

WINTER 2015

gp



FORSCHUNG

gefragte Persönlichkeiten – Magazin der Hochschule Augsburg

SCHWERPUNKT RESSOURCENEFFIZIENZ

Lösungen für Mittelstand und Global Player

LEW



WIR DENKEN AN MORGEN. SEIT MEHR ALS 110 JAHREN.

Die LEW-Gruppe – Ihr Partner für intelligente Energie



www.lew.de

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

Digitalisierung und Industrie 4.0 sind die Schlagworte für die Zukunftsentwicklung Augsburgs und Bayerisch-Schwabens als mittelstandsgeprägter Industrie- und Technologiestandort. Als Bildungs- und Forschungseinrichtung in der Region wollen wir unseren Beitrag leisten und Wissen, Kompetenzen und Methoden zur Bewältigung der neuen Herausforderungen bereitstellen. Wir entwickeln junge Menschen zu gefragten Persönlichkeiten, die als hervorragend ausgebildete Fachkräfte, mit aktuellstem Praxiswissen aus der Angewandten Forschung und Entwicklung (AFuE), das personelle Rückgrat der heimischen Wirtschaft stärken.

Im Themenfeld von Digitalisierung und Industrie 4.0 verzeichnen wir an der Hochschule Augsburg eine fortlaufend hohe Anzahl bewilligter Förder- und Projektanträge. So arbeiten wir im Verbundprojekt „RiskViz“ nicht nur mit

renommierten Partnern zusammen, sondern sind Konsortialführer eines der größten Projekte im Rahmen der Förderlinie „IKT 2020 – Forschung für Innovationen“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Im Projekt „Digital und Regional“ unterstützen wir, massiv gefördert vom Freistaat Bayern, das Zusammenspiel von

IM ZEICHEN VON DIGITALISIERUNG UND INDUSTRIE 4.0

Forschung und Lehre. Neue digitale Lehr- und Lernformen, regionale Studienangebote sowie ein neues duales Studienmodell bilden zusammen mit den Forschungsaktivitäten am Standort Nördlingen einen wichtigen Baustein unseres Engagements für die Region. Die AFuE an der Hochschule Augsburg geht jedoch weit über das Thema Digitalisierung hinaus. Dies zeigt sich an der hohen Zahl spannender Forschungsprojekte aller Fakultäten.

Mein Dank gilt allen, die die AFuE so tatkräftig unterstützen. Danke an die Professorenkollegen Rita Hilliges, Elisabeth Krön, Reinhard Stolle und Michael Krupp, die mit dem Ausbau des Graduiertenzentrums, einem Projekt zur Institutionalisierung der Weiterbildung, dem engagierten Einsatz im Forschungsstudiengang Applied Research und im Rahmen der Antragsinitiative Industrie 4.0 vieles erst möglich machten. Danke meinem Team im Ressort Forschung & Wissenstransfer sowie allen aktiven Forscherinnen und Forschern!

Ihr

Prof. Dr. Gordon T. Rohrmair



**PROF. DR. GORDON
THOMAS ROHRMAIR**

Vizepräsident für Forschung
und Wissenstransfer



Editorial

- 3 Prof. Dr. Gordon T. Rohrmair
- 8 HSA – Im Profil

Angewandte Forschung & Entwicklung

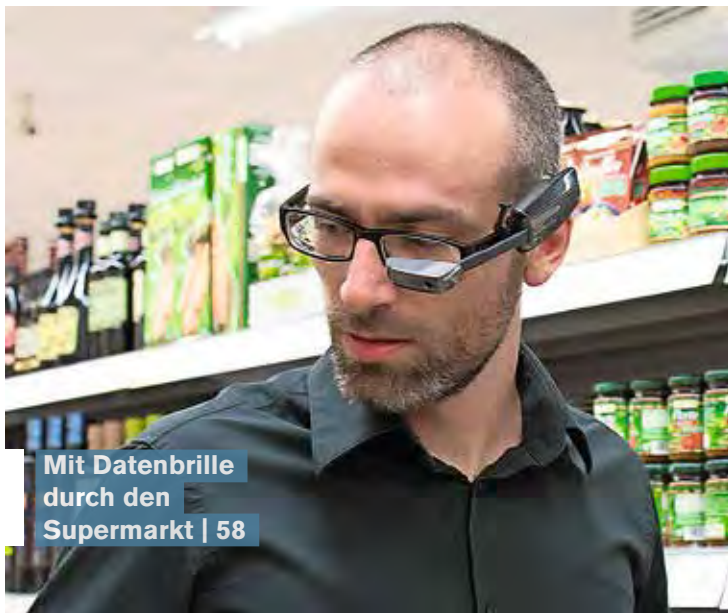
- 12 **Forschung & Wissenstransfer an der Hochschule Augsburg**
Dipl.-Pol. Nico Kanelakis
- 16 **Forschungsschwerpunkt Ressourceneffizienz kategorisieren und schärfen**
Prof. Dr. Florian Waibel
- 20 **Industrie 4.0 – von der Vision in die Anwendung!**
Prof. Dr. Michael Krupp
- 24 **MRK TecCamp – Mensch und Roboter im gemeinsamen sicheren Arbeitsumfeld**
Prof. Dr.-Ing. Markus Glück
- 30 **Hochschulzentrum Donau-Ries**
Prof. Dr.-Ing. Markus Glück
Prof. Dr. Gordon T. Rohrmair
- 34 **Masterprozess als Voraussetzung für eine flexible Produktion**
Prof. Dr. Florian Kerber
Dr. Gitte Händel
Prof. Dr.-Ing. Claudia Ehinger
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Zeller
Prof. Dr.-Ing. Markus Glück
Prof. Dr. Gordon T. Rohrmair

Architektur & Design

- 42 **LIANE führt ein Netzwerk von Experten zusammen**
Prof. Dipl.-Ing. Susanne Gampfer
Dipl.-Ing. Astrid Weisel
- 46 **Studierende bauen in Ostafrika**
Prof. Dipl.-Ing. Susanne Gampfer
- 50 **Algorithmische Interfaces**
Prof. Daniel Rothaug
- 54 **Bio-Board**
Prof. Dr. sc.hum. March. Dipl.-Ing. Timo Schmidt

Informatik & Interaktive Medien

- 58 **Recherchieren mit Augmented Reality**
Prof. KP Ludwig John
- 62 **Well-Formed Prozess-Modellierung**
Prof. Dr. Rainer Kelch
- 66 **Wo, wohin, wie schräg? Die Effizienz von Multitouch unter der Lupe**
Prof. Dr. Michael Kipp
- 70 **Konfigurierbare Rechnerarchitekturen für die Echtzeit-Bildverarbeitung**
Prof. Dr. Gundolf Kiefer
Michael Schäferling M.Sc.
Markus Bihler B.Eng.
Andreas Gareis B.Eng.
- 74 **User-Experience-Optimierung im Online-Shopping-Umfeld**
Prof. Dr.-Ing. Christian Märtin
Marcel Glovotz M.Sc.



- 79 Seniorengerechte Technologien**
Prof. Dr. Thomas Rist
- 82 Mit Gamification zu einem verantwortungsvollen Umgang mit Energie**
Prof. Dr. Thomas Rist
Prof. Jens Müller
- 86 3D-Bildverarbeitung und Simulation für die Zahnerhaltung**
Prof. Dr. Peter Rösch
- 89 Broadcasts**
Prof. Dr. Rolf Winter
- 90 Intelligente verteilte Systeme für Industrie und Wirtschaft**
Prof. Dr.-Ing. Thorsten Schöler
- 93 Prozessdaten**
Falk Alexander
- 93 Neuronale Netze**
Oleksandra Shpatakovska
- 94 Cloud Computing**
Kristian Wede
- 96 Simulation von intelligenten Robotersystemen in der Lehre**
Prof. Dipl.-Ing. Georg Stark
- 100 Softwareunterstützung für die medizinische Forschung**
Prof. Dr.-Ing. Alexandra Teynor
- 102 Penetrationstest-Labor**
Kevin Bernhard B.Eng.
- 104 IT-Sicherheit in kritischen Infrastrukturen**
Benjamin Kahler M.Sc.

- 106 Schwachstellensuche im Web**
Sebastian Kraemer M.Sc.
Michael Kapfer B.Eng.
- 109 Hardware Hacking**
Peter Schulik B.Sc.
- 112 Einfluss von Scanmechanismen auf Industriekomponenten**
Markus Pohlert B.Sc.
- 114 Sicherheit für Industrienetze**
Andreas Seiler M.Sc.
- 118 Liquid Sloshing und Impact in Faserverbund-Strukturen**
Prof. Dr.-Ing. André Baeten
- 122 CFK/Metall-Hybridbauweisen im Maschinen- & Anlagenbau**
Prof. Dr.-Ing. André Baeten
Dipl.-Ing. (FH), M.Eng. Christian Oblinger
Prof. Dr.-Ing. Klaus Drechsler
- 125 MAI Design**
Arnold Hopfauf M.Eng.
Prof. Dr.-Ing. André Baeten
- 128 Bearbeitungsqualität kohlenstoff-faserverstärkter Kunststoffe**
Prof. Dr.-Ing. Ralf Goller
Achim Roesiger
- 130 Produktionstechnik faserverstärkter Keramiken**
Prof. Dr.-Ing. Ralf Goller
Achim Roesiger

Ingenieurwissenschaften



**Luftbildvermessung
mit dem Hexakopter | 146**



**Industrie 4.0
in der Logistik | 178**

- 133 Materialdämpfung:
vom Experiment zur Simulation**
Prof. Dr.-Ing. Matthias Schlägel
- 136 Fluid Struktur Interaktion an einer
schwingenden Platte**
Prof. Dr.-Ing. Alexandra Jördening
Prof. Dr.-Ing. Matthias Schlägel
- 138 Einflussgrößen in Prozesssimulationen –
Beispiel Tiefziehsimulation**
Prof. Dr.-Ing. Michael Schmid
Dennis Otten M. Sc.
- 142 Tragverhalten von Verbundankern**
Prof. Dr. François Colling
Dipl.-Ing. (FH) Henrik Boll
- 146 Airborne Photogrammetry**
Prof. Dr.-Ing. Reinhold Weber
- 150 CyPhREE – Plattform für
Kooperation und Monitoring**
Prof. Dr.-Ing. Martin Bauer
- 153 Forschungsprojekt LINDA gestartet**
Prof. Dr.-Ing. Michael Finkel
- 163 Entgeltoptimierung – mehr Netto vom Brutto**
Prof. Dr. Hans Herrler
- 166 Risikocontrolling in der Kontraktlogistik**
Prof. Dr. Sabine Joeris
- 169 Best Agers und ihr berufliches Umfeld**
Prof. Dr. Erika Regnet
- 172 Nonprofit-Marketing: Perspektivenwechsel**
Prof. Dr. Manfred Uhl
- 174 Neuer Ansatz beim Regionalmanagement**
Prof. Dr. habil. Klaus Kellner
- 177 Kompetenzfeld Materialwirtschaft
und Logistik**
Prof. Dr. Michael Krupp
Prof. Dr. Peter Richard
Prof. Dr. Florian Waibel
- 178 Industrie 4.0 in der Logistik**
Prof. Dr. Michael Krupp
Viktoria Fleck
- 181 Kanbangesteuerte Fertigung**
Marjan Isakovic
- 184 Industrie 4.0 für KMUs in der Region**
Viktoria Fleck
- 186 Industrie 4.0 – Die Digitalisierung
der Wirtschaft**
Marjan Isakovic
- 190 Talent Management in der Logistik**
Marjan Isakovic
- 192 Lean Management Methoden im
Bau-Großhandel**
Simon Mast

Wirtschafts- wissenschaften

- 156 Finanzkrise versus Controlling**
Prof. Dr. Georg Erdmann
- 160 Beschäftigungswachstum
im Umweltschutzsektor**
Prof. Dr. Jens Horbach



- 194 Lean Management Konzepte für Unternehmen**
Magnus Staar
- 196 Marketingstrategien für Logistkdienstleister**
Matthias Utz
- 198 Potenzial- und Handlungsrisiken auf Unternehmensleitungsebene**
Prof. Dr. Marcus Labbé
- 200 Effectuation als sinnvolle Entscheidungslogik**
Prof. Dr. Marcus Labbé

Akademischer Forschungs- nachwuchs

- 204 Graduiertenzentrum**
Prof. Dr.-Ing. Rita Hilliges
- 205 Zukunftsfähige Marktmodelle der Energiewirtschaft**
Prof. Dr.-Ing. Michael Finkel MBA
Dr. Anton Gerblinger
- 206 Lastannahmen in Niederspannungsnetzen**
Michael Wiest M.Sc.
- 207 Partner für die Industrie**
Prof. Dr.-Ing. Reinhard Stolle
- 208 Signalverarbeitung für Füllstandsmesssysteme**
Franz G. Aletsee M.Sc.
- 209 Wiedererkennen von Webbrowsern**
Falk Alexander

- 210 Lüftungstechnik in Schulen**
Martina Hackl B.Eng.
- 211 Kamerabasierte Sicherheitstechnik**
Robert Karl B.Eng.
- 212 Mechanische Eigenschaften von CFK**
Karl Reichard B.Eng.
- 214 Neue Standards für sicherheitsrelevante Steuerungen**
Carina Schlicker B.Eng.
- 216 Flexible Automation und kooperative Robotik**
Tobias Vogel B.Eng.
Robert Trepesch B.Eng.
- 218 Twisted-Pair-Leitungsbündel**
Sebastian Wagner B.Eng.

Sonstiges

- 219 Impressum & Kontakt**

Praxisnah lehren und forschen mit internationaler Ausrichtung

Studium 4.0 stellt Individuum in den Mittelpunkt

> **An der Hochschule Augsburg studieren rund 6.000 junge Menschen aus insgesamt 70 Nationen. Professoren, Lehrbeauftragte und Mitarbeiter sehen es als ihren Auftrag an, die Studierenden zu Persönlichkeiten zu entwickeln, die in Wirtschaft und Gesellschaft sehr gefragt sind.**

Qualitätskodex

Als eine von wenigen Hochschulen in Deutschland hat die Hochschule Augsburg einen fakultätsübergreifenden Qualitätskodex verabschiedet. Er formuliert einen Konsens über das Verständnis von inhaltlich-fachlicher, didaktischer, betreuungsspezifischer und berufsvorbereitender Qualität in der Lehre. Die über 30 Bachelor- und Masterstudiengänge der Hochschule Augsburg werden von insgesamt sieben Fakultäten angeboten: Allgemeinwissenschaften, Architektur und Bauwesen, Elektrotechnik, Gestaltung, Informatik, Maschinenbau und Verfahrenstechnik sowie Wirtschaft. Weiterbildungsangebote tragen darüber hinaus zur Fachkräftesicherung in der Region bei.

Internationalisierung

Das hohe fachliche Know-how, hohe Sozialkompetenz und die Befähigung, sich auch auf internationalem Pflaster zu bewegen, bereitet die Studierenden optimal auf die Anforderungen des Berufslebens vor. Die Hochschule Augsburg ist durch die Hochschulrektorenkonferenz für die erfolgreiche Teilnahme am HRK-Audit „Internationalisierung der Hochschulen“ zertifiziert.

Forschungsschwerpunkt

Die Hochschule Augsburg steht für angewandte Forschung und Entwicklung auf höchstem Niveau. Als Impulsgeber für die Region bietet sie ihren Partnern Expertenwissen und passgenaue Lösungen für komplexe innerbetriebliche Fragestellungen. Ressourceneffizienz ist das Dach unter dem sich die Forschungsaktivitäten an der Hochschule Augsburg bündeln. Die Forschungsfelder reichen dabei vom Umweltmanagement, der Energieerzeugung und der Faserverbundtechnologie über Logistik und Supply Chain Management bis hin zu den Belangen von Industrie 4.0 mit IT-Sicherheit und sicheren Industrienetzen sowie Interfacegestaltung und User Experience an der Schnittstelle zwischen Mensch und Technik.

Studium 4.0

Die Hochschule Augsburg reagiert bewusst in Forschung und Lehre auf die Anforderungen und Herausforderungen von Industrie 4.0. Die zunehmende Digitalisierung aller Lebens- und Arbeitsbereiche spiegelt sich in der Zielvorgabe Studium 4.0 der Hochschule Augsburg wider. „Wir betreiben angewandte Forschung, weil es den Studierenden nützt“, so Präsident Prof. Dr. Hans-Eberhard Schurk. Man schaffe so die Grundlage dafür, die Studierenden optimal für die Arbeitswelt vorzubereiten. Dabei würden trotz oder gerade aufgrund von zunehmender Vernetzung und Internationalisierung auch die Bedürfnisse des einzelnen Studierenden nicht aus dem Blickfeld geraten. Nur wer sich als Individuum ernst genommen fühlt, entwickelt sich zur gefragten Persönlichkeit“, so Präsident Schurk. <



www.hs-augsburg.de



Foto: Eckhart Matthäus



Hochschule Augsburg –
Campus am Brunnenlech.

Angewandte Forschung und Entwicklung



7.7.7.

7.7.

7.7.7.



7.7.7.

7.7.7.

7.7.7.

7.7.

7.7.7.

7.7.7.

7.7.7.

7.7.7.7.

7.7.7.

7.7.

7.7.

7.7.7.

7.7.7.

7.7.

7.7.7.

Forschung & Wissenstransfer an der Hochschule Augsburg

Profilbildung und Strategieentwicklung

> **Das Präsidium und der Hochschulrat der Hochschule Augsburg haben Ende des Jahres 2012 einen intensiven Prozess zur Profilbildung und Strategieentwicklung angestoßen, um die Weichen für die zukünftige Entwicklung der Hochschule Augsburg zu stellen. Hintergrund der strategischen Ausrichtung sind die sich verändernde Hochschullandschaft, die gesamtgesellschaftlichen Ansprüche an unsere Hochschule sowie die speziellen Bedürfnisse der Wirtschaftsregion Augsburg und Bayerisch-Schwaben, als Industrie- und Technologiestandort mittelständischer Prägung.**

Die Ergebnisse wurden Anfang 2015 im Hochschulentwicklungsplan für 2015 bis 2020 zusammengefasst. Der Bereich Forschung und Wissenstransfer wurde in diesem Kontext als eines der strategischen Haupthandlungsfelder der Hochschulentwicklung festgelegt.

In einem ersten Schritt wurden für alle künftigen Maßnahmen und Vorhaben im Ressort Forschung & Wissenstransfer (F&W) relevante Zielgruppen festgelegt: Studieninteressierte, Studierende, Forschende und Unternehmen. In Form einer Scorecard wurden die strategischen und konkreten Ziele klar strukturiert. (siehe Grafik).

Bei der Betrachtung und Bewertung dieser Ziele wird klar, dass die Aufgabe des Ressorts F&W nicht etwa darin besteht, konkrete Forschungsprojekte zu bearbeiten oder sogar die Themen und Schwerpunkte der Angewandten Forschung und Entwicklung (AFuE) zu definieren. Letzteres obliegt im Rahmen der individuell verstandenen Freiheit von Forschung und Lehre insbesondere den Professorinnen und Professoren.

STRATEGISCHE MISSION IM HANDLUNGSFELD F&W:

„Wir wollen erreichen, dass es an keiner anderen Hochschule in Bayern bessere Möglichkeiten und Voraussetzungen für die Entfaltung von Mitarbeitern und Professoren im Bereich der Angewandten Forschung und Entwicklung gibt. Diese Freiheit für Engagement sehen wir als Basis für die Kernaufgabe unserer Hochschule, nämlich das Hervorbringen gefragter Persönlichkeiten.“

So war auch die Identifikation und Schärfung des Forschungsschwerpunkts „Ressourceneffizienz“ und der zugehörigen Kompetenzfelder bzw. Forschungscluster Aufgabe des Hochschulsenats. Vom Senatsausschuss für AFuE wurden insgesamt sechs Unterkategorien herausgearbeitet, welche die Mehrzahl der Forschungsaktivitäten an der Hochschule Augsburg, im Rahmen des gemeinsamen Forschungsschwerpunkts, zusammenfassen.

