Interaktionsparadigmen müssen erst diskutiert und entworfen werden. Wie können wir zum Beispiel einem Roboter nach einem Fehlverhalten Rückmeldung geben? Heutzutage kann aggressives, gewalttätiges und missbräuchliches Verhalten gegenüber Technologien beobachtet werden. Könnte Bestrafung eine akzeptierte Maßnahme sein, um Roboter oder intelligente Systeme zu trainieren? Sind wir bereit, einen lernfähigen Laufroboter beim Abweichen vom Weg zu beschimpfen oder sogar die Beine zu brechen, um die eigene Absicht zu vermitteln? In Kooperation mit der Ludwig-Maximilians-Universität München wurde dieses Gedankenexperiment als Studie durchgeführt und evaluiert. Das Experiment befürwortet dabei nicht die Bestrafung als eine wünschenswerte Interaktion, sondern entfacht vielmehr eine Diskussion über zukünftige Gestaltungsansätze in der Mensch-Roboter-Interaktion. Die Ergebnisse der Studie wurden dieses Jahr auf der ACM-Fachkonferenz „Designing Interactive Systems (DIS)“ in Eindhoven präsentiert.

Die Stimmen der Anderen

Aktuell promoviert der wissenschaftliche Mitarbeiter Elias Naphausen in Kooperation mit der Bauhaus-Universität Weimar zum Thema „Sounddesign für Maschinen“. Geräusche von Maschinen enthalten viele Informationen: Die Küchenmaschine quält sich jaulend durch den Teig, der Staubsauger schnauft durch den vollen Beutel, das Moped läuft rund wie ein Uhrwerk. Was jeder aus dem Alltag kennt, wird sich in Zukunft mit der Allgegenwärtigkeit von kollaborativen Robotern verändern. Je abstrakter die Tätigkeiten sind, die eine Maschine ausführen kann, desto stärker verändern sich Parameter, die Klänge beeinflussen können. Das Projekt beschäftigt sich gezielt mit einem Gestaltungswerkzeug für akustisches Design nicht-anthropomorpher Roboter.

Fazit

Die aufgeführten Projekte zeigen Grundlagenforschung im Bereich der Mensch-Roboter-Interaktion aus der Perspektive der Gestaltung. Als Hochschule für angewandte Wissenschaften gilt es nun, einen Transfer der Ergebnisse in konkrete Anwendungsbereiche zu überführen. <



PROF. ANDREAS MUXEL
Projektleitung

Fakultät für Gestaltung
HYBRID THINGS LAB
andreas.muxel@hs-augsburg.de

Weitere Beteiligte
ELIAS NAPHAUSEN
Fakultät für Gestaltung
HYBRID THINGS LAB
elias.naphausen@hs-augsburg.de

Partner
Studie „Punishable AI“
BEAT ROSSMY
LMU München / Medieninformatik
beat.rossmy@ifi.lmu.de

Laufzeit
2019 – 2020

www.hybridthings.hs-augsburg.de

LITERATURHINWEISE / QUELLENANGABEN

MASCHINENRAUM 2019:
www.maschinenraum.hs-augsburg.de

ROBODADA: <https://github.com/HybridThingsLab/robodada>

Rossmly, B.; Völkel, S. T.; Naphausen, E.; Kimm, P.; Wiethoff, A., & Muxel, A. (2020, July): Punishable AI: Examining Users' Attitude Towards Robot Punishment. In Proceedings of the 2020 ACM on Designing Interactive Systems Conference (pp. 179 – 191).