Mehr dazu: „Forschungsschwerpunkt Ressourceneffizienz“, Prof. Dr. Florian Waibel, S. 16.

Die Aufgabe des Ressorts F&W ist es, als hochschulweiter, fakultätsübergreifender Dienstleister zur Bereitstellung einer forschungsfreundlichen Infrastruktur an der Hochschule beizutragen. Strategische Mission ist es also, die bestmöglichen Rahmenbedingungen für unsere Forscherinnen und Forscher zu schaffen. Dies hat auch Eingang in den Hochschulentwicklungsplan gefunden (siehe „Strategische Mission“).

Eine optimale Infrastruktur ist die Voraussetzung dafür, die Potenziale der AFuE in Form innovativer Produkte und Dienstleistungen sowie neuer Ideen und Verfahren ausschöpfen zu können. So leistet die AFuE auch ihren Beitrag zu Aktualität, Praxisnähe und Qualität der Lehre sowie den praktischen Teilen in der Ausbildung unserer Studierenden.



DIPL.-POL. NICO KANELAKIS

Hochschule Augsburg

Tel. +49 821 5586-3099

nico.kanelakis@hs-augsburg.de

STRATEGISCHES ZIEL	KONKRETES ZIEL
1. Studieninteressierte im Mittelpunkt	
1.1 Studieninteressierte für das Thema FuE begeistern	1.1.1 Gewinnung forschungsinteressierter Studierender
2. Studierende im Mittelpunkt	
2.1 Studierende gezielt für das Thema Forschung gewinnen	2.1.1 Erhöhung der Anzahl der MAPR-Studierenden
	2.1.2 Erhöhung der Anzahl der Promovenden
2.2 Studierende bei der Existenzgründung unterstützen	2.2.1 Steigerung der Existenzgründungsaktivität
3. Forschende im Mittelpunkt	
3.1 Erhöhte Einwerbung öffentlicher (Antrags-) Mittel zur Unterstützung der Forschenden	3.1.1 Etablierung eines Lobby-Netzwerks
	3.1.2 Fortlaufende Information der Forschenden über (Forschungsförderungs-) Maßnahmen des Ressorts F&W und der Hochschulleitung
	3.1.3 Steigerung der Antragsqualität
3.2 Verbesserung der Rahmenbedingungen für Forschende	3.2.1 Personelle Unterstützung für Forschende
	3.2.2 Zeitliche Entlastung von Forschenden
	3.2.3 Einrichtung von befristeten Forschungsprofessuren
	3.2.4 Bereitstellung von Räumen für FuE-Projekte
	3.2.5 Wertschätzung von Forschungsaktivitäten
	3.2.6 Stärkung der administrativen Forschungsinfrastruktur
3.3 Interdisziplinäre Vernetzung der Forschenden	3.3.1 Ergebnisoffene, interdisziplinäre Vernetzung von Forschenden
	3.3.2 Vernetzung von Forschenden in bestehenden interdisziplinären Großprojekten
4. Unternehmen im Mittelpunkt	
4.1 Unternehmen gezielt Beratungsleistungen anbieten	4.1.1 Beratungskonzept
	4.1.2 Bekanntmachung der Beratungskompetenz der Hochschule Augsburg
4.2 Unternehmen gezielt Weiterbildungsleistungen anbieten	4.2.1 Marketing-Konzept erstellen
	4.2.2 Organisationskonzept erstellen
	4.2.3 Gründung eines Instituts für Weiterbildung
	4.2.4 Wertschätzung von Weiterbildungsaktivität
	4.2.5 Bekanntmachung der Weiterbildungskompetenz der Hochschule Augsburg
4.3 Unternehmen vermehrt als Partner für FuE-Projekte gewinnen	4.3.1 Etablierung eines Innovationsnetzwerks mit Unternehmen
	4.3.2 Verstärkte Einbindung von HWK und IHK
	4.3.3 Umfassende Präsentation der Forschungsinfrastruktur der Hochschule Augsburg
	4.3.4 Bekanntmachen der Forschungskompetenz der Hochschule Augsburg

Deutlich wird dies insbesondere im Rahmen des Landesprojekts „Digital und Regional“. Hier unterstützt die Hochschule Augsburg intensiv das Zusammenspiel von Forschung und Lehre. Neue digitale Lehr- und Lernformen, regionale Studienangebote sowie ein neues Modell für das Duale Studium bilden im Zusammenwirken mit den Forschungsaktivitäten am Standort Nördlingen einen wichtigen Baustein unseres regionalen Engagements.

Von herausragender Bedeutung für Augsburg und Schwaben als Wirtschaftsregion sind auch die Entwicklungen im Bereich der Digitalisierung der Produktion. In aller Munde ist derzeit das Schlagwort „Industrie 4.0“. Hier möchte auch die Hochschule, in enger Kooperation mit der regionalen Wirtschaft, ihren Beitrag zu diesem wichtigen Zukunftsthema leisten.

Unter der Regie von Prof. Dr. Michael Krupp (Fakultät für Wirtschaft) wurde eine interdisziplinäre, fakultätsübergreifende Arbeitsgruppe ins Leben gerufen, um mit Partnern aus den Unternehmen und aus den außeruniversitären Forschungseinrichtungen, geeignete Aktionsfelder für die Hochschule zu identifizieren.

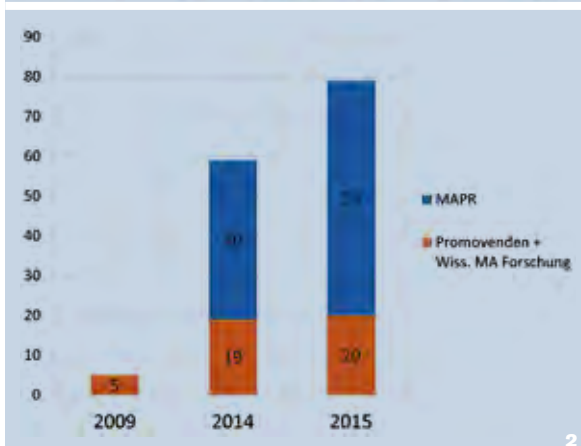
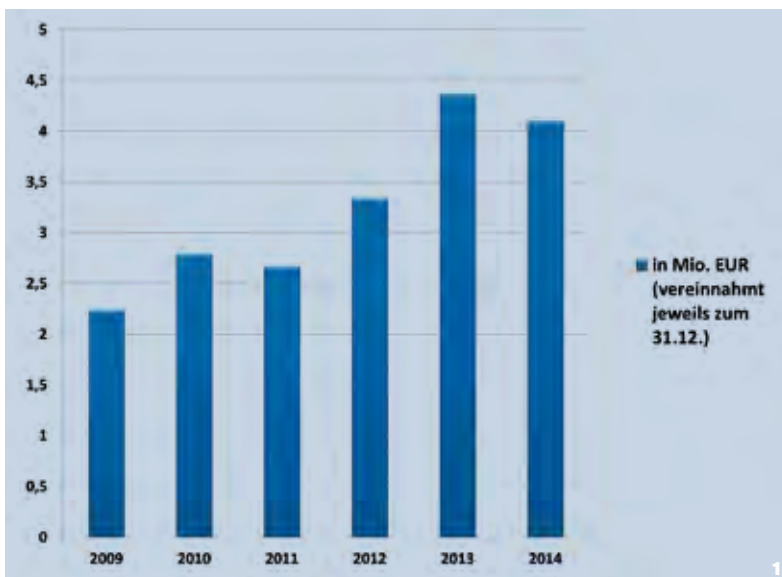
Mehr dazu: „Industrie 4.0 - von der Vision in die Anwendung“, Prof. Dr. Michael Krupp, S. 20.

Der weitere Ausbau des akademischen Forschungsmittelbaus durch Promovenden und drittmittelfinanzierte, promotionsfähige wissenschaftliche MitarbeiterInnen (z.B. MAPR-Studierende), ist ein weiteres Ziel der künftigen Entwicklung. Dadurch soll ermöglicht werden, mehr und größere AFuE-Forschungsprojekte inhaltlich und personell besser bearbeiten zu können.

Ein wesentlicher Baustein hierfür ist der Masterstudiengang Applied Research (MAPR). Das erfolgreiche Management des Studiengangs durch Prof. Dr.-Ing. Reinhard Stolle (Fakultät für Elektrotechnik) führt zu einer stetigen Erhöhung der Anzahl der MAPR-Studierenden.

DRITTMITTEL: 4,1 MIO. EUR IM JAHR 2014

Das Jahr 2014 war für die Hochschule Augsburg, bezogen auf die Drittmittelforschung und gemessen an der Höhe der vereinnahmten Fördergelder, wieder äußerst erfolgreich. Insgesamt konnten 4,1 Mio. Euro vereinnahmt werden. Gerade vor dem Hintergrund, dass insbesondere auch die forschungsaktivsten Professorinnen und Professoren intensiv im zeitaufwendigen Strategieprozess der Hochschule eingebunden waren, ist dies ein mehr als beachtlicher Erfolg.



1 Drittmittel 2009 bis 2014.

2 Aufwuchs Forschungsmittelbau 2009 – 2015.

3 Forschungsmittelbau.

Die Einrichtung des hochschulinternen, fakultätsübergreifenden Graduierten-zentrums unter der engagierten Leitung von Prof. Dr.-Ing. Rita Hilliges (Fakultät für Architektur und Bauwesen), ermöglichte in der Doktorandenausbildung bereits erste Kooperationen mit anderen Hochschulen und Universitäten. Ziel ist hier u. a. die Institution eines geordneten und zuverlässigen Verfahrens zur kooperativen Promotion.

Mehr dazu: „Graduierten Zentrum“, Prof. Dr.-Ing. Rita Hilliges, S. 204.

Zur bestmöglichen Abwicklung von Drittmittelprojekten, um administrative Hürden zu senken und dadurch mittelbar das Volumen der Mitteleinwerbung zu erhöhen, wird – unter Federführung von Prof. Dr. Peter Richard (Fakultät für Wirtschaft) – der Drittmittelprozess einer fortlaufenden Optimierung unterzogen.

Die AFuE betont durch viele erfolgreiche und spannende Projekte die wissenschaftliche und auch gesellschaftliche Reputation unserer Hochschule. Ein weiteres konkretes Ziel des strategi-

schon Vorgehens zur Förderung der AFuE ist deshalb die Mitgliedschaft in der European University Association (EUA). Wir streben diese Mitgliedschaft an, um so ein klares Zeichen für die Qualität und Reputation unserer Hochschule zu setzen. Derzeit gehören der EUA nur wenige bayerische Hochschulen an. Damit die Hochschule Augsburg ihren Platz unter den herausragenden bayerischen Hochschulen für Angewandte Wissenschaften einnehmen kann, ist die Mitgliedschaft in der EUA Ziel und Voraussetzung zugleich <



www.eua.be

AKADEMISCHER FORSCHUNGSMITTELBAU

Durch gezielte Maßnahmen zur Forschungsförderung, der steigenden Zahl der Studierenden im Masterstudiengang Applied Research und durch die Aufnahme weiterer kooperativer Promotionen, konnte im Jahr 2015 eine weitere personelle Verstärkung des akademischen Forschungsmittelbaus erreicht werden (siehe Grafiken).

PUBLIKATIONEN

Die Anzahl der Publikationen war auch im vergangenen Jahr wieder erfreulich hoch. Die Veröffentlichung von Forschungsleistungen und damit der Wissenstransfer ist grundlegender Bestandteil unseres Auftrags. Damit unterstützt die Hochschule die Innovationsbemühungen insbesondere der mittelständischen Unternehmen in der Wirtschaftsregion Augsburg und Bayerisch-Schwaben. Die Publikation von Forschungsergebnissen ist gerade für diejenigen Bereiche der AFuE ein deutlicher Erfolgsmesser, die nicht im Rahmen von Industrie- oder Förderprojekten stattfinden. Hier zeigt sich das große Engagement der Forscherinnen und Forscher der Hochschule Augsburg in ganz besonderem Maße.



Wer sonst denkt an die neue Energie-Generation?

Wir übernehmen Verantwortung für die Zukunft und investieren in Projekte, mit denen wir selbst regenerativen Strom für die Region erzeugen.

Unser Wort unter Nachbarn:
Wir wollen alle Haushalte in Augsburg mit selbst-erzeugtem und ökologischem Strom versorgen.

Ihre Stadtwerke

swa
Energie Wasser Verkehr

Carina aus Kriegshaber

Gertraud Schmid
Leiterin Energie-management

Von hier. Für uns.

Forschungsschwerpunkt Ressourceneffizienz kategorisieren und schärfen

Senatsausschuss definiert Forschungscluster

> In 2014 entschloss sich die Hochschule Augsburg, einen Forschungsschwerpunkt zu definieren. Die Gründe hierfür waren:

- Erhöhung der Sichtbarkeit nach Außen
- Mehr Chancen bei der Einwerbung von Drittmitteln
- Abgrenzung von Profilen anderer Hochschulen
- Ausgangspunkt für forschungsflankierende und drittmittelgenerierende Aktivitäten wie z.B. Weiterbildung, Dienstleistungen (z.B. Prüfen, Messen) usw.

Unter der Federführung der Professoren Dr.-Ing. Runa Hellwig und Dr. Peter Richard identifizierte der Senatsausschuss für Angewandte Forschung und Entwicklung das Thema Ressourceneffizienz. Zum Ende des Wintersemesters 2013/2014 verabschiedeten Senat und Hochschulleitung den Forschungsschwerpunkt Ressourceneffizienz offiziell. Der Forschungsschwerpunkt eignet sich u.a. auch deshalb sehr gut für die Hochschule, da die Region Augsburg ebenfalls ihre Stärke im Bereich Ressourceneffizienz sieht, wie die Erstellung des Kompetenzatlas Ressourceneffizienz durch die Region A Hoch 3 zeigt. Umso wichtiger ist es daher, den Forschungsschwerpunkt seitens der Hochschule zu konkretisieren und in seiner Außen- wie Innenwirkung zu stärken.

Freiheit der Forschung und Lehre

Die Freiheit der Forschung wird an der Hochschule Augsburg als Individualrecht der Professoren verstanden. Der Forschungsschwerpunkt hat folglich keinen bindenden Charakter, Forschungsaktivitäten außerhalb des Forschungsschwerpunktes sind selbstverständlich möglich. Die Erhebung im Rahmen des Senatsausschusses hat jedoch gezeigt, dass bereits heute ein sehr hoher Anteil der Forschungsaktivitäten im Rahmen des Forschungsschwerpunktes stattfindet und dieser somit die Forschungsaktivitäten der Hochschule sehr gut widerspiegelt. Die Profilschärfung an dieser Stelle ist somit die logische Konsequenz.

Projektauftrag und Projektstart

Um das Profil des Forschungsschwerpunktes weiter zu schärfen, ergriff der Senat im Wintersemester 2014/15 die Initiative und beauftragte den Senatsausschuss mit einer weiteren Untergliederung des Forschungsschwerpunktes Ressourceneffizienz. Aufgabe des Ausschusses war es, die Forschungsfelder an der Hochschule Augsburg im Bereich Ressourceneffizienz zu erheben, zu analysieren und zu Kategorien zusammenzuführen. Die Bildung der Unterkategorien hat folgende Ziele:

- Profilschärfung im Außenauftritt: Am Thema Ressourceneffizienz interessierte Unternehmen der Region sollen möglichst einfach und schnell einen Überblick über die hochschulinterne Forschungslandschaft erhalten. Die Vorstellung von Forschungsarbeiten, Projekten und Aktivitäten, verbunden mit den Ansprechpartnern zu den verschiedenen Themen im Bereich Ressourceneffizienz, erhöhen die Sichtbarkeit. Eine bessere Wahrnehmung sowie eine stärkere Verankerung in der Region sind die Folge.
- Erhöhung der Transparenz in der Innenansicht: Stärkung der Interdisziplinarität innerhalb der Forschungsfelder; höhere interne Sichtbarkeit und somit interdisziplinärer Austausch.

Der Senatsausschuss, zusammengesetzt aus jeweils einem Vertreter der Professorenschaft aus jeder Fakultät,



**PROF. DR.
FLORIAN WAIBEL**

Hochschule Augsburg
Fakultät für Wirtschaft
Tel. +49 821 5586-2976
florian.waibel@hs-augsburg.de

Vertretern des Personals und der Studierenden sowie der Frauenbeauftragten, startete das Projekt im Juli 2014. Unter der Leitung von Prof. Dr. Florian Waibel traf sich der Ausschuss einmal im Monat, um Ergebnisse und Erkenntnisse zu analysieren und diskutieren und das weitere Vorgehen abzustimmen.

Vorgehensweise zur Bildung der Unterkategorien

Der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) versteht in seiner Richtlinie Ressourceneffizienz VDI 4800 Blatt 1 unter dem Begriff Ressourcen alle natürlichen Ressourcen wie z.B. Rohstoffe, Energie, Luft, Wasser, Fläche, Boden, Biodiversität, etc. Dieser engen Definition schloss sich der Senatsausschuss nicht an. Vielmehr wurde auf eine breit gefasste Auslegung Wert gelegt, die den Faktor Mensch sowie indirekt wirkende und unterstützende Maßnahmen mitberücksichtigt.

Die Erhebung selbst erfolgte in Form einer Bottom-up-Analyse. Zunächst wurden alle Forschungsaktivitäten innerhalb der Fakultäten durch die Fakultätsvertreter erhoben und deren Zuordenbarkeit zum Thema Ressourceneffizienz geprüft.

Im Anschluss an diese umfangreiche Ist-Erhebung erfolgte im Rahmen eines Workshops die Verdichtung zu möglichst homogenen Clustern und den dafür geeigneten Bezeichnungen. In einer ersten Workshoprunde wurden zunächst neun Unterkategorien herausgearbeitet. Um die Transparenz in der Außendarstellung zu erhöhen erfolgte in einem zweiten Workshop eine Feinjustierung, in der sechs Unterkategorien für den Forschungsschwerpunkt Ressourceneffizienz festgelegt wurden:

ERGEBNIS

Rohstoff	Reduzierter Einsatz und Verbrauch sowie Aufbereitung von Rohstoffen
Energie	Reduzierter Energiebedarf, Speicherung von Energie, effiziente Energieproduktion (durch optimale Nutzung der Inputfaktoren)
Material	Reduzierter Einsatz und Verbrauch von Material
Wirtschaftliche Erfolgsfaktoren	<ul style="list-style-type: none">• Prozesseffizienz• Effizienter Personaleinsatz• volkswirtschaftliche Erfolgsfaktoren
Schlüsseltechnologien	Technologien und Anwendungen, die einen ressourcenschonenden Einsatz ermöglichen oder unterstützen
Kommunikation	Kommunikationsmethoden und -kanäle, die einen ressourcenschonenden Einsatz ermöglichen oder unterstützen

Unterkategorien Ressourceneffizienz

Rohstoff

Unter Rohstoffen wird ein Naturprodukt verstanden, das noch keine Bearbeitung erfahren hat. Die Kategorie umfasst alle Forschungsaktivitäten, die sich damit auseinandersetzen, möglichst wenige Rohstoffe zu verbrauchen bzw. zur Herstellung von Energie oder Materialien, Bauteilen und Fertigprodukten einzusetzen. Zudem wird die ressourcenschonende Wiederaufbereitung von Rohstoffen abgedeckt. In Europa stellt beispielsweise Wasserknappheit keine Herausforderung dar, sehr wohl aber die ressourcenschonende Aufbereitung derselben.