Intelligente Infrastruktur

Infrastruktur-gestützte Führung autonomer Fahrzeuge im urbanen Raum

> **Automatisiertes Fahren ist eine Herausforderung auf dem neuesten Stand der Technik, die von den weltweit führenden Wissenschaftler:innen untersucht wird. Eine wichtige Aufgabe besteht darin, eine Lösung zu finden, welche die Anforderungen an sicheres und zuverlässiges Fahren erfüllt. Aus diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, wie intelligente Infrastruktur im urbanen Raum zu einer Verbesserung im Bereich der Sicherheit und Zuverlässigkeit von hochautomatisierten Fahrzeugen beitragen kann. Diese Frage wird mit „Hardware-in-the-Loop-Simulationen“ untersucht.**

Sicherheit und Zuverlässigkeit

Wie kann intelligente Infrastruktur zur Zukunft des automatisierten Fahrens beitragen? Die Hauptthemen dabei sind Sicherheit und Zuverlässigkeit. Das Erhöhen eines dieser Faktoren führt normalerweise zu einer Verringerung des anderen.

Sicherheit:

Mit der Einführung einer intelligenten Infrastruktur für die Herausforderung des hochautomatisierten Fahrens kann die Sicherheit erhöht werden [1]. Diese

Arbeit soll die Annahme belegen, dass die allgemeine Fahrsicherheit in städtischen Gebieten durch intelligente Infrastruktur verbessert werden kann. Eine Frage zu diesem Thema lautet wie folgt:

Welche Sicherheitsaspekte können abgedeckt werden, wenn Informationen aus der intelligenten Infrastruktur auf hochautomatisierte Fahrzeuge angewendet werden?

Zuverlässigkeit:

Zuverlässigkeit ist wichtig, um sicherzustellen, dass ein Objekt unter verschiedenen Umständen mit einer geringen Falsch-Positiv-Rate korrekt erkannt wird. Beispielsweise kann es für eine

Fahrzeugsensoreinrichtung schwierig sein, ein Hindernis aus einem bestimmten Winkel zu erkennen, während hoch montierte Infrastruktursensoren am Straßenrand eine bessere Sicht auf die Situation haben. Darüber hinaus hat jede Fehlfunktion Auswirkungen auf den Verkehrsfluss. Dies gilt sowohl für Autobahnen als auch in städtischen Gebieten. Wenn ein automatisiertes Fahrzeug nicht ordnungsgemäß funktioniert und daher eine Spur eines Großstadtnetzes blockiert, sind die Auswirkungen auf das gesamte Straßenverkehrsnetzwerk schwerwiegend. Um das Risiko dieser Ereignisse zu verringern, kann intelligente Infrastruktur eingesetzt werden.

Die Zuverlässigkeit welcher Systeme oder Sensoren wird durch intelligente Infrastruktur erhöht? Wie hoch ist der Prozentsatz reduzierter falsch positiver Erkennungen mit diesem Ansatz?

Forschungsfragen:

- In welchen Fällen ist die Einführung einer intelligenten Infrastruktur eine sinnvolle Ergänzung, um die Sicherheit und Zuverlässigkeit des automatisierten Fahrens zu verbessern?
- In welchen städtischen Gebieten ist die umfassende Verfügbarkeit einer intelligenten Infrastruktur für das automatisierte Fahren von Bedeutung?
- Wie kann eine intelligente Infrastruktur die Wahrnehmung, Planung und Steuerung eines autonomen Fahrzeugs hinsichtlich der Bewegungsvorhersage anderer Verkehrsteilnehmer:innen in der Umgebung verbessern?

Methodik:

Die Forschungsfragen werden mit der Hilfe von HIL-Simulationen beantwortet. Die Simulation besteht im Allgemeinen aus einer mikroskopischen Verkehrssimulation und einer submikroskopischen Simulation. Bei Letzterer wird das simulierte automatisierte Fahrzeug näher betrachtet (Abb. 1). Für die mikroskopische Simulation werden zusätzlich reale Hardwarekomponenten eingesetzt. Im Bereich des automatisierten Fahrens kann ein HIL bereits durch das Integrieren eines einzelnen Fahrzeug-Computers oder -Steuergeräts in die Simulation umgesetzt werden. In diesem Fall jedoch wird das gesamte Fahrzeug in einer virtuellen Welt bewegt, um die bestmögliche Abbildung der Realität zu erreichen (Abb. 2).