Forschungsfelder an der Hochschule Augsburg sind:

- Boden
- Wasser
- Kreislaufwirtschaft
- Umweltmanagement

Fakultäten mit Forschungsaktivitäten im Bereich Rohstoff:

- Architektur und Bauwesen
- Maschinenbau und Verfahrenstechnik

Energie

Energie ist das Arbeitsvermögen eines Stoffes, Körpers oder Systems. Diese Unterkategorie beinhaltet Fragestellungen wie die Speicherung von Energie; Möglichkeiten, bei gleichem Output weniger Energie einsetzen zu müssen sowie eine effiziente und optimale Nutzung der Inputfaktoren zur Erzeugung von Energie.

Forschungsfelder an der Hochschule Augsburg sind:

- Verlustarme Umwandlung elektrischer Energie
- Energiespeicherung
- Intelligente Planung und Optimierung von Verteilnetzen
- Energieerzeugung
- Bauen und Gebäude

Fakultäten mit Forschungsaktivitäten im Bereich Energie:

- Architektur und Bauwesen
- Elektrotechnik
- Informatik
- Maschinenbau und Verfahrenstechnik

Material

Gemäß Lexikon sind Materialien Stoffe, zu denen Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe der Fertigung, bezogene Normteile, einbaufertige Aggregate, wiederverwertbare Reststoffe usw. sind. Grundsätzlich versteht man unter Material Ausgangsstoffe für die Produktion. Da Rohstoffe bereits in einer eigenen Kategorie zusammengefasst sind, werden unter Material ausschließlich bereits bearbeitete und/oder behandelte Rohstoffe verstanden. Ziel der Forschungsaktivitäten ist es zu analysieren, wie effizienter Materialeinsatz realisierbar ist. Unter Effizienz wird der Einsatz möglichst weniger Inputfaktoren verstanden.

Forschungsfelder an der Hochschule Augsburg sind:

- Neue Materialien
- Faserverbundtechnologie
- Leichtbau
- Baustoffe/Gebäude

Fakultäten mit Forschungsaktivitäten im Bereich Material:

- Architektur und Bauwesen
- Maschinenbau und Verfahrenstechnik

Wirtschaftliche Erfolgsfaktoren

Wirtschaftliche Erfolgsfaktoren betrachten die Effizienz unternehmerischer Prozesse. Effiziente Unternehmensprozesse wirken sich positiv auf den Einsatz von Energie, Rohstoffen und Material aus. Optimierungspotenziale werden u.a. über Prozessanalysen oder Methoden des Supply Chain Managements gehoben. Darüber hinaus wird der Faktor Mensch berücksichtigt. Wie können Unternehmen auf schwankenden Bedarf reagieren, ihre Mitarbeiter flexibel einsetzen und trotzdem eine hohe Mitarbeiterzufriedenheit generieren? („atmende Fabrik und flexibler Arbeitszeitmodelle“). Wie können Fachkräfte gewonnen und ausgebildet werden? Sind diese Aspekte gelöst, kann der Arbeitereinsatz optimiert und wenig ressourcenverschwendend gestaltet werden. Und schließlich auch die volkswirtschaftliche Sichtweise: Welche Anreize können gesetzt werden, um Menschen ressourceneffizientes Handeln attraktiv zu machen.

Forschungsfelder an der Hochschule Augsburg sind:

- Logistik und Supply Chain Management
- Prozessmanagement
- Effizienter Einsatz von Humanressourcen
- Volkswirtschaftliche Erfolgsfaktoren
- Ressourcenstrategie

Fakultäten mit Forschungsaktivitäten im Bereich wirtschaftliche Erfolgsfaktoren:

- Architektur und Bauwesen
- Maschinenbau und Verfahrenstechnik
- Wirtschaft

Schlüsseltechnologien

In der Kategorie Schlüsseltechnologien werden sowohl Anwendungen als auch Technologien zusammengefasst, die ressourceneffizientes Handeln unterstützen und ermöglichen.

Forschungsfelder an der Hochschule Augsburg sind:

- Effiziente Softwarekonzepte
- Effiziente eingebettete Systeme
- Messtechnik
- Effiziente Nutzung von Nachrichtenkanälen
- Mobile, Cloud + Web Computing
- Interfacegestaltung
- Mobile Experience
- Industrie 4.0

Fakultäten mit Forschungsaktivitäten im Bereich Schlüsseltechnologien:

- Elektrotechnik
- Gestaltung
- Informatik
- Maschinenbau und Verfahrenstechnik

Kommunikation

Die Unterkategorie Kommunikation beinhaltet Kommunikationsmethoden und -kanäle, die einen ressourcenschonenden Einsatz ermöglichen und unterstützen.

Forschungsfelder an der Hochschule Augsburg sind:

- Corporate Social Responsibility
- Serious Games
- Informations Design
- User Experience

Fakultäten mit Forschungsaktivitäten im Bereich Kommunikation:

- Gestaltung
- Wirtschaft

WEITERE SCHRITTE

Die Unterkategorien sind definiert, die inhaltliche Abgrenzung ist vorgenommen. Im nächsten Schritt sind nun die jeweiligen Unterkategorien im Detail aufzubereiten. Eine ausführliche Vorstellung der Forschungsprojekte verknüpft mit den damit verbundenen Professoren und wissenschaftlichen Mitarbeitern soll externen wie internen kurze Wege bei der Kontaktaufnahme ermöglichen und die Transparenz in der Forschungslandschaft weiter erhöhen.

Industrie 4.0 – von der Vision in die Anwendung!

Interdisziplinärer Themenschwerpunkt in Forschung und Lehre



Quelle: Druck von Hanabusa Itchō, 1888



Blinde Mönche untersuchen einen Elefanten.

> Seit der Hannover Messe 2011 dominiert der Begriff „Industrie 4.0“ die Digitalisierung der Wirtschaft. Trotz intensiver Diskussionen in Industrie, Wissenschaft und Politik ist bisher kein einheitliches Bild der Industrie 4.0 entstanden. Vielmehr gewinnt man den Eindruck, dass je nach wissenschaftlichem Hintergrund der Autoren unterschiedliche Auffassungen davon das Verständnis erschweren. Das erinnert an ein Gleichnis aus der asiatischen Mythologie¹, in welchem Blinde einen Elefanten beschreiben: Jeder ertastet einen Teil und beschreibt den Elefanten als Wand (Bauch), als Säule (Bein), Schlange (Rüssel) etc. Jeder einzelne hat für sich genommen den Elefanten korrekt beschrieben. Was fehlt, ist ein Gesamtbild, das dem Elefanten gerecht wird.²

Industrie 4.0 aktiv gestalten

Die BITKOM³ hat 2014 über 130 Definitionen des Begriffs gesammelt, als sie eine Befragung von Unternehmen durchgeführt hat. Zudem offenbart sich in der wissenschaftlichen Literatur so etwas wie ein Wettbewerb zwischen den Think Tanks um die Deutungshoheit des künstlichen Begriffs; nicht zuletzt deswegen, weil es um große Summen von Forschungsgeldern geht. Mittelständische Unternehmen bleiben bei den hochtrabenden Diskussionen um

Zukunftsszenarien viel zu oft ratlos zurück, da sich die skizzierten Visionen nicht schlüssig auf deren betrieblichen Alltag im „Jetzt“ übertragen lassen. Dabei wird allzu häufig vergessen, dass Industrie 4.0 nicht nur eine Zukunftsvision ist, sondern heute bereits begonnen hat. Anwendungen sind bereits in vielen Bereichen zu finden und werden oft schon als selbstverständlich erachtet: Außendienstmitarbeiter und Servicetechniker arbeiten mit mobilen Rechnern, als wären sie im Büro. Ersatzteile werden schon per Mail verschickt und im 3D-Drucker erzeugt. Eine vorausschauende Wartung ermöglicht den Austausch eines Verschleißteils, bevor dieses ausfällt. All dies sind Anwendungen, die nicht neu sind, aber in der Umsetzung doch einiges an Know-how und vor allem Tatkraft erfordern. Es gibt also heute schon viel zu tun, um die Entwicklung nicht zu verschlafen und um nicht zum Reagieren gezwungen zu werden. Schließlich kann jedes Unternehmen aktiv die Realität von Industrie 4.0 heute und in ferner Zukunft mit gestalten!

Industrie 4.0 an der Hochschule Augsburg

Auf operativer Ebene hat sich auch die Hochschule Augsburg mit der Definition von Industrie 4.0 auseinandergesetzt und unterschiedliche Sichtweisen analysiert, um zumindest die diversen Facetten des Begriffs etwas mehr zu verdeutlichen.⁴ Ziel war es, Inhalte hinter der Begrifflichkeit zu verdeutlichen, den Hype um den Begriff zu relativieren und letztlich die konkreten Handlungsfelder herauszuarbeiten.



**PROF. DR.
MICHAEL KRUPP**

Hochschule Augsburg
Fakultät für Wirtschaft
KMUL Kompetenzfeld
für Materialwirtschaft und Logistik
Tel. +49 821 5586-2942
michael.krupp@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete
Materialwirtschaft und Logistik

- 1** Vgl. auch Gedicht „The Blind Men and the Elephant“ (Die blinden Männer und der Elefant) von John Godfrey Saxe (1816-1887).
- 2** Bereits in frühere Forschungsaktivitäten wurde dieses Bild herangezogen. Eine griffige Definition oder Beschreibung ist seither nicht entstanden. Vgl. Forschungsbericht Hochschule Augsburg 2014.
- 3** BITKOM ist der Digitalverband Deutschlands. 1999 als Zusammenschluss einzelner Branchenverbände in Berlin gegründet, vertritt die BITKOM mehr als 2.300 Unternehmen der digitalen Wirtschaft, unter ihnen 1.000 Mittelständler, 300 Start-ups und viele global agierende Unternehmen.
- 4** Vgl. Beitrag „Industrie 4.0 - Die Digitalisierung der Wirtschaft“, Marjan Isakovic, S. 186.



Dosing technology worldwide

Die Augsburger FLSmidth Pfister GmbH ist ein international erfolgreiches Maschinenbauunternehmen. Wir sind spezialisiert auf Wäge- und Dosiertechnologien, die z.B. in der Zement- und Kraftwerksbranche seit Jahrzehnten eingesetzt werden. Unsere Dosierrotorwaagen sind patentiert, mit deren Zuverlässigkeit und Genauigkeit haben wir es zum Marktführer in Spezialbereichen gebracht. Unser beständiges Wachstum verdanken wir u.a. unserem engagierten Team, das sich sowohl in Augsburg als auch unseren weltweiten Niederlassungen einsetzt. Junge Mitarbeiter mit Engagement und Ideen sind uns willkommen.

Wir bieten Chancen für:

- Praktikanten
- Werkstudenten
- Diplomanden
- Hochschulabsolventen

Interesse?

Ihre Fragen oder Ihre Bewerbung richten Sie bitte an:
 FLSmidth Pfister GmbH
 z.H. Frau Schweikl
 Stätzlinger Str. 70
 86165 Augsburg
 karin.schweikl@flsmidthpfister.com

www.flsmidthpfister.com



Trotz der diffusen Definition hat sich die Hochschule auf verschiedenen Ebenen der Handlungsfelder dem Thema Industrie 4.0 zugewandt und verfolgt diese Ansätze auch weiterhin. Ist doch die Digitalisierung der Wirtschaft eines der Vehikel zur Erreichung von Ressourceneffizienz in industriellen Prozessen und damit im Fokus des Forschungsschwerpunktes „Ressourceneffizienz“ der Hochschule. Unabhängig von der Begrifflichkeit wird die Digitalisierung in Wirtschaft und Gesellschaft ein anhaltender Megatrend bleiben, dem die Hochschule in ihrer Funktion als Bildungsträger gerecht werden muss. So wurde durch das Ressort Studium und Lehre in Analogie zum Begriff „Industrie 4.0“ nun das „Studium 4.0“ als Leitbild vorgelegt, bei dem u.a. auch Lehrinhalte digitalisiert werden sollen. Künftige Absolventen müssen den neuen Herausforderungen der Digitalisierung gewachsen sein. Zudem ist Studium 4.0 als Weiterentwicklung des heutigen Lehr- und Lernumfeldes zu verstehen. In dem Sinne, dass eine Atmosphäre geschaffen wird, die es einerseits den Studierenden ermöglicht, durch exzellente Betreuung und Beratung Kompetenzen zu erlangen, und andererseits den Lehrenden alle Wege offen lässt, ihre Lehrkompetenzen optimal zu entwickeln und zu entfalten. Mit dieser Orientierung an neuen Inhalten, Kommunikationswegen und Lehrumfeldern greift die Hochschule Augsburg eines der wesentlichen Handlungsfelder auf: Die Sicherung von Fachkräften, die Innovationen in Industrie 4.0 vordenken, entwickeln und realisieren können. Und dies technisch brillant, wirtschaftlich zielführend und für den Menschen einfach zugänglich gestalten können!

Um verschiedene Aktivitäten in den unterschiedlichen Fakultäten zusammenzuführen und einen interdisziplinären Ansatz zu stärken, wurde im Wintersemester 2014/15 eine Workshop-Serie mit 18 Professoren aus fünf Fakultäten durchgeführt. Hierbei wurden Forschungsthemen identifiziert, die in fakultätsübergreifenden Forschungsprojekten nun weitergeführt werden können. Aus diesen Workshops heraus ist es gelungen vier Forschungsanträge zu entwickeln, die nun zur Begutachtung bei den zuständigen Fördermittelgebern liegen. Kernthemen in den Projekten sind u.a.

- die Sicherung digitaler Geschäftsprozesse gegen Cyberattacken und Spionage,
- die Effizienzsteigerung wirtschaftlicher Prozesse durch den Einsatz digitaler Hilfsmittel sowie
- die Nutzung von Referenzmodellen zur Vorstrukturierung von Geschäftsprozessen mit dem Ziel der Digitalisierung.

Industrie 4.0 in Kooperation mit regionaler Wirtschaft

Parallel dazu wurde und wird der Kontakt zur regionalen Industrie weiter intensiviert. Auf dem 4. Augsburger Technologietransfer-Kongress⁵ sowie bei Veranstaltungen der IHK konnte sich die Hochschule Augsburg als Heimat-Institut gefragter Experten weiter profilieren. Dabei wurden nicht nur technische Disziplinen wie Robotik, Mechatronik oder Elektrotechnik abgedeckt, sondern eben auch Themen der IT-Sicherheit oder der Geschäftsmodellentwicklung vor dem Hintergrund der Digitalisierung.

Für die weitere Intensivierung der angewandten Forschung an der HSA, insbesondere mit kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) wird im Oktober 2015 das „KMU 4.0 Projekttrampolin“ ins Leben gerufen. Eine Plattform, die KMU nutzen können, um in Kontakt mit der Hochschule zu treten. Ziel der Plattform ist es, Ideen aus den Unternehmen zu marktgängigen Innovationen zu machen. Dazu werden Ideen aufgegriffen und zu gemeinsamen Forschungsprojekten konkretisiert. Mit Expertenwissen aus der Hochschule und zusätzlichen Fördermitteln kann so eine Innovation werden, die das Unternehmen zukünftig vermarktet. Um im Bild des Trampolins zu bleiben: Der Schwung des Unternehmens wird genutzt um einen großen Sprung zu realisieren. <



Kontakt und Anmeldung:
Prof. Dr. Michael Krupp
michael.krupp@hs-augsburg.de

LITERATUR

- 01 BMWi (2015): „Industrie 4.0 und Digitale Wirtschaft - Impulse für Wachstum, Beschäftigung und Innovation“; Online: <http://www.bmw.de/DE/Themen/Industrie/industrie-4-0,did=694968.html>.
- 02 BITKOM (2015): „Umsetzungsstrategie Industrie 4.0“. Online: https://www.bitkom.org/Publikationen/2015/Leitfaden/Umsetzungsstrategie-Industrie-4.0/150410_Umsetzungsstrategie_0.pdf.
- 03 Dr. Wieselhuber & Partner GmbH, Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA (2015): „Geschäftsmodell-Innovation durch Industrie 4.0“, Online: http://www.wieselhuber.de/lib/public/modules/attachments/files/Geschaeftsmodell_Industrie40-Studie_Wieselhuber.pdf.
- 04 Krupp, Richard, Waibel, Fleck, Isakovic (2015) „Industrie 4.0“, Augsburger Arbeitspapiere für Materialwirtschaft und Logistik, Band 4.0, vssl. Nov. 2015.

⁵ Der Augsburger Technologietransfer-Kongress ist eine Veranstaltung der Hochschul-Transfer-Einrichtung Augsburg und wird in Kooperation mit der Industrie und Handelskammer Schwaben durchgeführt: <http://www.tea-transfer.de/>.

MRK TecCamp – Mensch und Roboter im gemeinsamen sicheren Arbeitsumfeld

Forschung und Wissenstransfer für die Produktion 2020 und Industrie 4.0



1 Keine Berührungsängste hat Nördlingens Oberbürgermeister Hermann Faul (links) mit dem Leichtbauroboter LBR iiwa von KUKA bei der Eröffnung des neuen TecCamps. Vorgestellt wurde das Kooperationskonzept von Dr. Bernd Liepert (Chief Innovation Officer, Kuka, rechts) und Prof. Dr. Markus Glück (Hochschule Augsburg/TCW).

2 Spatenstich am 17.4.2015 für die neue Roboter- und Maschinenhalle am Technologie Centrum Westbayern (TCW). Das Produktionsmechatronik An-Institut der Hochschule Augsburg legte den Grundstock für eine Modellproduktion der Zukunft. Greifbar werden die Industrie 4.0, die sichere Mensch-Roboter-Kollaboration und die Produktion der Zukunft. An den Spaten (von links): Architekt Reiner Schlientz, Prof. Dr. Hans-Eberhard Schurk (Präsident der Hochschule Augsburg), Oberbürgermeister Hermann Faul (Stadt Nördlingen), Landrat Stefan Rößle (Landkreis Donau-Ries), Bundestagsabgeordneter Ulrich Lange, Prof. Dr.-Ing. Markus Glück (Geschäftsführer TCW GmbH, Hochschule Augsburg), Landtagsabgeordneter Wolfgang Fackler und Karl Haas (Baunternehmung Haas, Maihingen).

3 Informationsabend „Offenes Labor“ am 27.2.2015.

> Die industrielle Produktion steht im Zuge der Digitalisierung der Produktion vor einem gewaltigen Umbruch, der gekennzeichnet ist durch die Industrie 4.0 und die angestrebte Verschmelzung der virtuellen Welt sowie der Technologien des Internets mit der physikalischen Welt der Fertigungssysteme [1-3].

Wesentliche Triebkräfte sind die neuen Möglichkeiten der Informations- und Kommunikationstechnik sowie ein herausfordernder Paradigmenwechsel – weg von hierarchisch konzipierten Steuerungssystemen, hin zu flexibel automatisierten, modular aufgebauten, sich selbst organisierenden, vernetzten Produktionssystemen, die über eingebettete Sensoren und Systeme mit internetbasierenden Technologien untereinander kommunizieren.

Trotzdem kann nicht ganz auf den Menschen verzichtet werden. Produktionsmitarbeiter werden zukünftig verstärkt ihr unmittelbares Arbeitsumfeld teilen, an einigen Stellen mit Robotern Hand in Hand arbeiten, sie selbst anleiten oder programmieren [4].

Die Roboter werden den Menschen von monotonen und ergonomisch belastenden Arbeiten entlasten. Gemeinsam werden Mensch und Maschine den immer schneller werdenden Fertigungstakt beherrschen und sich im Betriebsalltag gegenseitig unterstützen. Ein technologischer Eckpfeiler der intelligenten Produktionsfabrik der Zukunft stellt die unmittelbare und effiziente Zusammenarbeit von Mensch und Maschine in gemeinsamen Arbeitsräumen dar. Ein Paradebeispiel ist die sichere Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK) [5, 6].

Eine neue Robotergeneration für die Zusammenarbeit mit den Menschen

Klassische Industrieroboter und Roboterzellen sind heute meistens so ausgelegt, dass sie nur in abgesicherten Schutzräumen bei strikter Trennung der Arbeitsräume kooperieren. Der Grund: Für Menschen in ihrer unmittelbaren Umgebung besitzen ein hohes Gefahrenpotential.

Doch gerade die Aufhebung dieser bisher üblichen räumlichen Abgrenzung durch trennende Schutzzäune im Umfeld von automatisierten Produktionsanlagen birgt ein hohes wirtschaftliches Rationalisierungspotenzial, das es über innovative Sicherheitstechnik in eine sichere und effiziente Zusammenarbeit von Werker und Roboter zu überführen gilt.

Hierbei kommt es allerdings nicht nur auf die richtige Auswahl einzelner Sensoren, Komponenten und Sicherheitseinrichtungen an, sondern auf deren effizientes Zusammenspiel in einem modernen Steuerungsumfeld.

Mit den neuen, kraftsensitiven und sicheren Leichtbaurobotern des Typs LBR iiwa (intelligent industrial work assistant) zählt unser Projektpartner KUKA zu den Technologieführern auf dem Innovationsfeld der sicheren Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK).



**PROF. DR.-ING.
MARKUS GLÜCK**

Hochschule Augsburg
Fakultät für Maschinenbau
und Verfahrenstechnik
Tel. +49 821 5586-3190
markus.glueck@hs-augsburg.de

**Technologie Centrum
Westbayern GmbH**
Emil-Eigner-Straße 1
86720 Nördlingen
Tel. +49 9081 8055-101/-151
glueck@tcw-donau-ries.de
www.tcw-donau-ries.de

Fachgebiete

- Prozess- und Produktionsmesstechnik
- Innovationsmanagement und Technologietransfer
- Sensortechnik
- Industrielle Bildverarbeitung
- Robotertechnik, MRK
- Industrie 4.0

MRK TecCamp – Innovation wird greifbar

Mit der MRK TecCamp Initiative wurde erstmals in Zusammenarbeit mit dem Augsburger Roboterhersteller ein neues Kooperationskonzept zur Unterstützung des Roll-Outs dieser neuen Technologie- und Robotergeneration entwickelt.

Zentrale Aufgabe ist es, kleinen und mittelständischen Unternehmen sowie Lehrenden, Studierenden und Nachwuchskräften in den Firmen die Mensch-Roboter-Kollaboration in allen Facetten verständlich darzustellen und hierbei auf repräsentative Anwendungsbeispiele zurückzugreifen, die anschaulich demonstriert werden.

Derzeit entsteht eine Versuchsfläche am Technologie Centrum Westbayern, auf der ganz bewusst neue Wege bei der Einführung der MRK in Lehre und betrieblicher Anwendung eingeschlagen werden sollen. Ziel ist es, ein einheitliches Verständnis der MRK zu entwickeln, dieses unter Einbindung weiterer Unternehmen, Institutspartner und zukünftiger Nutzer für Lehr- und Weiterbildungsangebote aufzubereiten, zukünftige Anwendungsmöglichkeiten aufzuzeigen und ein überregionales Wissens- und Technologietransfernetzwerk zur MRK zu etablieren.

Dabei geht es zum Beispiel um die Beherrschung der Gerätetechnik, aber auch um die Lehre: Wie bringt man Studierenden und Mitarbeitern in den Firmen bei, wie man mit dieser neuen Robotergeneration umgeht? Wie versetzt man künftige Nutzer in die Lage, die einschlägigen Sicherheitsnormen zu erfüllen? Wie kann möglichst realistisch und anwendungsnah aufgezeigt werden, wie Roboter und Menschen künftig gemeinsam sicher arbeiten und damit die Wettbewerbsfähigkeit regionaler Mittelstandsunternehmen sichern.

In der neu am Standort entstandenen Roboter- und Maschinenhalle sollen die nötigen Technologien zugänglich gemacht und gemeinsam zur Anwendungsreife weiterentwickelt werden. Anwendungs- und Werkzeugentwickler erhalten so schnelles Feedback zu ihren Prototypenentwicklungen, die intensiv im Prüffeld getestet werden.

Eingerichtet wurden Prüfaufbauten zur optischen Vermessung der Roboterbewegung, zur schnellen Bestimmung der Pose- und Wiederholgenauigkeiten unter verschiedensten Einsatzrahmenbedingungen. Kraftmesseinrichtungen zur Überprüfung und Demonstration von Sicherheitsfunktionen sind vorhanden.

In ersten Fachworkshops haben sich Techniker, Studierende und Mitarbeiter mittelständischer Unternehmen mit ersten Anwendungsbeispielen auseinandergesetzt, erlernen die programmier-technischen Voraussetzungen und starten so, um ihre Kompetenzen für die Einführung der Mensch-Roboter-Kollaboration in der betrieblichen Praxis zu entwickeln. Sie müssen sich weitere Kenntnisse in der Kommunikations- und Messtechnik, der Sensorik und über Embedded Systems aneignen.

Junge Techniker und Ingenieure werden an Sensorsysteme unterschiedlichster Anforderungsklassen herangeführt. Die neue Technologie hat Einzug in mehrere Lehrveranstaltungen gefunden. Neue Ansätze der optischen Arbeitsraumüberwachung, beispielsweise mit Hilfe von Time of Flight Kameras, werden in Forschungsstudien auf ihre Leistungsfähigkeit bewertet.

Praktische Hilfestellung

Typischen Mittelstandsunternehmen fehlt eine Fachabteilung „Industrial Engineering“ mit Robotererfahrung oder ganz einfach die Kraft, Erfahrung, Know-how und Zeit zu einer umfassenden Recherche und zu eigenen Experimenten. Oft müssen sogar erst erforderliche Roboter- und Programmierkenntnisse sowie allgemeine Automatisierungskompetenzen entwickelt werden. Gleichwohl möchte und muss diese Zielgruppe ganz konkret wissen, wie sie als Anwender die neue Robotergeneration oder ihre bestehenden Robotersysteme rechtssicher im betrieblichen Alltag ohne trennende Schutzzäune einsetzen können. Sie muss sensibilisiert werden, welche Veränderungen auf sie zukommen und wie man sich bestmöglich und rechtzeitig auf den Wandel vorbereitet, um wirkungsvolle Überzeugungsarbeit zu leisten. Hierfür sind Handreichungen und Checklisten in Arbeit, die einen etappenweisen Übergang und die nötigen Vorbereitungen umfassend in verständlicher Sprache und in pragmatischer Vorwärtsstruktur als Migrationshilfe in

die Produktion der Zukunft darstellen. Und das beginnt beispielsweise mit einem Ratgeber und einem Anforderungskatalog für Gerätebeschaffungen.

Außerdem haben wir es uns zur Aufgabe gemacht, die Menschen bei ihren berechtigten Ängsten vor den neuen Roboterkollegen und vor dem Verlust des Arbeitsplatzes durch ein systematisches Veränderungsmanagement zu begleiten.

Darüber hinaus bauen wir gemeinsam mit der Hochschule Augsburg eine Modellproduktion nach den Grundzügen der Industrie 4.0 auf, damit hier in der Region jeder in der Zusammenarbeit mit unserem Team seine Anwendungen testen und seinen Handlungsbedarf sowie mögliche Lösungsansätze kennenlernen kann.

MRK – Nicht nur eine technologische Herausforderung

Ein weiteres Ziel ist es, die Bemühungen zur Konkretisierung der Normenlandschaft aktiv zu begleiten und Anwendungsfälle aus der betrieblichen Praxis anschaulich darzustellen.

Im Roboterumfeld sind generell die Maschinenrichtlinie sowie die grundlegenden Sicherheitsvorschriften einzuhalten, die beispielsweise in den ISO-Normenreihen 12100, 14121, 13849, 13855 oder 13857 beschrieben sind. Selbstverständlich sind auch die Roboternormen ISO 10218-1 und -2 zu erfüllen. Aktuell entsteht eine Neufassung der Robotik-Norm im Hinblick auf MRK Anwendungen, die als TS 15066 vorliegt. Ziel ist es, bisher offene oder unzureichend beantwortete Punkte abzudecken, z. B. den Schutz vor konkreter Verletzungsfahr. Die alte Norm war hier sehr statisch mit festgelegten einheitlichen Grenzwerten. Die Neufassung rückt den Menschen mehr in den Fokus und unterscheidet verschiedene Körperbereiche, bewertet die dabei tatsächlich einwirkenden Stoßkräfte und daraus resultierende Verletzungsrisiken, je nach Ort der Einwirkung.

- 4 | 5** Gemeinsame Experimente zur Robotertechnik und Mensch-Roboter-Kollaboration mit der Forscherklasse der Anton-Jaumann-Realschule aus Wemding am KUKA MRK Tec-Camp im Technologie Centrum Westbayern. Die Nachwuchsforscher haben keine Angst vor dem sicheren KUKA Leichtbauroboter LBR iiwa, den ihnen Stefan Wieser vorführt.
- 6** Anschauliche Demonstration der kraftsensitiven Eigenschaften des KUKA Leichtbauroboters LBR iiwa.



Schon allein dieses Normenwerk und seine Umsetzung überfordern in ihrer gegenwärtigen Komplexität die meisten Anwender, insbesondere mittelständische Unternehmen, welche die vielen Herausforderungen eines Robotereinsatzes im Allgemeinen nicht mit eigenen Ressourcen oder einem begrenzten Budget bewältigen können.

Wissenstransfer und Vernetzung für die Produktion 2020

Mit Sicherheit werden wir uns in der beruflichen Ausbildung, im Studium und auch im Betriebsalltag verstärkt mit Robotertechnik auseinandersetzen müssen. Wir werden an einigen Stellen mit Robotern Hand in Hand arbeiten, sie selbst anleiten oder programmieren. Wir werden uns vermehrt mit Informatikgrundkenntnissen auseinandersetzen müssen.

So wie wir heute ganz selbstverständlich Tablets und mobile Endgeräte im Privatbereich nutzen, werden wir diese auch als Helfer im Betriebsalltag mit uns führen und mit ihnen Maschinen steuern. Schließlich geht es darum, Informations- und Kommunikationstechnologien der virtuellen Welt und des Internets mit der realen Welt der Automatisierungs- und Produktionstechnologien zu einem Internet der Dinge zu verzahnen. Hierzu ist aber intensive Fachinformation und Weiterbildung erforderlich.

Handlungsfeld Sicherheit vor Cyberangriffen – Risiken der Spionage und Sabotage

Roboterzellen und Produktionseinrichtungen werden heute weltweit an verschiedenen Standorten genutzt, über Ferndiagnose und -wartung im Betrieb beobachtet und gesteuert. Dabei geraten sie zunehmend ins Fadenkreuz von Wirtschaftsspionage, Manipulationen, Sabotage und kriminellen Handlungen.

Die beängstigende Zunahme an Hackerangriffen auf Unternehmen verschiedenster Branchen und öffentliche Einrichtungen in der jüngsten Vergangenheit fordert nach entschlossenem Handeln und wirksamen Gegenmaßnahmen.

Hierfür geeignete Schutz- und Monitoringmaßnahmen zu entwickeln und diese möglichst realitätsnah in einem Fertigungsumfeld zu testen, ist einer unserer neuen Aufgabenschwerpunkte. Ziel ist es, aktiv zu einer Sensibilisierung von Entwicklern, IT- und Produktionsverantwortlichen beizutragen und durch eigene Entwicklungen einen wesentlichen Beitrag dazu zu leisten, dass durch Wirtschaftskriminalität induzierte Schäden zukünftig abgewendet oder zumindest deutlich verringert werden können.

Flankierende Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit

Flankierend zu den Forschungs- und Technologietransferaktivitäten wurde eine intensive Diskussion neuer Technologien und Trends im Umfeld der Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK) sowie mit ihr korrelierter Innovationsfelder im Rahmen eines attraktiven Vortrags- und Erfahrungsaustauschprogramms initiiert.

Technologieforen in Kooperation mit dem Cluster Mechatronik & Automation e.V. und dem Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI/VDE) am Technologie Centrum Westbayern

- 27.4.2015, 8. Spezialforum „Innovation 2020“ mit Themenschwerpunkten „Innovationsprozesse, neue Technologiefelder, Marktchancen und Best-Practice-Beispielen“.
- 10.3.2015, 5. Technikforum „Elektronikproduktion 2020“ mit Themenschwerpunkten „Bestückung, Test, Inspektion, Prozessoptimierung und Linienbetrieb“.
- 3.3.2015, 11. Technikforum „Industrielle Bildverarbeitung“ mit Themenschwerpunkten „3D Fertigungsmesstechnik und Kamerainnovationen für die Produktion 2020“.
- 27.1.2015, Technikforum „Safety &

IT Security für die Produktion 2020“.

- 20.1.2015, 7. Fachforum „Innovation 2020“ mit Themenschwerpunkten „Zukunftsszenarien, neue Märkte, Geschäftsmodelle und Technologiefelder – Megatrends Update und Best Practices im Innovationsmanagement“.
- 2.12.2014, 2. Innovationsforum „Industrie 4.0 – Zukunft der Produktion“ mit Themenschwerpunkten „Strategien, Technologien, Umsetzungsszenarien und erste Erfahrungen“.
- 18.11.2014, 5. Forum „Roboterinnovationen 2020“ mit Themenschwerpunkten „Flexible Automation, Roboterkomponenten, Mobile Roboter und Mensch-Roboter-Kooperation“.
- 11.11.2014, Innovationsforum „3D Druck und additive Fertigungstechnologien für die Produktion 2020“.
- 21.10.2014, 6. Fachforum „Innovation 2020“ mit Themenschwerpunkten „Zukunftsszenarien, Marktchancen erkennen, Scouting, Strategien, Innovationskultur fördern, Best Practices“.

Vorträge auf Tagungen und Expertentreffen

- M. Glück, „Enterprise Quality Management 4.0 – Operational Excellence by PLM, Integrated MOM and Real-Time Monitoring of the Process Line Quality“, Gastvortrag auf der „PLM Connection 2014“ (6.–8.10.2014, Berlin).
- M. Glück, „Produktionssysteme der Zukunft – Prozessbasierte Qualitätsregelung zur Selbstorganisation von Fertigungssystemen der Industrie 4.0 – Kennzahlen für eine Qualität 4.0“, Gastvortrag auf „Industrie 4.0 Gipfel“ am 14.10.2014 in München
- M. Glück, „Qualität 4.0 – Qualität in der Fertigung – Qualitätskontrolle auf dem Weg zur Industrie 4.0“, Gastvortrag und Fachworkshop am 26.11.2014 auf dem Deutschen Qualitätsmanagement Kongress in Kassel (24.–26.11.2015).
- M. Glück, „Industrie 4.0 – Herausforderungen, Strategien und Lösungsansätze für die Produktion 2020“, Impulsreferat beim 2. Technikforum „Industrie 4.0“ am 2.12.2014 im Technologie Centrum Westbayern.
- M. Glück, „Industrie 4.0 – Zukunft der Produktion: Handlungserfordernisse in Forschung und Bildung, regionale Chancen“, Gastreferat beim Neujahrsempfang des Kreisverbands von Bündnis 90/Die Grünen am 25.1.2015 in Nördlingen
- F. Kerber, „Assistenzsysteme – Einsatzmöglichkeiten im automobilen Umfeld und in der Produktion“, Fachvortrag im Rahmen der Themenreihe „Moderne Technik anschaulich erklärt“ am 4.2.2015 in Nördlingen.
- R. Richard (Erster Kriminalhauptkommissar, Kriminalfachdezernat 12 „Cybercrime“, München), „Cyberkriminalität und Wirtschaftsspionage – eine unterschätzte Gefahr für den Mittelstand“, Fachvortrag im Rahmen der Themenreihe „Moderne Technik anschaulich erklärt“ am 25.2.2015 in Nördlingen; in Zusammenarbeit mit der Polizeiinspektion Nördlingen.
- M. Glück, „Mensch-Maschine Interaktion in der Produktion 2020 – Mit flexibler Automation, MES und intelligenten Produktionssystemen auf dem Weg in die Industrie 4.0“, Eröffnungsvortrag beim Automatisierungstreff am 25.3.2015 in Böblingen.
- M. Glück, „Qualitätsmanagement in der Fabrik der Zukunft – Neuerungen und Handlungserfordernisse“, Kurzreferat beim Pressegespräch am 5.5.2015 auf der Fachmesse CONTROL in Stuttgart.
- F. Kerber, W. Zeller und M. Glück: Gemeinsames MAPR Seminar „Industrie 4.0“ mit ca. 40 Studierenden des Masterstudiengangs Applied Research am 15./16.5.2015 in Nördlingen.
- M. Glück, „Industrie 4.0 – Nur ein

Hype? Implikationen auf das Qualitätsmanagement, Technologien, Methoden und Anforderungen an eine Qualität 4.0“, Gastreferat beim VDMA Workshop „Qualitätsmanagement in Zeiten von Industrie 4.0“ (18.6.2015, Kaufbeuren).

- M. Glück, „Innovationsoffensive Industrie 4.0 – Sicherheit in der automatisierten Produktion der Zukunft und in der Mensch-Roboter-Kooperation“, Gastvortrag beim Deutschen Kongress für Maschinensicherheit in München (17./18.6.2015), Wiederholung als Webinar am 30.6.2015.
- M. Glück, „Industrie 4.0 – Produktion und Unternehmen im radikalen Wandel: Ziele, Leitgedanken und Bewertung der vierten industriellen Revolution, Positionen und Handlungserfordernisse“, eingeladener Vortrag und Ganztagesworkshop „Industrie 4.0“ am 23.6.2015 bei Bosch in Salzgitter
- M. Glück, „Industrie 4.0 – Internet of Things (IoT): Challenges and Benefits, Operational Excellence by Integrated Production & Logistics, Automated Real-Time Monitoring of Supply Chains“ Gastreferat bei der Global IT Conference der Bürkert Unternehmensgruppe am 1.7.2015 in Ingelfingen.
- M. Glück, „Operational and Robotic Excellence in Future Production“, Impulsreferat beim 4. KUKA R&D Roundtable am 31.7.2015 in Nördlingen.