Zusammenfassung:

Ziel der Forschung ist es, Antworten auf die gestellten Fragen zu geben. In einer städtischen Umgebung werden unterschiedliche Herausforderungen für das hochautomatisierte Fahren auftreten. Diese Herausforderungen werden durch HIL-Simulationen untersucht. Durch Hinzufügen einer Straßeninfrastruktur werden verschiedene Lösungen oder Verbesserungen der Ausgangssituation mit und ohne intelligente Infrastruktur analysiert. Die Indikatoren für die Verbesserung dieser Situationen werden identifiziert und die Verbesserungsrate gemessen. Dies wird zu einer wissenschaftlichen Antwort darauf führen, wie und in welchen Situationen eine intelligente Infrastruktur eine Lösung für die heutigen Herausforderungen beim hochautomatisierten Fahren darstellt. <

LITERATUR

- [1] V. V. Dixit, S. Chand and D. J. Nair: Autonomous Vehicles: Disengagements, Accidents and Reaction Times, PLoS one, vol. 11, no. 12, e0168054, 2016, doi: 10.1371/journal.pone.0168054.



MATHIAS PECHINGER
Projektleitung

Fakultät für Elektrotechnik
HSA_ired
Arbeitsgruppe: Driverless Mobility
mathias.pechinger@hs-augsburg.de

Weitere Beteiligte

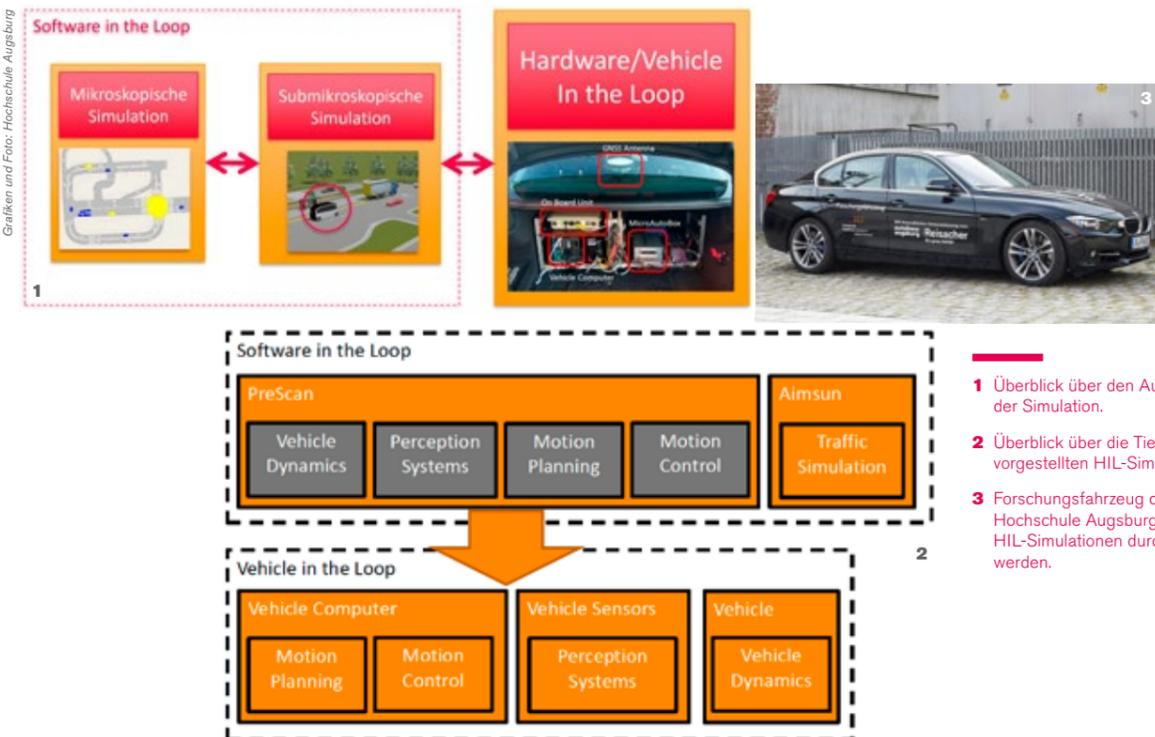
PROF. DR.-ING. CARSTEN MARKGRAF

Fakultät für Elektrotechnik
HSA_ired
Arbeitsgruppe: Driverless Mobility
carsten.markgraf@hs-augsburg.de

Partner
PROF. DR.-ING. KLAUS BOGENBERGER
Technische Universität München
Lehrstuhl für Verkehrstechnik
München

Förderung
Siemens Mobility GmbH,
München

Laufzeit
2019 – 2023



Die Projekte SMILe und DARE

eHealth-Lösungen für die Nachsorge: Technik und Ethik

> Jedes Jahr erhalten in Deutschland und der Schweiz über 3.500 Menschen eine allogene Stammzelltransplantation, um lebensbedrohliche Krankheiten wie Leukämie zu heilen. Teams der Universität Basel, der Uniklinik Freiburg und der Hochschule Augsburg arbeiten für diese Patient:innen an einem neuen Nachsorgemodell mit integrierten eHealth-Komponenten, über die Daten an Pflegespezialist:innen übermittelt und durch diese überwacht werden. Die Hochschule Augsburg entwickelt die eHealth-Komponenten und betrachtet die ethischen Herausforderungen im Zusammenhang mit der neuen Patienten-Pflegenden-Situation.

Nach der Entlassung aus dem Krankenhaus nach einer Stammzelltransplantation fühlen sich viele Menschen unsicher. Im Krankenhaus waren sie rund um die Uhr überwacht, zu Hause wissen sie oft nicht, wie sie Symptome einschätzen sollen. Der neue Alltag und die Nachsorge sind herausfordernd. In den Projekten SMILe („Development and Testing of an Integrated Model of Care in Allogeneic Hematopoietic Stem Cell Transplantation facilitated by eHealth“) sowie DARE („New Data – New Responsibilities“) arbeitet ein interdisziplinäres Team aus Pflegewissenschaftler:innen der Universität Basel,

Pflegenden der Uniklinik Freiburg sowie Informatiker:innen, Gestalter:innen und Ethiker:innen der Hochschule Augsburg an einer verbesserten Lösung.

Basierend auf einer fundierten Kontextanalyse [1], in der die Bedürfnisse aller Beteiligten sowie die Rahmenbedingungen wie Technologieoffenheit der Pflegenden und Patient:innen untersucht wurden, entwickelten Pflegewissenschaftler:innen der Universität Basel ein theoriegestütztes, integriertes Nachsorgemodell. Dieses enthält sowohl persönliche Unterstützung durch Pflegenden als auch digitale Komponenten: eine Smartphone-Applikation für die Patient:innen (SMILeApp) sowie eine Browser-Applikation für die Pflegenden (SMILeCare).

Die genaue Ausgestaltung und technische Entwicklung der digitalen Anwendungen wurde vom Innovationslabor der Hochschule Augsburg durchgeführt:

- Methoden des „User Centered Design“ wurden angewendet, um Interaktionskonzepte zu erstellen und Benutzeroberflächen zu entwerfen, zu testen und zu verbessern.
- Methoden der agilen Softwareentwicklung wurden angewendet und weiterentwickelt, um regelmäßige Softwarestände präsentieren und mit den Pflegewissenschaftler:innen diskutieren zu können.

Aktuell entwickelte Funktionalitäten:

- Patient:innen können Vitalwerte und Symptome mit Hilfe der SMILeApp protokollieren.
- Übertragung der eingegebenen Werte in das Transplant-Zentrum.
- Möglichkeit der Einsicht der Werte durch eine:n Pflegekoordinator:in. Dies geschieht nur mit Einwilligung der Patient:innen und kann jederzeit durch diese aus- und wieder eingeschaltet werden.
- Erklärungen und Lexikon zu den wichtigsten Symptomen und Problemen.