Fachpublikationen

- M. Glück, „Rückverfolgung, Real-Time-Monitoring und Inline-Qualitätskontrolle in der Elektronikproduktion 2020: Den Fehlern auf der Spur“, Ingenieurfachzeitschrift *alot*, Heft 16, S. 8–11, Aug. 2015

- M. Glück, „Herausforderungen der Industrie 4.0: Sichere Mensch-Roboter-Kooperation“, Interview der Woche, Markt & Technik, Heft 28/2015, S. 24–28, Juli 2015
- M. Glück, „Prozessbasierte Qualitätsregelung für die Industrie 4.0“, Productivity, Heft 1/2015, S. 61–64, Januar 2015
- M. Glück, „Methodenansätze und Technologien im Szenario Qualität 4.0: Wie entwickelt sich eine Qualität 4.0?“, angekündigt für Heft 8/2015 der Zeitschrift QZ – Qualität und Zuverlässigkeit, S. 8–12, August 2015
- M. Glück, Fachlexikon MES - Manufacturing Execution Systems, VDE Verlag (1. Aufl. 2014)

Danksagung

Die Forschungs- und Technologietransferaktivitäten am Technologie Centrum Westbayern – einem Produktionsmechanik An-Institut der Hochschule Augsburg – werden gefördert aus Mitteln des Bundes (BMBF), des Freistaats Bayern (Aufbruch Bayern) und der Europäischen Union (ESF). Besonders danken möchte ich Elisabeth Schärtel, Dominik Boesl und Dr. Bernd Liepert aus dem Bereich Innovation der KUKA AG (Augsburg) sowie zahlreichen weiteren Mitarbeitern unseres MRK Tec-Camp Teams, u. a. Stefan Wieser, Josef Wolf (TCW), Wolfgang Wanka, Tobias Schmid und Patrick Goerg (KUKA) sowie Andreas Birner, Robert Karl, Sebastian Bedacht, Nicole Kral, Emmanuel Voicau-Ottlik, Dr. Gitte Händel und Prof. Dr. Florian Kerber (Hochschule Augsburg) für zahlreiche wertvolle Diskussionen und die gemeinsame Weiterentwicklung der Themengebiete und Automatisierungsanforderungen rund um die sichere Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK). <

LITERATUR

- 01 W. Günthner, M. ten Hompel (Hrsg.), *Internet der Dinge in der Intralogistik*, Springer (2010).
- 02 M. Glück, *Industrie 4.0 – Mit MES, flexibler Automation und Vernetzung zur 4. Industriellen Revolution und Null-Fehler-Produktion 2020*, Contact (Heft 1/2013), S. 7–13.
- 03 J. Gausemeier, C. Plass, C. Wenzelmann, *Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung – Strategien, Geschäftsprozesse und IT-Systeme für die Produktion von morgen*, Carl Hanser (2009).
- 04 M. Glück, *Herausforderungen der Industrie 4.0: Sichere Mensch-Roboter-Kooperation*, Interview der Woche, Markt & Technik, Heft 28/2015, S. 24–28, Juli 2015.
- 05 M. Glück, *Die Produktion 2020*, in *Computer & Automation*, Heft 6, S. 47–50 (2012).
- 06 M. Glück, *Autonome Roboterführung – Integration von Bildverarbeitung im Roboterumfeld*, SPS-Magazin (10/2013), S. 154–155 (2013).

Hochschulzentrum Donau-Ries

Die Entwicklung des extramuralen Standortes

> Im Zuge der „Hightech Offensive Bayern“ wurde 2001 in Nördlingen das Technologie Centrum Westbayern als regionales Innovations- und Gründerzentrum begründet. Ein mit der Einrichtung mehrerer Stiftungsprofessuren eingeleiteter Entwicklungsprozess führte über die Anerkennung als An-Institut (2009) zum Aufbau des „Hochschulzentrums Donau-Ries“, das in einer engen Kooperation der Hochschule Augsburg mit der Technologie Centrum Westbayern GmbH derzeit ausgestaltet wird.



www.hochschulzentrum-donau-ries.de

Primäre Zielsetzung sind die Fachkräftesicherung, die Verankerung der Produktionsmechanik und die Weiterentwicklung des Technologietransfers im nordschwäbischen Wirtschaftsraum. Erreicht wird dies durch Studien- und Weiterbildungsangebote sowie durch die Einrichtung eines Technologietransferzentrums (TTZ) für flexible Automation und kooperative Robotik. Zusammen stehen diese für das Engagement der Hochschule Augsburg im Landkreis Donau-Ries. Dadurch gelingt es, firmen- und fakultätsübergreifende Entwicklungsteams zu bilden, die verfügbare neueste Komponenten und Technologien nutzen und voranbringen. Im Rahmen von Fach- und Abschlussarbeiten werden die Studierenden der Bachelorstudiengänge und des Masterprogramms „Master Applied Research“ (MAPR) in die Forschungs- und Entwicklungsaufgaben eingebunden und so an aktuelle Themenstellungen wie die 3D-Messtechnik, die bildgeführte Robotik, die sicherheitsrelevante Automatisierungs- und sicherheitsintegrierte Antriebstechnik, die IT-Sicherheit industrieller Steuerungen und kritischer Infrastrukturen sowie die bildgestützte Prozess- und Arbeitsraumkontrolle herangeführt. Damit leisten die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten am Standort einen Beitrag zur Umsetzung des Zukunftsprojekts Industrie 4.0 in der Produktionsregion Donau-Ries.

Umgesetzt werden die Aktivitäten durch ein Team von Professoren der Hochschule Augsburg: Dr. Gordon Thomas Rohrmair, Dr. Wolfgang Zeller und Dr. Markus Glück als Leiter der jeweiligen Labore Industrial Automation System Security, Industrial Automation Safety and Motion und Applied Robotics and Vision, sowie Dr. Claudia Ehinger und Dr. Florian Kerber als Stiftungsprofessoren einer Initiative regionaler Unternehmen. Unterstützt werden sie von der FuE Projektmanagerin Dr. Gitte Händel.

Kernaufgabe des TTZ-Projektes ist es, die Leitthemen der Industrie 4.0 in einem produktionstechnischem Demonstrator zu integrieren und eine Plattform für den Technologietransfer für Unternehmen und Ausbildungszwecke zu schaffen. Dabei soll insbesondere auch die Umsetzung des beschriebenen Masterprozesses erforscht werden. Weitere Arbeiten auf dem Gebiet der Produktionsmechanik und Industrie 4.0 sind:

- Im Projekt „RiskViz“ werden Risiken industrieller IT und kritischer Infrastruktureinrichtungen untersucht. Hierbei ist die HSASec der Hochschule Augsburg Konsortialführer, die Laborausstattung des TTZ wird für experimentelle Untersuchung genutzt.
- Als erstes Industrieprojekt sind TTZ und TCW gemeinsam vom Stifterunternehmen Valeo Schalter und Sensoren GmbH Werk Wemding beauftragt, ein Justagekonzept zum End-Of-Line Test von Headup-Displays zu entwickeln¹.
- Ein Antrag zur integrierten Qualitätskontrolle an nicht oder wenig automatisierten Arbeitsplätzen durch den Einsatz von Assistenzsystemen in der Produktion, unter Beteiligung zweier Stifterunternehmen, ist beim Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft (BMBWF) eingereicht worden.

Durch die erfolgreiche Teilnahme am bayernweiten Wettbewerb zur Errichtung extramuraler Lernorte werden die Aktivitäten am Standort Nördlingen durch die Einführung des berufs- und/oder ausbildungsbegleitenden Studienmodells „Digital und Regional“ verstärkt. Hierbei wird eng mit den Hochschulen Kempten und Neu-Ulm zusammengearbeitet werden. Darüber hinaus fand ein interdisziplinäres Seminar „Flexible Automation für die Industrie 4.0“¹ mit rund 25 Studierenden des Masterstudiengangs Applied Research am 15./16.5.2015 in Nördlingen statt.

Erfahrungsaustausch und Fachforen zur Produktion 2020 im Jahr 2015

Flankierend zu allen Forschungsaktivitäten wird eine intensive Diskussion neuer Technologien und Trends im Rahmen eines attraktiven Vortrags- und Erfahrungsaustauschprogramms initiiert. In den vergangenen Monaten fanden folgende **Technologieforen** in Kooperation mit dem Cluster Mechatronik & Automation e.V. und dem Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI/VDE) am Technologie Centrum Westbayern statt:

- 27.4.2015, 8. Spezialforum „Innovation 2020“ mit Themenschwerpunkten *„Innovationsprozesse, neue Technologiefelder, Markchancen und Best-Practice-Beispiele“*.
- 10.3.2015, 5. Technikforum „Elektronikproduktion 2020“ mit Themenschwerpunkten *„Bestückung, Test, Inspektion, Prozessoptimierung und Linienebetrieb“*.
- 3.3.2015, 11. Technikforum „Industrielle Bildverarbeitung“ mit Themenschwerpunkten *„3D Fertigungsmesstechnik und Kamerainnovationen für die Produktion 2020“*.
- 27.1.2015, Technikforum „Safety & Security für die Produktion 2020“.
- 20.1.2015, 7. Fachforum „Innovation 2020“ mit Themenschwerpunkten *„Zukunftsszenarien, neue Märkte, Geschäftsmodelle und Technologiefelder – Megatrends, Update und Best Practices im Innovationsmanagement“*.



**PROF. DR.-ING.
MARKUS GLÜCK**

Hochschule Augsburg
Fakultät für Maschinenbau
und Verfahrenstechnik
Tel. +49 821 5586-3154
markus.glueck@hs-augsburg.de

**Technologie Centrum
Westbayern GmbH**
Emil-Eigner-Straße 1
86720 Nördlingen
Tel. +49 9081 8055-101, -102
glueck@tcw-donau-ries.de
www.tcw-donau-ries.de

Fachgebiete

- Prozess- und Produktionsmesstechnik
- Innovationsmanagement und Technologietransfer
- Sensortechnik
- Industrielle Bildverarbeitung
- Robotertechnik, MRK
- Industrie 4.0



**PROF. DR.
GORDON T. ROHRMAIR**

Hochschule Augsburg
Fakultät für Informatik
Vizepräsident für Forschung und
Wissenstransfer
Tel. +49 821 5586-3211
gordonthomas.rohrmair@hs-augsburg.de

Fachgebiete

- IT Sicherheit
- Softwaretechnik
- Industrial Security

¹ Das Projekt wird gefördert mit Mitteln des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie.

Bereits zum zehnten Mal fand die **Fachvortragsreihe „Moderne Technik – anschaulich erklärt!“** statt. Beiträge zu dieser Veranstaltungsreihe mit Bezug zur Hochschule und ihren Partnern waren u. a.:

- „*Neue Wege im Studium*“, Vortrag Prof. Dr. Ulrich Thalhofer, Vizepräsident für Studium und Lehre der Hochschule Augsburg am 5.3.2015 in Kooperation mit der Volkshochschule Donauwörth.
 - „*Assistenzsysteme – Einsatzmöglichkeiten im automobilien Umfeld und in der Produktion*“, Vortrag Prof. Dr. Florian Kerber, Hochschule Augsburg, Fakultät für Elektrotechnik und Stiftungsprofessor am Hochschulzentrum Donau-Ries.
- Vorträge auf Tagungen und Expertentreffen im Jahr 2015**
- Glück, M., „*Operational and Robotic Excellence in Future Production*“, Impulsreferat beim 4. KUKA R&D Roundtable am 31.7.2015 in Nördlingen.
 - Glück, M., „*Industrie 4.0 – Internet of Things (IoT): Challenges and Benefits, Operational Excellence by Integrated Production & Logistics, Automated Real-Time Monitoring of Supply Chains*“, Gastreferat bei der Global IT Conference der Bürkert Unternehmensgruppe am 1.7.2015 in Ingelfingen.
 - Glück, M., „*Industrie 4.0 – Produktion und Unternehmen im radikalen Wandel: Ziele, Leitgedanken und Bewertung der vierten industriellen Revolution, Positionen und Handlungserfordernisse*“, eingeladenes Vortrag und Ganztagesworkshop „Industrie 4.0“ am 23.6.2015 bei Bosch in Salzgitter.
 - Glück, M., „*Innovationsoffensive Industrie 4.0 – Sicherheit in der automatisierten Produktion der Zukunft und in der Mensch-Roboter-Kooperation*“, Gastvortrag beim Deutschen Kongress für Maschinensicherheit in München (17./18.6.2015), Wiederholung als Webinar am 30.6.2015.
 - Glück, M., „*Industrie 4.0 – Nur ein Hype? Implikationen auf das Qualitätsmanagement, Technologien, Methoden und Anforderungen an eine Qualität 4.0*“, Gastreferat beim VDMA Workshop „Qualitätsmanagement in Zeiten von Industrie 4.0“ (18.6.2015, Kaufbeuren).
 - Schlicker, C., Zeller, W., „*Sichere Steuerungsfunktionen in Software – innovativ und effizient durch Standardisierung*“, Fachvortrag beim Deutschen Kongress für Maschinensicherheit am 17./18.6.2015 (München, 2015)
 - Rohrmair, G. T., „*Der sichere Weg in die Zukunft: Datensicherheit für Industrie 4.0*“, Podiumsdiskussion TEA Kongress: Augsburg, 21.5.2015.
 - Glück, M., „*Qualitätsmanagement in der Fabrik der Zukunft – Neuerungen und Handlungserfordernisse*“, Kurzreferat beim Pressegespräch am 5.5.2015 auf der Fachmesse CONTROL in Stuttgart.
 - Seiler, A., Rohrmair, G. T., „*IT Sicherheitsbedrohungen in Zeiten stark vernetzter Produktionslandschaften*“, Haftpflichtforum 2015 Munich Re, 27.3.2015, München.
 - Glück, M., „*Mensch-Maschine Interaktion in der Produktion 2020 – Mit flexibler Automation, MES und intelligenten Produktionssystemen auf dem Weg in die Industrie 4.0*“, Eröffnungsvortrag beim Automatisierungstreff am 25.3.2015 in Böblingen.
 - Karl, R., Wieser, S., Glück, M., „*Konzeption einer Kamerabasierenden Personensegmentierung für die Mensch-Roboter-Kollaboration im Hinblick auf die zukünftige Technical Specification TS 15066*“, Fachvortrag auf der Konferenz „Angewandte Automatisierungstechnik in Lehre und Entwicklung“ AALE am 5./6.3.2015 (Jena, 2015).
 - Schlicker, C., Zeller, W., „*Revolutioniert Industrie 4.0 die Sicherheitstechnik?*“, Fachvortrag auf der Konferenz „Angewandte Automatisierungstechnik in Lehre und Entwicklung“ AALE am 5./6.3.2015 (Jena, 2015).
 - Rohrmair, G. T., „*Sichere Software in Zeiten von Industrie 4.0, Briefing IT-Sicherheitsgesetz – Herausforderungen für moderne IT-Sicherheit*“, Workshop für Mitglieder und Angestellte des Bundestags, 18.2.2015, Microsoft Deutschland, Berlin.
 - Rohrmair G.T., Auftaktveranstaltung Produktion 4.0 der Handwerkskammer Augsburg, 11.2.2015.
 - Zeller, W., „*Industrial Control Software Development – smart, safe and flexible*“, Fachvortrag beim internationalen Automations-Kompetenzkreis TeCCC EMSRI am 28.1.2015 (Augsburg, 2015).
 - Glück, M., „*Industrie 4.0 – Zukunft der Produktion: Handlungserfordernisse in Forschung und Bildung, regionale Chancen*“, Gastreferat beim Neujahrsempfang des Kreisverbands von Bündnis 90 / Die Grünen am 25.1.2015 in Nördlingen.

Fachveröffentlichungen

- Glück, M., „Rückverfolgung, Real-Time-Monitoring und Inline-Qualitätskontrolle in der Elektronikproduktion 2020: Den Fehlern auf der Spur“, Ingenieurfachzeitschrift *alot*, Heft 16, S. 8–11, Aug. 2015.
- Glück, M., „Methodenansätze und Technologien im Szenario Qualität 4.0: Wie entwickelt sich eine Qualität 4.0?“, angekündigt für Heft 8/2015 der Zeitschrift QZ – Qualität und Zuverlässigkeit, S. 8–12, August 2015.
- Glück, M., „Herausforderungen der Industrie 4.0: Sichere Mensch-Roboter-Kooperation“, Interview der Woche, Markt & Technik, Heft 28/2015, S. 24–28, Juli 2015.
- Glück, M., „Prozessbasierte Qualitätsregelung für die Industrie 4.0“, Productivity, Heft 1/2015, S. 61–64, Januar 2015.

Unterstützer und Förderer

Das Hochschulzentrums Donau-Ries wird durch vielfältiges Engagement von Firmen, Institutionen, Einzelpersonen und mit staatlichen Fördergeldern möglich. Das Weiterbildungszentrum wurde mit EU Fördermitteln aus dem Europäischen Sozialfonds (ESF) kofinanziert. Für den Aufbau des Technologietransferzentrums (TTZ) erhält die Hochschule Augsburg eine 100%ige Förderung in Höhe von 1,5 Millionen Euro aus dem Förderprogramm „Aufbruch Bayern“ der Bayerischen Staatsregierung. Der Aufbau des Hochschulzentrums Donau-Ries wird durch einer Stifterinitiative unterstützt. Wir bedanken uns bei allen Stifter- und Partnerfirmen.

Ebenso danken wir den Masterstudenten im Applied Research Programm, den Institutsmitarbeitern am Technologie Centrum Westbayern und am Weiterbildungszentrum Donau-Ries sowie den Mitarbeitern der Hochschule Augsburg für ihre Unterstützung. <



Heute schon das
Konzept im Kopf.

Die Zukunft begeistern.

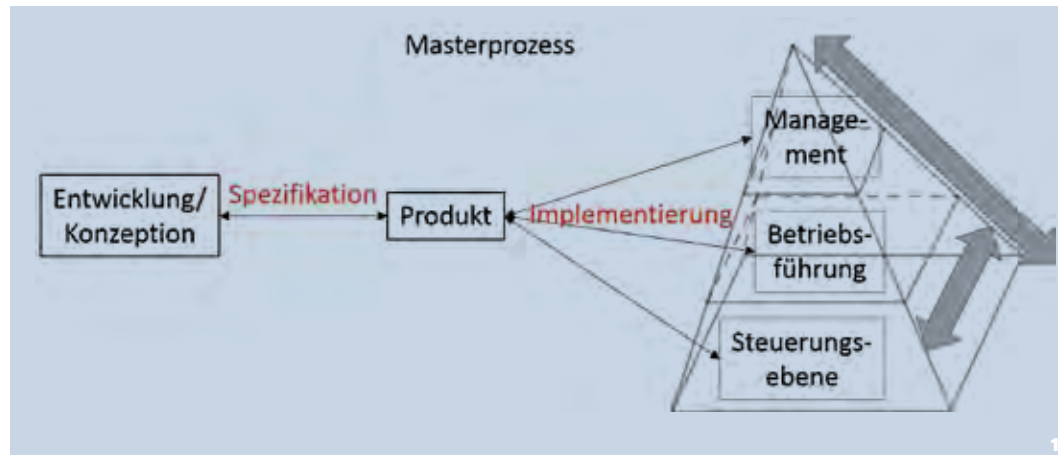
Masterprozess als Voraussetzung für eine flexible Produktion

Ein Forschungsschwerpunkt am Hochschulzentrum Donau-Ries

> Mit dem Schlagwort „Industrie 4.0“ wird die revolutionäre Veränderung industrieller Fertigungsprozesse durch die zunehmende Vernetzung und Flexibilisierung von Produktionsanlagen beschrieben. Auslöser dieser technologischen

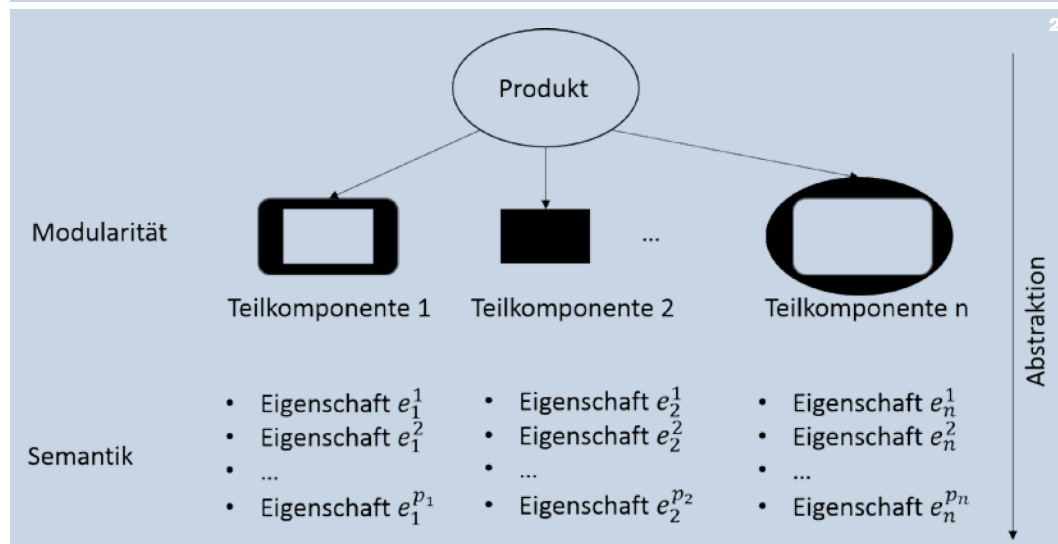
Entwicklung ist die zunehmende Individualisierung der Produkte und das damit einhergehende Bedürfnis, Variantenvielfalt durch flexibel anpassbare Automatisierungslösungen effizient entwickeln und produzieren zu können. Diese Entwicklung betrifft nicht nur die Großindustrie, sondern gerade auch

kleine und mittelständische Unternehmen. So fertigt zum Beispiel der Schlepperhersteller Agco Fendt auf einer 2009 neu errichteten Montagelinie im Werk Asbach-Bäumenheim alle Typen seines Produktportfolios je nach Auftragseingang (Baumgarten 2014).