Die SMILe-Studie läuft seit Januar 2020 in der Universitätsklinik Freiburg. Bis 2021 sollen 70 Patient:innen rekrutiert und die Effekte des neuen, integrierten Versorgungsmodells auf Zielgrößen wie Gesundheitsversorgungskosten, Wiedereinweisungsraten und Patientenzufriedenheit untersucht werden.

Ethische Reflexion

Flankiert wird die SMILe-Studie von einer ethischen Begleitforschung im Projekt DARE. Ziel dieses Forschungsprojekts ist es, ein Konzept und konkrete Empfehlungen zu erarbeiten, damit die ethische Reflexion zukünftig bereits in den Prozess der Entwicklung von eHealth-Anwendungen eingebunden werden kann.

Wenn in der Nachsorge Langzeitkontrolle und Datenerhebung zum Teil an Patient:innen delegiert werden, steigert das nicht nur deren Selbstmanagement und Autonomie. Gleichzeitig werden personenbezogene Daten gespeichert, verarbeitet und übertragen – in der Hoffnung, so ein genaueres Bild von den Patient:innen zu bekommen und eine bessere Gesundheitsversorgung zu gewährleisten. Damit verbunden sind ethische Herausforderungen: Wer hat wann Zugriff auf die persönlichen Daten? Von welchem Menschenbild gehen wir aus, wenn wir Kranksein in erster Linie über Zahlen und Schwellenwerte definieren? Wer trägt die Verantwortung für die Gesundheit von Menschen?

Der Einsatz von eHealth-Anwendungen erzeugt Verschiebungen in Konzepten, Werten und Praktiken der Pflege und der Gesundheitsversorgung insgesamt. Patient:innen und ihre Krankheiten werden über Datensätze quantifiziert und messbar gemacht, neue Verantwortlichkeiten entstehen, bisher bestehende werden unklar oder verschoben sich.

Die ethische Forschung beschreibt in diesem Zusammenhang nicht nur, was wir meinen, wenn wir von *Gesundheit*, *Risiko* oder *Bedürfnis* sprechen. Sie untersucht auch, welche normativen Auswirkungen daraus für unser Handeln folgen. So kann es sein, dass der Einsatz von eHealth-Anwendungen dafür sorgt, dass sich das Verhältnis von Patient:innen zum medizinischen Fachpersonal grundlegend ändert und die verschiedenen Rollen neu definiert werden. In interdisziplinärer Zusammenarbeit zwischen Ethik, Pflege, Informatik und Pflegewissenschaften werden die theoretischen Betrachtungen und Analysen angewendet und in Ethikkonsultationen vor Ort im Krankenhaus verankert. <

LITERATUR

- [1] Leppla, L., Mielke, J., Kunze, M., Mauthner, O., Teynor, A., Valenta, S., Vanhoof, J., Dobbels, F., Berben, L., Zeiser, R., Engelhardt, M., De Geest, S.: Clinicians and patients perspectives on follow-up care and eHealth support after allogeneic hematopoietic stem cell transplantation: A mixed-methods contextual analysis as part of the SMILe study, *European Journal of Oncology Nursing*, 45, 101723, 2020.



PROF. DR.-ING. ALEXANDRA TEYNOR
Projektleitung SMILe

Fakultät für Informatik
HSA_innolab
alexandra.teynor@hs-augsburg.de

PROF. DR. PHIL. HABIL. LÁSZLÓ KOVÁCS

Projektleitung DARE
Fakultät für angewandte Geistes- und Naturwissenschaften
laszlo.kovacs@hs-augsburg.de

Weitere Beteiligte

PROF. DR. RER. NAT. PHILIPP HEIDEGGER
Fakultät für Informatik
philipp.heidegger@hs-augsburg.de

Partner

PROF. DR. SABINA DE GEEST
Universität Basel
Institut für Pflegewissenschaften

LYNN LEPLA, M. SC., RN,
Universitätsklinik Freiburg,
sowie
Universität Basel
Institut für Pflegewissenschaften