1 Der Masterprozess im Zusammenhang mit Unternehmensfunktionen.

2 Modulare semantische Beschreibung als Grundlage des Masterprozesses.



Die Herausforderung, individualisierte Produkte wirtschaftlich herstellen zu können, kann auf verschiedene Weise bewältigt werden. Ein traditioneller Ansatz, wie er zum Beispiel in der Automobilindustrie angewendet wird, ist die plattformbasierte Modularisierung (Renner 2007). Diese Strategie ermöglicht den Einsatz mechanischer Gleichteile, wie zum Beispiel Außenspiegelgehäusen, aber auch kompletter Elektronikarchitekturen oder Motorstrukturen über die gesamte Modellpalette. Eine Differenzierung zwischen Modellen wird dabei in der Regel durch kundenerlebbare optische Maßnahmen erreicht. Obwohl solche Baukastensysteme eine Variantenvielfalt in Grenzen erlauben, sind sie oftmals nicht für den Einsatz bei Kleinserienherstellern geeignet. Individuallösungen, z.B. durch konstruktive Anpassungen, sind in einem standardisierten Baukasten nicht vorgesehen. Gerade viele kleine und mittlere Produktionsunternehmen differenzieren sich jedoch über das Angebot aufwändiger Individuallösungen (Lindemann et al. 2006). Zudem unterliegen sie in besonderem Maße einem immer größer werdenden Wettbewerbs- und Preisdruck. Aus dieser Marktsituation entsteht die Forderung, Produktentwicklungs- und Produktionsprozesse selbst zu flexibilisieren (Landherr 2014) und nicht nur Produktfamilien auf standardisierter Basis zu diversifizieren.

Neue Technologien für die Produktion der Zukunft

Die Bewältigung dieser Herausforderungen erfordert Innovationen im Bereich der Produktionstechnologien. Grundlage für die Flexibilisierung ist die zunehmende Vernetzung und Integration von Produktionsanlagen durch ethernetbasierte Bussysteme und offene Schnittstellenstandards wie OPC-UA (OPC Foundation). Der Austausch von Daten über die Hierarchieebenen hinweg und die dezentrale Steuerung von Anlagen in Wertschöpfungsnetzwerken stellen die wichtigste Voraussetzung dar, Produktionsprozesse bis auf die Ebene der einzelnen Maschinensteuerung mit Produktionsplanung und Logistik zu koppeln und variabel nach Auftragseingang zu steuern.

Besonderes Potential verspricht die Integration additiver Fertigungstechnologien wie dem 3D-Druck. Zunehmend leistungsfähigere und kostengünstigere Verfahren ermöglichen neue Einsatzgebiete im Produktionsumfeld, zum Beispiel in der Kleinserienherstellung oder dem Antennendruck.



PROF. DR. FLORIAN KERBER

Hochschule Augsburg

Fakultät für Elektrotechnik

Tel. +49 821 5586-3433

florian.kerber@hs-augsburg.de

Fachgebiete

- Regelungstechnik
- Robotik
- Formale Verifikation
- MATLAB/Simulink



DR. GITTE HÄNDEL

Hochschule Augsburg

Projektmanager FuE

Tel. +49 821 5586-3357

(Büro Augsburg)

Tel. +49 9081 8055-126

(Hochschulzentrum Donau-Ries)

gitte.haendel@hs-augsburg.de

Fachgebiete

- Projektmanagement
- Schulungen
- Arbeitswelt der Zukunft

Additive Fertigungstechnologien sind Gegenstand zahlreicher nationaler und internationaler Forschungsvorhaben. Auf nationaler Ebene ist hierbei insbesondere das Projekt AGENT 3D (Leyens 2014) zu nennen, in dessen Rahmen bis zum Jahr 2020 industrielle Einsatzmöglichkeiten von 3D-Fertigungstechnologien untersucht werden sollen.

Zentrale Voraussetzung für die Effizienz neuer technologischer Ansätze ist deren intuitive Bedienbarkeit. Auf dem Gebiet der Mensch-Maschine-Interaktion erhalten Wearables und mobile Bedien- und Anzeigeräte durch den Erfolg in der Consumer Electronic Einzug in die Produktion der Zukunft. Die Bedienung industrieller Steuerungen in Produktionsmodulen über Anwendungen auf Mobilgeräten wie Tablets ist auf dem Shopfloor bereits angekommen. Zukünftig sind Assistenzsysteme denkbar, die auf den individuellen Arbeitnehmer abgestimmte Bedienungshinweise oder Rückmeldungen zur prozessintegrierten Qualitätskontrolle liefern. Damit wird mehr Flexibilität bei der Produktion als auch bei der Personal- und Arbeitsplanung erzielt.

Kombiniert mit der Individualisierung der Produkte, im Extremfall als Einzelanfertigungen kleinster Losgrößen, müssen die zusätzlichen Freiheitsgrade, die aus der digitalen Vernetzung der Anlagen resultieren, für durchgängige Abläufe genutzt werden. Denn neue Technologien sorgen für sich alleine genommen weder für eine revolutionäre Veränderung der Produktion noch für überproportionale Effizienzsteigerungen. Nur durch deren gezielte Integration in bestehende Prozesse sowie der gleichzeitigen Anpassung dieser Prozesse hin zu einer stärker digital vernetzten, sich selbst überwachenden und sich selbst modifizierenden Einheit wird der Quantensprung in Form von höherer Produktivität, besserer Qualität und effizienterer Entwicklung komplexer Produkte erreicht.

Flexible Produktion durch Einführung des Masterprozesses

Im Rahmen des TTZ-Projektes (s. Beitrag „Das Hochschulzentrum Donau-Ries“) soll die Umsetzung der Leitgedanken der Industrie 4.0 anwendungsbezogen erforscht und praktisch umgesetzt werden. Aktuell wird dazu eine Pilotanlage aufgebaut, mit der sich mehrstufige Produktionsabläufe mittels integrierter Industrieroboter darstellen lassen können. Kernstück dieses produktionstechnischen Demonstrators sind einzelne Produktionsmodule, die einheitlich konstruiert und mit standardisierten Automatisierungskomponenten ausgerüstet sind. Durch dezentrale Modulsteuerungen soll dabei sichergestellt werden, dass jedes Modul einzeln und unabhängig vom Rest der Gesamtanlage betriebsfähig ist und sich so unterschiedliche Produktionsabläufe ad-hoc durch Rekonfiguration der Gesamtanlage darstellen lassen. Zur Inbetriebnahme, Ablaufsteuerung und Überwachung des Anlagenbetriebs sind Zugriffe auf Daten und Steuerungen der einzelnen Module von zentraler Stelle aus möglich und können graphisch veranschaulicht werden.

Der Demonstrator stellt damit nicht nur eine Integrationsplattform zur praktischen Umsetzung der vorhandenen Kompetenzen im Bereich der flexiblen Automation und kooperativen Robotik dar. Er dient vielmehr auch der Demonstration des Masterprozesses als durchgängigem, hochflexiblem Entwicklungs- und Produktionsprozess. Grundlage des Masterprozesses ist eine abstrakte Beschreibungsform für das zu fertigende Produkt. Um komplexe Wirkungszusammenhänge domänenübergreifend modellieren zu können, werden insbesondere in der theoretischen Informatik Ontologien als Werkzeug eingesetzt. In Analogie zum Masterprozess zeigt die Idee des Semantic Web (Berners-Lee et al. 2001) die Bedeutung von formalisierten Wissensrepräsentation, um Informationen für die automatisierte Bereitstellung neuer Dienste und Anwendungen zu nutzen.

Bezogen auf den Masterprozess liegt die Hauptinformation in den Eigenschaften des zu fertigenden Produkts. Die formale Beschreibungsform muss so gewählt werden, dass alle Eigenschaften im Kontext des Variantenraums formal abgebildet werden können (Asirelli et al.). Dadurch werden alle möglichen Ausprägungsformen des Endprodukts erfasst, die zum Beispiel durch Individualisierung herstellbar sein sollen. Ausgehend von einer Standardform des Produkts werden sowohl statische (z. B. Variationen von Parametern wie Größe, Form etc.) als auch dynamische Abweichungen (z. B. funktionale Varianten) von der Referenz beschrieben. Dies umfasst sowohl kontinuierliche Variationen innerhalb eines Intervallbereichs als auch diskrete Varianten des Standardprodukts.

Die Semantik verknüpft die formal beschriebenen Eigenschaften und stellt so den Zusammenhang zwischen Produkt, Entwicklung und Produktion her: Hierarchisch auf oberster Ebene steht die Spezifikation des Produkts, auf deren Grundlage die Entwicklung verläuft. Die Formulierung der funktionalen Produkthanforderung erfolgt im Idealfall in der Beschreibungsform, die dem Masterprozess zugrunde gelegt wird. Das so definierte Standardprodukt und sein Variantenraum müssen zudem mit dem Produktionsprozess verknüpft werden. Der Zusammenhang zwischen Produktkomponenten und Fertigungsschritten muss dazu ebenfalls formal beschrieben werden, indem ein logischer Zusammenhang hergestellt wird. Horizontale und vertikale Integration sorgen für den nötigen Informationsaustausch und die Anbindung an höhere Unternehmensebenen.

Die so erzielte Durchgängigkeit von Konzept- und Entwicklungsphase bis zur Produktionsplanung auf der Grundlage einer einheitlichen Semantik stellt den Kern des Masterprozesses dar (Abb.1).

Ausgehend von der Produktentwicklung kann der Masterprozess nun in einem iterativen Prozess ständiger Verfeinerung und Veränderung auf ein Gesamtprodukt angewendet werden. Zwei Prinzipien sind hierfür von besonderer Bedeutung:



**PROF. DR.-ING.
CLAUDIA EHINGER**

Hochschule Augsburg
Fakultät für Elektrotechnik
Tel. +49 821 5586-3353
claudia.ehinger@hs-augsburg.de

Fachgebiete

- Automatisierungstechnik
- Steuerungstechnik
- MATLAB/Simulink
- Robotik



**PROF. DR.-ING.
WOLFGANG ZELLER**

Hochschule Augsburg
Fakultät für Elektrotechnik
Tel. +49 821 5586-3342
wolfgang.zeller@hs-augsburg.de

Fachgebiete

- Automatisierungstechnik
- Steuerungstechnik
- Maschinensicherheit
- MATLAB/Simulink
- Industrial Safety

Modularität

Ausgangspunkt ist die Zerlegung des zu fertigenden Produkts in seine Komponenten, die wiederum selbst in Teilkomponenten zerlegt werden können. So entsteht ein immer feingranularer aufgelöster Aufbau des Endprodukts (Abb. 2).

Komposition

Neben den komponentenspezifischen Eigenschaften muss zudem überprüft werden, ob die Komposition der Teilkomponenten ein Erzeugnis ergibt, das die Gesamtspezifikation erfüllt. Entscheidend ist, dass die Korrektheit der Komposition formal überprüft werden kann, d.h. ohne für jede Teilvariante einen individuellen Beweis führen zu müssen. Wie in der theoretischen Informatik kann dies durch formale Verifikation erfolgen, zum Beispiel auf der Basis kompositioneller Verfahren wie dem „assume-guarantee reasoning“ (Henzinger et al. 1998).

Modularitäts- und Kompositionseigenschaften können in einer formalen Logik dargestellt und verifiziert werden (Abb. 3).

Zusammenfassung und Ausblick

Der Masterprozess stellt so nicht nur eine vollständige formale Beschreibung des gesamten Variantenraums eines Produkts dar, indem Eigenschaften der Standardausführung und möglicher Abweichungen für Produktvarianten im Rahmen einer Spezifikation modularisiert erstellt werden. Produktkomponenten und Fertigungsabläufe sind auch so semantisch verknüpft, dass ausgehend von der gewählten Variante ein Produktionsablauf erstellt und umgesetzt wird, nach dem die Fertigung des individuellen Endprodukts erfolgen kann. Die programmtechnische Umsetzung innerhalb industrieller Steuerung kann dadurch automatisiert werden und erlaubt eine völlig flexible Produktion innerhalb des vorab definierten Variantenraums. Kleine Losgrößen und individualisierte Varianten können so effizient hergestellt werden. Zudem kann der Gesamtentwicklungsprozess von der Konstruktion bis zur Fabrik- und Produktionsplanung parallelisiert und somit die time-to-market verkürzt werden.

Im Rahmen des TTZ-Projekts soll die Idee des Masterprozesses im produktionstechnische Demonstrator für einen Abfüllprozess exemplarisch dargestellt werden. Schwerpunkt dieses angewandten Forschungsvorhabens liegt auf der Verknüpfung von Produktvarianten und Fertigungsablauf, um die produktionstechnischen Herausforderungen der Industrie 4.0 zu verdeutlichen und den Transfer theoretischer Lösungsansätze durch die Umsetzung an konkreten Beispielen zu ermöglichen. <

3 Formale Verifikation von Komponenten und Kompositionen.

$$\begin{array}{l} \text{Komponente } K^1 \mapsto e_1^1 \\ \text{Komponente } K^1 \mapsto e_1^2 \Rightarrow K^1 \mapsto e_1^1 \wedge e_1^2 \wedge \dots \wedge e_1^{p_1} \\ \dots \\ \text{Komponente } K^1 \mapsto e_1^{p_1} \end{array} \quad \begin{array}{l} 3 \\ \\ \\ \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Komponente } K^1 \mapsto e_1^1 \Rightarrow K^1 \parallel K^2 \mapsto e_1^1 \parallel e_2^1 \\ \text{Komponente } K^2 \mapsto e_2^1 \end{array}$$

LITERATUR

- 01 Asirelli, Patrizia; ter Beek, Maurice H.; Gnesi, Stefania; Fantechi, Alessandro: Formal Description of Variability in Product Families. In: 2011 15th International Software Product Line Conference (SPLC). Munich, Germany, S. 130–139.
- 02 Baumgarten, P. (2014): FTS in der Kabinen-Montage bei einem Landmaschinen-Hersteller. FTS Fachtagung. Fraunhofer IML. Dortmund, 24.09.2014.
- 03 Berners-Lee, Tim; Hendler, James; Lassila, Ora (2001): The Semantic Web. In: Scientific American 284 (5), S. 34–43. Online verfügbar unter <http://www.sciam.com/article.cfm?articleID=00048144-10D2-1C70-84A9809EC588EF21>.
- 04 Henzinger, Thomas A.; Qadeer, Shaz; Rajamani, Sriram K. (1998): You Assume, We Guarantee: Methodology and Case Studies. In: Computer Aided Verification, 10th International Conference, CAV '98, Vancouver, BC, Canada, June 28–July 2, 1998, Proceedings, S. 440–451.
- 05 Landherr, Martin Hubert (2014): Integrierte Produkt- und Montagekonfiguration für die variantenreiche Serienfertigung. Online verfügbar unter http://elib.uni-stuttgart.de/opus/volltexte/2015/9701/pdf/Landherr_39.pdf.
- 06 Leyens, Christoph (2014): AGENT-3D. Additiv-Generative Fertigung – Die 3D-Revolution zur Produktherstellung im Digitalzeitalter. Fraunhofer IWS.
- 07 Lindemann, Udo; Reichwald, Ralf; Zäh, Michael (2006): Individualisierte Produkte –t Komplexität beherrschen in Entwicklung und Produktion. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg (VDI-Buch).
- 08 OPC Foundation: OPC Unified Architecture Interoperability for Industrie 4.0 and the Internet of Things.
- 09 Renner, Ingo (2007): Methodische Unterstützung funktionsorientierter Baukastenentwicklung am Beispiel Automobil. Dissertation. Technische Universität München, München.



**PROF. DR.-ING.
MARKUS GLÜCK**

Hochschule Augsburg
Fakultät für Maschinenbau
und Verfahrenstechnik
Tel. +49 821 5586-3154
markus.glueck@hs-augsburg.de

**Technologie Centrum
Westbayern GmbH**
Emil-Eigner-Straße 1
86720 Nördlingen
Tel. +49 9081 8055-101/-102
glueck@tcw-donau-ries.de
www.tcw-donau-ries.de

Fachgebiete

- Prozess- und Produktionsmesstechnik
- Innovationsmanagement und Technologietransfer
- Sensortechnik
- Industrielle Bildverarbeitung
- Robotertechnik, MRK
- Industrie 4.0



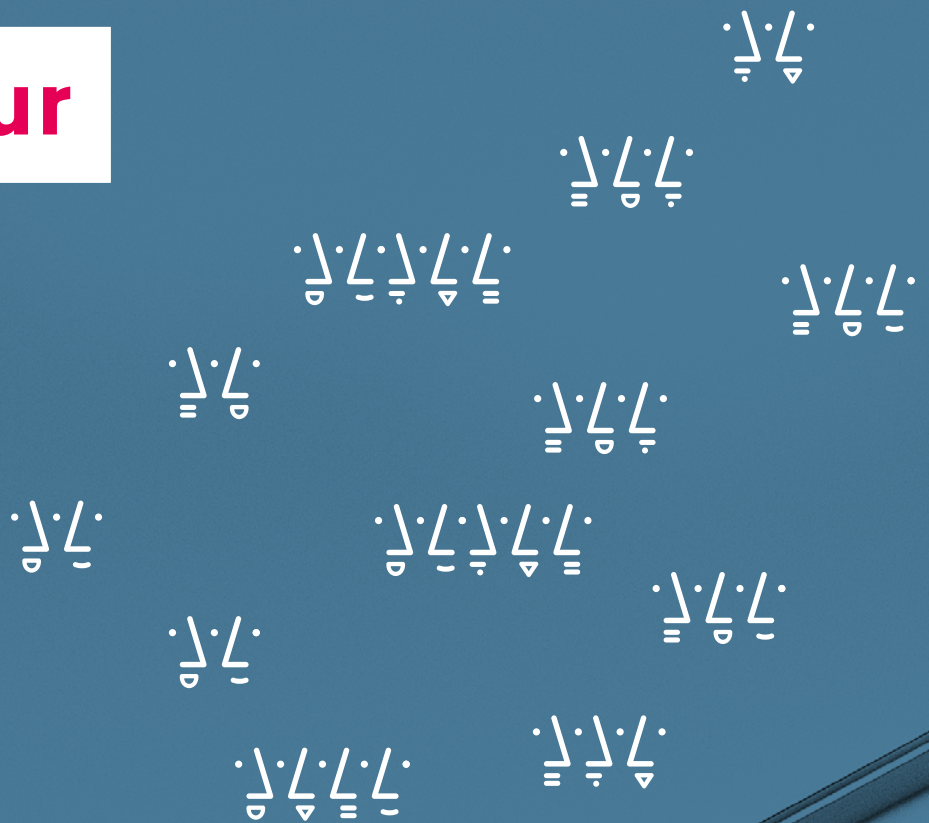
**PROF. DR.
GORDON T. ROHRMAIR**

Hochschule Augsburg
Fakultät für Informatik
Vizepräsident für Forschung und
Wissenstransfer
Tel. +49 821 5586-3211
gordonthomas.rohrmair@hs-augsburg.de

Fachgebiete

- IT Sicherheit
- Softwaretechnik
- Industrial Security

Architektur und Design





·:~:~·

·:~:~·

·:~:~·

·:~:~·

·:~:~·

·:~:~·

·:~:~·

LIANE führt ein Netzwerk von Experten zusammen

Pilotprojekt zur nachhaltigen Siedlungsplanung erfolgreich beendet

> Nach 24 Monaten Laufzeit ist im August 2015 die vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Programms „Partnership for Sustainability in Sub-Sahara Africa“ geförderte Pilotmaßnahme LIANE mit einem zweitägigen Symposium zu Ende gegangen.