Förderung

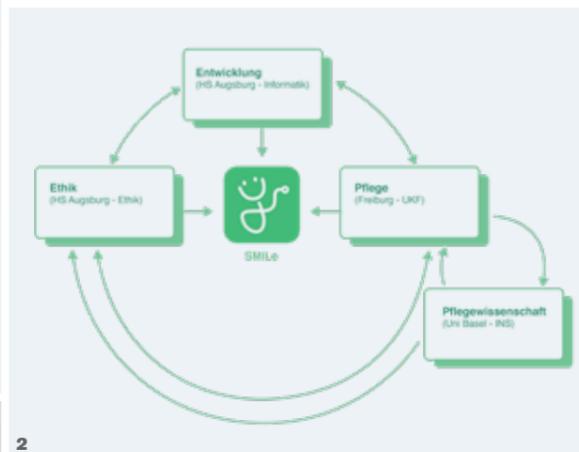
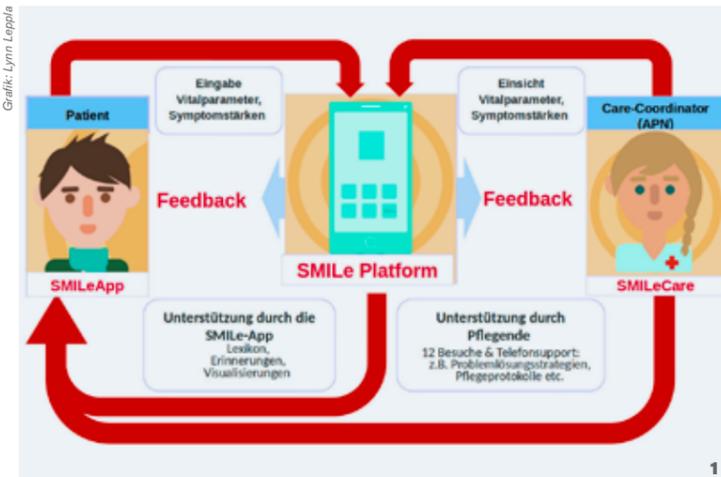
SMILe:
B. Braun-Stiftung
Krebsliga-Schweiz
Jose-Carreras Leukämie Stiftung
DARE: BMBF

www.hs-augsburg.de/Informatik/innolab/Projekt-SMILe

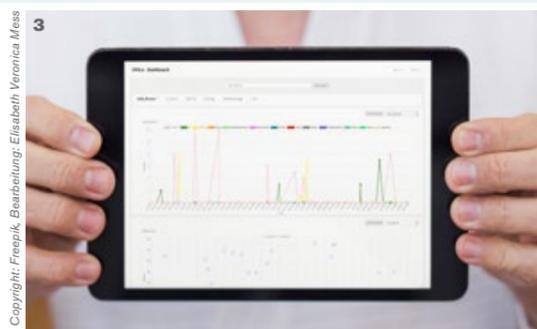
www.smile.nursing.unibas.ch

Laufzeit

2017 – 2022



- 1 Überblick über das SMILe-Versorgungsmodell.
- 2 Beteiligte Institutionen mit jeweiligen Fachgebieten.
- 3 Monitoring der Patientendaten mit SMILeCare.



Sie wollen mit der Hochschule Augsburg kooperieren?

Die Möglichkeiten einer Kooperation im Überblick:

Auftragsforschung

Sie haben eine innerbetriebliche Fragestellung: Dann forschen wir in Ihrem Auftrag!

Sie verfolgen eine Produktidee oder stehen vor einer betriebswirtschaftlichen, (produktions-) technischen oder kommunikativen Herausforderung, für deren Bearbeitung Sie sich externe wissenschaftliche Unterstützung wünschen?

Die Expert:innen der Hochschule Augsburg übernehmen diese Aufgabe gerne für Sie! Profitieren Sie von dem praxiserprobten Know-how unserer Wissenschaftler:innen und beauftragen Sie uns mit einem definierten, in sich abgeschlossenen Forschungsauftrag.

Kooperatives Forschungsprojekte

Unser gemeinsames Forschungsinteresse: wir forschen mit Ihnen als Partner!