Die Abschlusskonferenz brachte eine hochkarätig besetzte Teilnehmergruppe aus Mitgliedern lokaler Planungsbehörden in Kenia und Ruanda, dem Ministerium für Infrastruktur in Ruanda, internationale Planer und Universitätsmitarbeiter sowie Vertreter innovativer Baustoffhersteller zusammen. Die Vortrags- und Diskussionsveranstaltung, bei der die bisherigen Ergebnisse der Kooperation vorgestellt wurden, fand in Kigali (Ruanda) statt, wo ein großer Teil

der Feldstudien erarbeitet worden war. In Ruanda, einem der am dichtesten besiedelten Länder in der Region der großen ostafrikanischen Seen (Great Lakes Region), arbeiten derzeit eine Reihe von Institutionen an Planungsstrategien für eine nachhaltige Urbanisierung.



1 Im Umland von Nairobi führt der hohe Siedlungsdruck zu mangelhaft erschlossenen, informell wachsenden Siedlungsstrukturen.

2 Ländliche Siedlungen in Ruanda müssen an die extremen topographischen Gegebenheiten des Landes angepasst werden.

3 Projektleiterin Astrid Weisel und Dr. Stephen Diang'a beim Planungsworkshop in Nairobi im November 2014.





Studierende der afrikanischen Partneruniversitäten und der HS Augsburg erarbeiteten gemeinsam Planungsstrategien.

Die große Herausforderung für die Siedlungsplanung in Ostafrika besteht in der extremen Geschwindigkeit, mit der großstadtnahe Siedlungen wachsen und bisher unerschlossene periurbane Gebiete bebaut werden. Dieses Wachstum wird von vorhandenen Landbesitzstrukturen, unklarer politischer Einflussnahme und den sich ständig verändernden Grundstückspreisen getrieben, ohne dass die Planungsbehörden mit der realen Entwicklung Schritt halten könnten.

Im Rahmen der Kooperation LIANE wurde eine schnell anwendbare Dokumentationsmethodik zur Bewertung vorhandener Siedlungsstrukturen entwickelt und in Zusammenarbeit mit Studierenden der Partneruniversitäten beispielhaft auf zwei mittelgroße, schnellwachsende Städte im Einzugsbereich der Metropolen Kigali und Nairobi angewendet. Parallel entwickelten die Projektpartner an der Universität Stellenbosch die Grundlage für ein vereinfachtes Bewertungsverfahren für nachhaltige Gebäude.

Die Gruppe der beteiligten Universitäten unter Federführung der Hochschule Augsburg trug dazu bei, die Beteiligten mit anderen längerfristig angelegten Initiativen, wie etwa einer Projektwebseite als Plattform für den Informationsaustausch, zu vernetzen. Die Projektergebnisse zur Bestandsdokumentation und zu Planungsstrategien fließen so als Anschauungsbeispiele in die Arbeit anderer Organisationen ein. In Ruanda wurde eine erfolgreiche Zusammenarbeit mit dem UN Habitat Projekt „Clinic for Secondary Cities“ möglich, einem partizipatorischen Programm zur Unterstützung von Planungsbehörden in den sechs designierten Mittelzentren des Landes, deren Stärkung den Urbanisierungsdruck auf die Hauptstadt Kigali mildern soll. Eine Verbindung wurde auch zu dem vom BMBF geförderten Rapid Planning Projekt aufgebaut, das Kigali als eine von drei beispielhaften Großstädten weltweit untersucht und in einem größeren, globalen Kontext ähnliche Ziele verfolgt wie LIANE.



PROF. DIPL.-ING. SUSANNE GAMPFER

Hochschule Augsburg
Fakultät für Architektur
und Bauwesen
Tel. +49 821 5586-2079
susanne.gampfer@hs-augsburg.de

Fachgebiete

- Hochbaukonstruktion
- Baustoffkunde
- Ökobilanzierung und Nachhaltigkeit von Baustoffen und Konstruktionen
- Städtebau

Projektleitung LIANE

Prof. Dipl.-Ing. Susanne Gampfer
Dipl.-Ing. Astrid Weisel
www.liane-network.org



DIPL.-ING. ASTRID WEISEL

Tel. +49 821 5586-2082
astrid.weisel@hs-augsburg.de

Langfristige Siedlungsplanung

Analyse und Dokumentation vorhandener Strukturen sind im Alltag ostafrikanischer Planungsbehörden noch fast unbekannt. Masterpläne für die Siedlungsentwicklung werden häufig am Reißbrett und als theoretische Absichtserklärungen entworfen. Vorhandene Strukturen werden überplant und müssen weichen, was nicht selten Umsiedlungsmaßnahmen zur Folge hat. Im Falle von Ruanda existieren Masterpläne, die nicht an die topographischen Gegebenheiten angepasst und daher nicht umsetzbar sind. Der extreme Siedlungsdruck in Kenia überholt dagegen den Prozess der Flächennutzungs- und Bebauungsplanung, die nicht schnell genug auf die tatsächlichen Erfordernisse reagieren kann und häufig, noch bevor die Planungsvorgaben rechtskräftig werden, vom informellen Wachstum überholt wird.

Eine Bewertungssystematik für nachhaltiges Bauen existiert in vielen ostafrikanischen Ländern auf Grundlage des südafrikanischen Green Star Rating, das derzeit auf verschiedene andere Länder (auch Kenia) angepasst wird. Für eine Zertifizierung müssen geplante Bauvorhaben derzeit aber noch in Südafrika bewertet werden – ein zeitaufwändiges und kostspieliges Verfahren.

Hochschulübergreifendes Engagement

Im zweiten Projektjahr fand in Nairobi ein Workshop für Universitätsmitarbeiter und lokale Planungsbehörden zur Vorstellung der Siedlungsdokumentation und zur Erarbeitung einer Planungsmethodik statt, der sich explizit auch an Studierende der Partneruniversitäten richtete. Im Juni 2015 kamen je zwei Studierende der Universitäten in Kigali und Nairobi sowie eine Masterstudentin der Fakultät Bauingenieurwesen an der Universität Stellenbosch für zwei Wochen nach Augsburg.

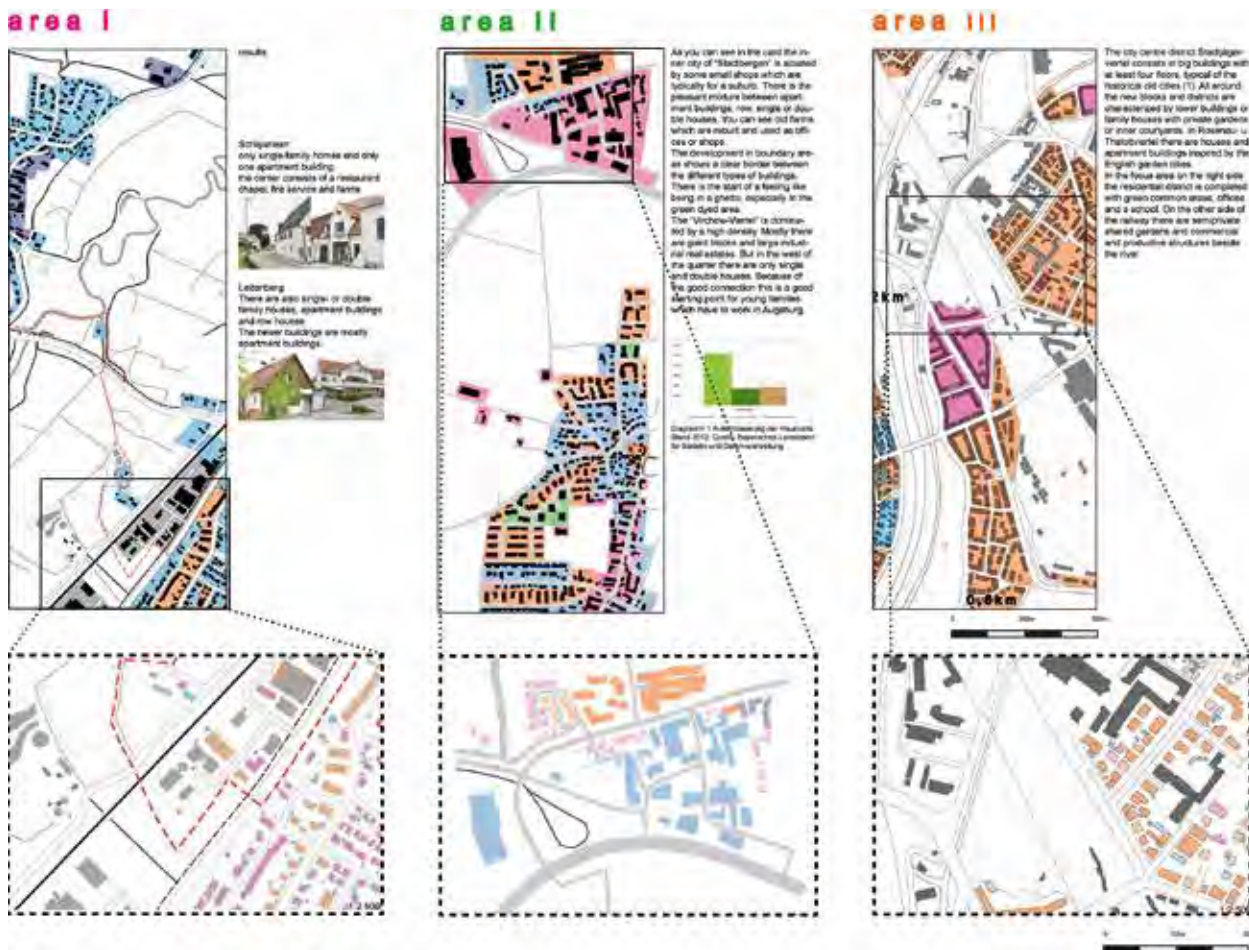
Neben einem gemeinsamen städtebaulichen Kurzentwurf mit Masterstudierenden der Fakultät für Architektur und Bauwesen erarbeiteten die Teilnehmer hier auch ihre Fachreferate für das LIA-NE-Symposium.

Eine Weiterführung des Subsahara-Programms ist seitens des BMBF nicht vorgesehen. Das Interesse an der LIA-NE-Webseite als Austauschplattform war jedoch in Kigali sehr groß, so dass sich hoffentlich aus der Zusammenarbeit mit anderen Programmen wie dem Rapid Planning Project Möglichkeiten zur Fortsetzung der Arbeit ergeben. <

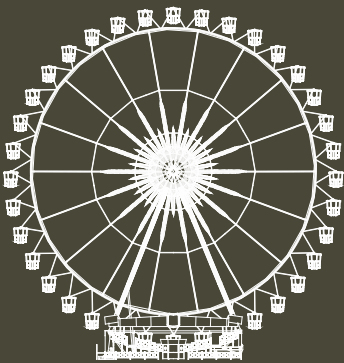


www.liane-network.org

Darstellung der Ergebnisse der Dokumentationsphase



Das Rad ist bereits erfunden – wir bringen es zum Laufen



- › Anlagenbau
- › Automatisierung
- › Berechnung
- › Dokumentation
- › Entwicklung + Konstruktion
- › Fliegende Bauten
- › Projektierung
- › Simulation
- › Steuerungstechnik
- › Verfahrenstechnik

IMA Ingenieurbüro
Anton Abele + Partner GmbH
Proviantbachstraße 30
86153 Augsburg

Telefon +49 (0)821 56 000-0
Telefax +49 (0)821 56 000-56
E-Mail info@ima-abele.de

Wir sind Ideengeber und Entwickler für den Maschinen- und Anlagenbau. Breites technologisches Wissen, exzellente Performance und globale Präsenz liefern unseren Kunden kostenoptimierte Lösungen für alle Erfordernisse des Marktes.

115 Mitarbeiter entwickeln, konstruieren und fertigen Lösungen für zahlreiche renommierte Kunden. Die Herausforderung liegt in der Planung, Vernetzung und Koordination hochkomplexer Arbeitsprozesse. IMA bietet nicht nur theoretische Lösungen, sondern ausgereifte und in Betrieb genommene Maschinen und Anlagen.

Studierende bauen in Ostafrika

Kooperation JENGA setzt auf Praxisbezug im Unterricht

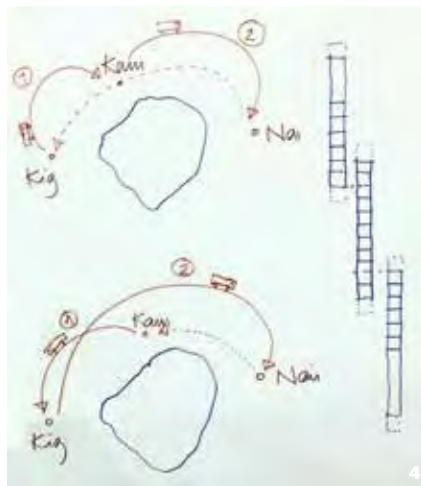


> JENGA bedeutet auf Kiswaheli „Bauen“ – und genau darum ging es diesen Sommer an den drei ostafrikanischen Partnerhochschulen der Hochschule Augsburg im gleichnamigen Kooperationsprojekt. In dieser drei Jahre andauernden Kooperation war im Juli und August 2015 Halbzeit. Die Hälfte der Projektlaufzeit ist vergangen und an den Partnerhochschulen in Kigali (Ruanda), Nkozi (Uganda) und Nairobi (Kenia) wurden die im vergangenen Studienjahr erarbeiteten Ergebnisse der Entwurfs- und Konstruktionskurse in Studentenbauprojekten als prototypische Bauten umgesetzt.



- 1 Bau von Prototypen für stabilisierte Lehmwände an der UMU.
- 2 Studentenbauprojekt an der JKUAT in Nairobi.
- 3 Vorführung der Lehmsteinproduktion auf der Baustelle in Rwinkwavu.

4 Beim Projekttreffen im März 2015 wurden Ablauf und Route der Projektreise festgelegt.



Die Projektkooperation JENGA („joint development of courses for energy-efficient sustainable housing in Africa“) hat im Rahmen des Kapazitätsbildungsprogrammes EDULink der EU und der African, Caribbean and Pacific Group of States (ACP) die Fortbildung und Weiterentwicklung von Kursen und Universitätslehrern zum Ziel. Konkret sollen an den drei ostafrikanischen Partnerinstitutionen die Ausbildungsprogramme um praxisbezogene Inhalte und mehr Anwendungsbezug ergänzt werden.

Die derzeitige Architekturausbildung basiert fast ausschließlich auf theoretischen Entwurfskursen, die inhaltlich nicht an die technischen Vorlesungsfächer gekoppelt sind. Die Vorlesungen wiederum haben keine Übungsanteile und das vermittelte Wissen wird kaum auf die Studienarbeiten angewendet. Das hat unterschiedliche Gründe: Die meisten öffentlichen Universitäten in Ostafrika leiden unter einem chronischen Mangel an Ressourcen: Zu wenig und dazu noch unterbezahltes Lehrpersonal, veraltete Räume und Labore. JENGA versucht hier im vordefinierten Kontext der drei Architekturfakultäten anzusetzen: Gemeinsame Lehr- und Präsentationsveranstaltungen und die Bestandsaufnahme der Labore mit Vorschlägen zur besseren Einbindung der Einrichtungen in den Unterricht gehören ebenso zu den Projektaktivitäten, wie die gemeinsam erarbeitete Integration von mehr Praxisbezug in Unterrichtsformen.

Die Entwurfsthemen werden aus dem Bereich des Wohnungsbaus oder kleiner öffentlicher Gebäude wie Schulen oder Kindergärten gewählt, um bei der Materialauswahl und -bewertung und bei der Entwicklung von Konstruktionsdetails den Schwerpunkt auf einfache, lokale und

ressourcenschonende Bauweisen legen zu können. Strategien zur Energie- und Ressourceneffizienz, der Verzicht auf technologische Lösungen sowie der Ersatz industriell hergestellter, importierter Baustoffe durch lokale, nachhaltige Materialien sind auch Schwerpunkte in der Weiterbildungsarbeit anderer Institutionen (z. B. der GIZ oder UN Habitat).

Seit September 2014 wurden an den drei ostafrikanischen Universitäten im 3. Studienjahr besondere Entwurfsthemen mit realem Hintergrund umgesetzt und über alle Entwurfsmaßstäbe bis zur Detailplanung weitergeführt: Studierende der Uganda Martyr's Universität (UMU) bearbeiteten Wohnungsbautwürfe für eine Wohnbaugesellschaft in Kampala. An der University of Rwanda (UR) in Kigali wurden Wohnhäuser für eine internationale Organisation detailliert geplant; die Studentengruppe der Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology (JKUAT) in Kenia erarbeitete für eine Stiftung den Entwurf einer Grundschule in einem informellen Viertel von Nairobi.

Die Vorgehensweise war für die Unterrichtenden neu und die Umsetzung lief keineswegs ohne Hindernisse und Schwierigkeiten ab. Die interne Kommunikation der Fakultäten erwies sich als unzureichend, so dass Veränderungen der gewohnten, starren Lehrinhalte zu spät oder gar nicht umgesetzt wurden. Der Projektablauf wurde durch fehlende Lehrer, vor allem im konstruktiv-technischen Bereich, unterbrochen. Nicht zuletzt zeigte sich, dass die Umsetzung eines integrativen, interdisziplinären Planungsansatzes bereits an den Fachkenntnissen der Lehrenden selbst scheitert, die diese Vorgehensweise weder aus ihrer eigenen Ausbildung noch aus dem Berufsalltag kennen.