Manche Fragestellungen lassen sich im Verbund mit Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft zielführender, ressourcenschonender und mit stärkerem Anwendungsbezug bearbeiten.

Damit Sie Ihr Innovationspotenzial voll ausschöpfen können und wir stets am Puls der Zeit bleiben, initiieren und realisieren wir an der Hochschule Augsburg diverse kooperative, zum Teil öffentlich geförderte Forschungsprojekte mit einem oder mehreren Partnern.

Hierbei steht die wissenschaftliche Zusammenarbeit der Hochschule und ihrer gleichberechtigten Partner auf Basis eines gemeinsamen Nutzens im Vordergrund.

- 1 Forschungstätigkeiten in den Laboren der Hochschule Augsburg.
- 2 Arbeiten in der digitalen Welt – testen und vergleichen von Assistenzsystemen.
- 3 Autoklav im Faserverbundlabor der Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik.



Gutachten & Laboratorien

Ihr spezifisches Anliegen: wir unterstützen Sie mit Know-how und Equipment!

Sie benötigen ein spezielles Gutachten, suchen eine ganz spezifische Kompetenz oder möchten auf die Laborinfrastruktur der Hochschule Augsburg zurückgreifen?

Nutzen Sie gerne die fachliche Expertise unserer Wissenschaftler:innen und Laborant:innen oder mieten Sie eines unserer Labore zur Durchführung von Prüfungen und/oder Messungen.

Master of Applied Research

Machen Sie Ihr konkretes Forschungsthema zu einem Studienprojekt!

Der Forschungs- bzw. Projektmaster-Studiengang „Master of Applied Research“ bietet Ihnen als Unternehmen die Chance, ein Forschungsthema über einen Zeitraum von drei Semestern von einem:r MAPR-Studierenden exklusiv für Sie bearbeiten zu lassen.

Abschlussarbeiten

Machen Sie Ihre Fragestellung zu einer Abschlussarbeit.

Im Rahmen einer Abschlussarbeit bearbeiten Studienabsolvent:innen Ihre konkrete Fragestellung über einen Zeitraum von bis zu sechs Monaten. Treten Sie direkt mit betreuenden Professor:innen in Kontakt oder lassen Sie diese:n von Studierenden suchen. Vielleicht lernen Sie dabei schon Ihre:n zukünftigen Mitarbeiter:in kennen.

Fragen zu Kooperationsmöglichkeiten? Brauchen Sie eine Beratung bei der Beantragung von Fördermitteln bei Kooperationsprojekten?

Dann melden Sie sich.

ZENTRALER KONTAKT

Institut für Technologie- und Wissenstransfer (ITW)
Gabriele Schwarz
Raum H2 1.45

itw@hs-augsburg.de
www.hs-augsburg.de/itw

IMPRESSUM & KONTAKT

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

Projektleitung
Prof. Dr. mont. Helmut Wieser
Vizepräsident für Forschung
und Entwicklung

Redaktion
Veit Starmühler, M.Sc.
Tel. +49 821 5586-3917
Fax +49 821 5586-3253
redaktion@hs-augsburg.de
www.hs-augsburg.de/forschen

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

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

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

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

Fotos
Hochschule Augsburg, andere
Bildrechte liegen bei den genannten
Urhebern und Autoren.
Titelbild (Foto: Jens Heilmann)
Prof. Dr. Nadine Warkotsch
Fakultät für angewandte Geistes-
und Naturwissenschaften

© Hochschule Augsburg 2020.
Erscheinungstermin Dezember 2020
Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck,
auch auszugsweise, nur mit Genehmi-
gung der Redaktion und der Autoren.
Namentlich gekennzeichnete Beiträge
geben nicht unbedingt die Meinung
der Redaktion oder des Herausgebers
wieder. Die Redaktion behält sich die
Überarbeitung und Kürzung vor.

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

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





**Wissen ohne
Grenzen
Hochschule Augsburg**



www.hs-augsburg.de