**PROF. DIPL.-ING.
SUSANNE GAMPFER**

Hochschule Augsburg

Fakultät für Architektur
und Bauwesen

Tel. +49 821 5586-2079

susanne.gampfer@hs-augsburg.de

Fachgebiete

- Hochbaukonstruktion
- Baustoffkunde
- Ökobilanzierung und Nachhaltigkeit von Baustoffen und Konstruktionen
- Städtebau

Projektleitung JENGA



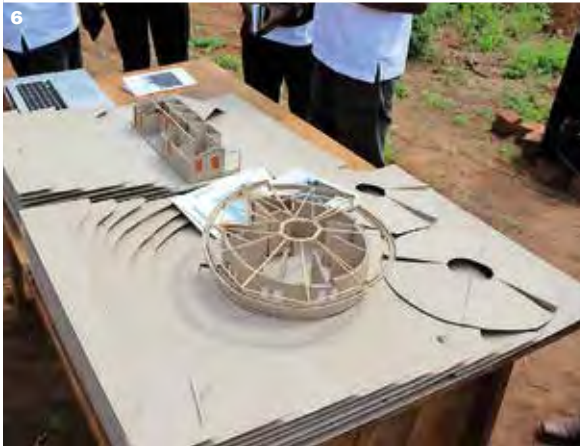
www.jenga-network.org



5 Studierende der UR bei der Besichtigung einer Ziegelproduktion.

6 Vor der Bauphase wurden Modelle der Prototypen gebaut.

7 Entwurfspräsentation an der University of Rwanda.



Dem großen persönlichen Engagement der Projektkoordinatoren an den Partnerhochschulen ist es zu verdanken, dass dennoch die Umsetzung eines von Studierenden entworfenen und detaillierten Beispielgebäudes an allen drei Standorten begonnen wurde, auch wenn die Fertigstellung im vorgesehenen Zeitplan noch nicht möglich war.

Die Baustellentour rund um den Viktoriasee erregte an den Universitäten großes Aufsehen. Die Fahrt führte zunächst von Nairobi über den Westen Kenias nach Uganda, wo Mitarbeiter der Hochschule Augsburg, Kollegen der Partneruniversität AUC (American University Cairo) in Ägypten sowie Studierende der JKUAT die Baustelle der UMU besuchten und dann mit zwei weiteren Teilnehmern aus Uganda die Fahrt nach Kigali fortsetzten.

Die Studentengruppe der University of Rwanda unter der Betreuung von Michelle Stadelman hatte über zwei Semester Wohnungsbauentwürfe bearbeitet. Bei mehreren Exkursionen zu lokalen Baustoffproduzenten wurden alternative Materialien für den Mauerwerksbau verglichen: Die Ziegel-

herstellung einer Frauenkooperative, die Produktion sog. stabilisierter Lehmsteine, die ohne Brennvorgang aber unter Zugabe einer geringen Menge Zement hergestellt werden, und die experimentelle Verwendung von „earth bags“, mit Lehmerde gefüllter Reissäcke, die wie Mauersteine geschichtet und anschließend verputzt werden. Aus dieser Vorarbeit ging letztlich die Zusammenarbeit mit RVE (Rwanda Village Enterprises) hervor, die in dem kleinen Ort Rwinkwavu (ca. 90 km östlich der Hauptstadt Kigali) experimentelle Wohngebäude für die lokale Gemeinde umsetzen. Die Studierenden der University of Rwanda wurden hier in der Ausarbeitung der Baupläne und Gebäudekonstruktion eingebunden. Für die Bauten wurden gepresste Lehmsteine ohne Zementzugabe entwickelt und hergestellt, um einen möglichst ökologischen und preisgünstigen Baustoff zu erhalten. Diese Herstellungstechnik ist noch nicht sehr verbreitet und erfordert eine besondere Sorgfalt bei der Gebäudedetaillierung, um Feuchteschäden am Mauerwerk zu vermeiden.

Die Ergebnisse und Erfahrungen des abgeschlossenen Studienjahres mit design-build Entwürfen an den Partnerhochschulen fließen nun im letzten Projektjahr nochmals in die Unterrichtsgestaltung mit ein. Die Abschlussveranstaltung von JENGA findet im August 2016 in Nairobi im Rahmen der SFC 2016 – Sustainable Futures Conference, einer internationalen Konferenz zum nachhaltigen Bauen, statt. Das JENGA Projektteam der Fakultät Architektur und Bauingenieurwesen der Hochschule Augsburg übernimmt die Organisation, die Partneruniversität JKUAT und UN Habitat in Nairobi werden als Mitveranstalter und Gastgeber vor Ort beteiligt sein. <



JENGA is financed by the European Commission, implemented by the ACP Secretariat in the European Union's programme EDULinkII

**Jeder Erfolg hat
seine Geschichte.**



BOSCH
Technik fürs Leben

Bosch Packaging Technology stellt sich vor

Innovationsfähigkeit und Know-how-Vorsprung bestimmen den Bosch Unternehmenserfolg. Meistern Sie zusammen mit uns neue Aufgaben durch Ihre Bereitschaft, ständig Neues zu lernen.

Bosch Packaging Technology mit Sitz in Waiblingen bei Stuttgart ist mit rund 6100 Mitarbeitern einer der führenden Anbieter von Prozess- und Verpackungstechnik. An mehr als 30 Standorten in über 15 Ländern entwickeln und fertigen hochqualifizierte Fachkräfte mit verschiedensten Nationalitäten Gesamtlösungen für die Pharma-, Nahrungsmittel- und Süßwarenindustrie. Ein umfassendes Service-Portfolio rundet das Angebot ab.

Die Ampack GmbH, mit Sitz in Königsbrunn, ist seit 1. Oktober 2012 Teil von Bosch Packaging Technology und gehört weltweit zu einem der führenden Anbieter von Abfüll- und Verpackungsmaschinen sowie komplette Abfülllinien für vorgefertigte Becher und Flaschen. Die Maschinen sind auf die Abfüllung flüssiger und viskoser Lebensmittel in den Hygienestufen ultra-clean und aseptisch spezialisiert. Mit der Gründung einer eigenen Abteilung für aseptische Forschung und der

Einrichtung eines mikrobiologischen Testlabors hat der Standort Maßstäbe in der aseptischen Verpackungstechnik gesetzt und ist kompetenter Partner für Abfüll- und Verpackungslösungen in diesem Bereich.

Möchten Sie sich bei uns bewerben?
Aktuelle Stellenausschreibungen finden Sie unter <http://www.bosch-career.de>

Standort:

AMPACK GmbH

Abfüll- und Verpackungsmaschinen

A Bosch Packaging Technology Company

Lechfeldgraben 7

86343 Königsbrunn

Germany

Telefon: +49 (0) 8231 6005-0

Fax: +49 (0) 8231 6005-11

www.boschpackaging.com

Anzahl Mitarbeiter: ca. 290

Kontakt für potentielle

Bewerber:

Robert Wolf

Tel: 08231 6005-929 oder

Sonja Trautmannsheimer

Tel: 08231 6005-962

oder personal@ampack.info



Algorithmische Interfaces

Einfluss von Algorithmen und autonomen Layout-Systemen auf Interfacegestaltung und Designindustrie

> Beeinflusst durch die Väter der Computerkunst der 1970er Jahre, (z.B. Frieder Nake oder Manfred Mohr) sind Algorithmen inzwischen fester Bestandteil künstlerischen Ausdrucks. Auch in der visuellen Kommunikation findet generative Gestaltung¹ Einzug in das Repertoire

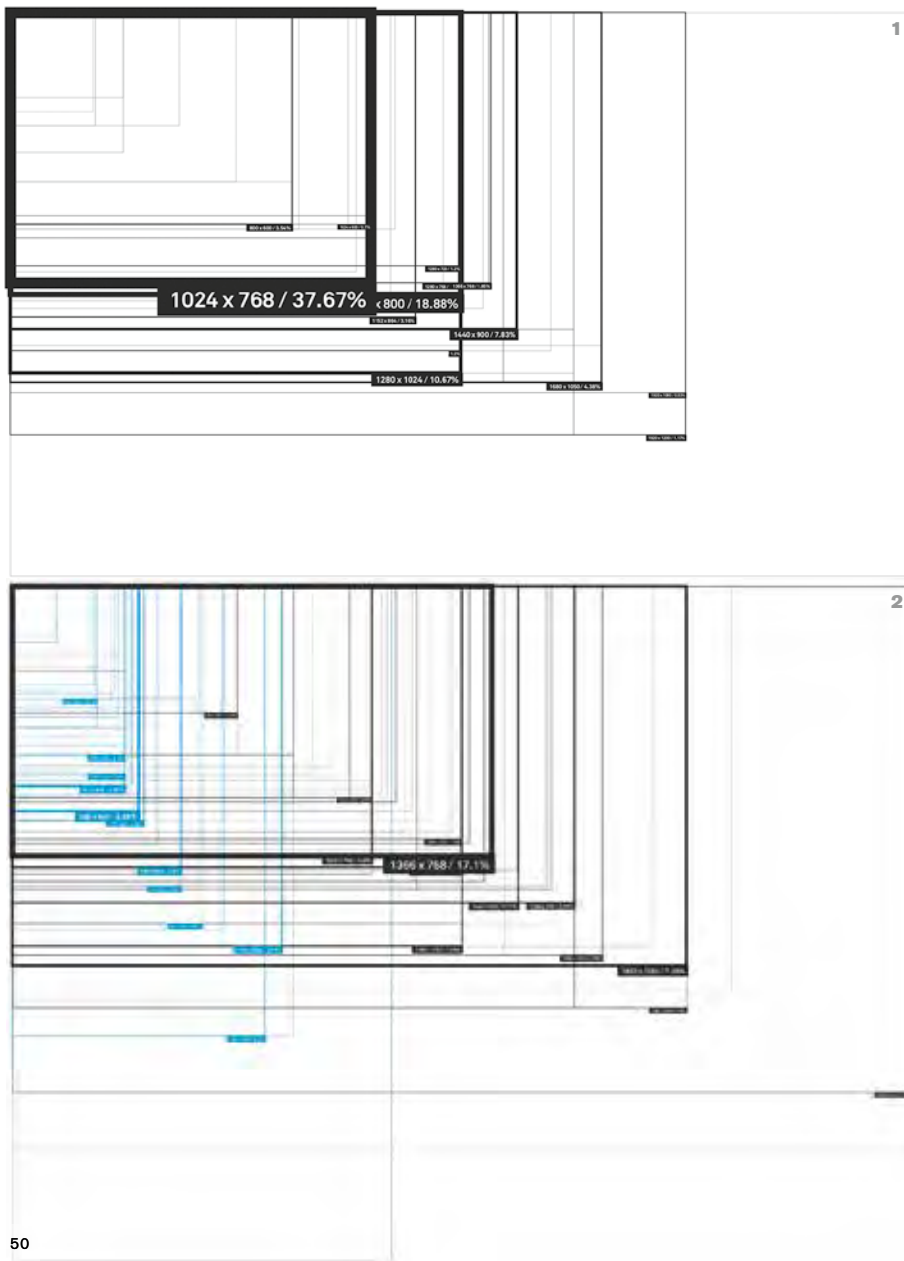
des Designers, jedoch meist reduziert als Ausdrucksmittel digitaler Ästhetik. Durch die wachsende Vielfalt an Ausgabeformaten übernehmen Algorithmen auch zunehmend entscheidende Funktionen in der Gestaltung und verändern den Prozess des Gestaltens grundlegend.

Punkt und Linie zu n .

Seit dem Bauhaus gilt Kandinskys „Punkt und Linie zu Fläche“⁴² als Standardwerk in Bezug auf die Lehre grundlegender Gestaltungsprinzipien. Angehende Designer unterschiedlichster Disziplinen üben sich seither in der Kontrolle der Fläche und des Formats.

Doch die steigende Anzahl an Ausgabegeräten – Smartphones, Tablets, Laptops oder neuerdings auch Smartwatches – und die damit verbundene Menge an Bildschirmauflösungen und -formaten stellt Interfacegestalter, losgelöst von inhaltlichen Fragestellungen, vor ein scheinbar unlösbares Problem: Welche Flächen können überhaupt gestaltet werden?

Zur Veranschaulichung wurden deshalb die erfassten Monitorauflösungen (weltweit von 2009 bis 2015) des Website-Analyse-Tools „StatCounter“⁴³ mit der Software „Processing“⁴⁴ visualisiert. Die im Datensatz enthaltenen 169 Auflösungen werden proportional zu ihrer Pixel-Dimension abgebildet. Hochformate werden blau markiert, Querformate schwarz. Die Linienstärke visualisiert den prozentualen Anteil. Die tatsächlichen physikalischen Auflösungen (ppi) werden, mangels Daten, nicht berücksichtigt.



¹ 2009: 40 unterschiedliche Bildschirmauflösungen.

² 2015: 110 unterschiedliche Bildschirmauflösungen.

Wie zu erwarten zeigt sich eine deutliche Vervielfachung der relevanten Bildschirmgrößen in nur wenigen Jahren, ebenso eine deutliche Zunahme der mobilen Endgeräte. Waren 2009 hier noch deutliche, populäre Formate zu erkennen, lösen sich diese bis 2015 fast komplett in der Menge auf. Die Fläche existiert nicht mehr, es gibt nur n-Flächen.

Objektorientierte Gestaltung

„Design is a relationship between form and content.“ – Paul Rand⁵

Diese Veränderungen sorgen inzwischen in Verbindung mit dem Schlagwort „Responsive Design“⁶ für eine Renaissance der Gestaltungsraster, wie sie von namhaften Designern wie Josef Müller-Brockmann⁷, Wim Crowel oder Karl Gerstner⁸ bereits Mitte des letzten Jahrhunderts propagiert wurden.

Rastersysteme teilen die Fläche in logische Einheiten, wie z.B. Spalten, und regeln dadurch die Verteilung der Informationseinheiten¹⁰. Das eigentliche Layout wird so spät wie möglich zusammengeführt. Der Gestalter reguliert die Parameter und Rahmenbedingungen des Systems. Dies ist eine Tendenz, die insgesamt an Alan Kays Vorstellung der „objektorientierten Programmierung“ erinnert und von Brad Frost unter dem Begriff „Atomic Design“¹¹ als populäres Gestaltungsparadigma für Websites formuliert wurde.

Doch etablierte, spaltenbasierte Rastersysteme beschränken sich ausschließlich auf die formalen Rahmenbedingungen und ignorieren inhaltliche Aspekte komplett. Es entsteht Bedarf an neuen, intelligenten Layout-Systemen.

Intelligente Layouts

Um 1980 gab es von Ben Shneiderman bereits ein erstes Konzept, um Layouts vollständig zu generieren. „Treemaps“¹² gelten als die Urform algorithmischer Layouts und sind bis heute fester Bestandteil zur Informationsvisualisierung. Die Parameter bestimmen Verteilung, Größe und Farbe der Flächen und können so mehrdimensionale Datenstrukturen abbilden.

Ein etwas anderes Prinzip macht sich seit 2014 die News-App „Flipboard“ mit seiner Layout-Engine „Duplo“¹³ zunutze, um dynamische Inhalte für eine große Anzahl an Geräten und Betriebssystemen bei gleicher visueller Qualität ausliefern zu können. Wurde zuvor noch auf vorgefertigte Templates zurückgegriffen, so werden die Layouts nun automatisch aufgrund der wechselnden inhaltlichen Anforderungen generiert und entstehen erst beim Anwender. Der Algorithmus „Perlin-Noise“¹⁴ sorgt für Lebendigkeit und Abwechslung beim Navigieren durch die App.

Intelligente Layoutsysteme, wie auch künstliche Intelligenz, werden bei Konzernen wie Microsoft, Apple und Google zunehmend relevant und verändern die Art und Weise wie User Interfaces entstehen. Bereits seit dem Cocoa-Framework ist „Auto-Layout“ eine feste Komponente der Apple Entwicklertools und auch die neue Systemschrift „San Francisco“¹⁵ passt sich automatisch dem Anwendungsszenario an und gewährt durch automatischen Wechsel der Schriftschnitte und Modulation der Schriftparameter optimale Lesbarkeit.

Microsoft verspricht mit dem integrierten Designmodul des inoffiziellen PowerPoint-Nachfolgers „Sway“¹⁶, dass Anwender sich künftig nicht mehr um Formatierungen kümmern müssen und sich das Layout automatisch an jede Bildschirmgröße anpassen kann.



PROF. DANIEL ROTHAUG

Hochschule Augsburg

Fakultät für Gestaltung

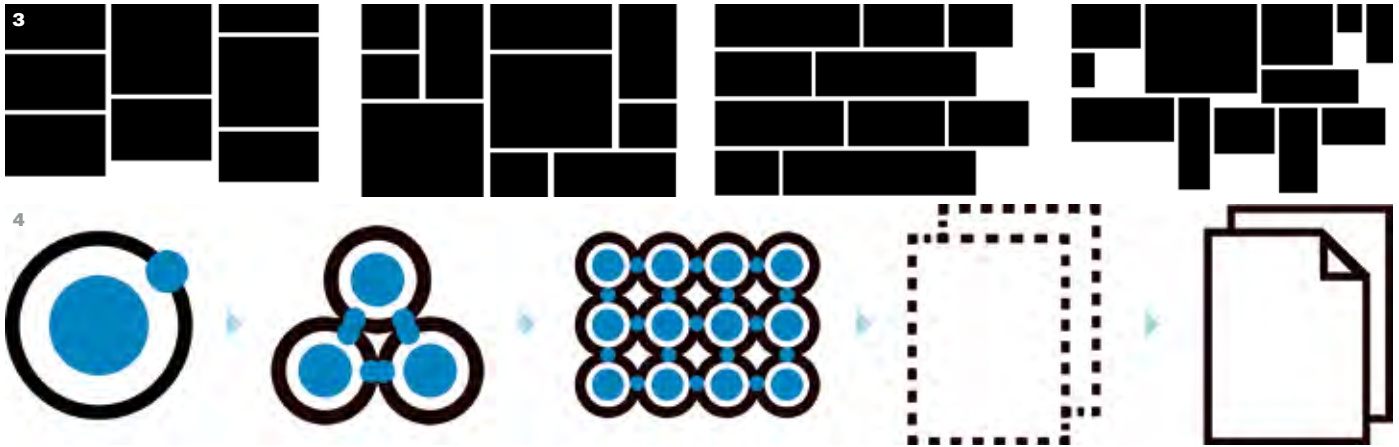
Tel. +49 821 5586-3471

daniel.rothaug@hs-augsburg.de

Forschungsgebiet

▪ Interfacegestaltung

- 01 Bohnacker, Hartmut, Groß, Benedikt & Laub, Julia 2009. Generative Gestaltung: Entwerfen programmieren visualisieren. 1. Aufl. Mainz: Schmidt.
- 02 Kandinsky, Wassily 1973. Punkt und Linie zu Fläche: Beitrag zur Analyse der malerischen Elemente. 7. Aufl. Bern-Bümpliz: Benteli.
- 03 StatCounter. URL: www.statcounter.com [Stand: 3. August 2015].
- 04 Processing. URL: www.processing.org [Stand: 3. August 2015].
- 05 Polaine, Andy: Paul Rand: Conversations on Design. URL: <http://www.designersreviewofbooks.com/2009/03/paul-rand-conversations-with-students/> [Stand 10. August 2015].
- 06 Marcotte, Ethan: Responsive Web Design. A Book Apart, 2011. www.abookapart.com.
- 07 Müller-Brockmann, Josef 1981. Grid systems in graphic design: A visual communication manual for graphic designers typographers and three dimensional designers. Stuttgart: Hatje.
- 08 Gerstner, Karl. Programme entwerfen: Vier Aufsätze und eine Einführung. Erw. Neuaufl. Teufen: Niggli.
- 09 Packery. URL: <http://packery.metafizzy.co> [Stand: 3. August 2015].
- 10 Vinh, Khoi 2011. Ordering disorder: Grid principles for Web design. Berkeley, CA: New Riders.
- 11 Frost, Brad: Atomic Design. URL: <http://atomicdesign.bradfrost.com> [Stand: 6. August 2015].
- 12 Shneiderman, Ben: Treemaps for space-constrained visualization of hierarchies. URL: <http://www.cs.umd.edu/hcil/treemap-history/> [Stand: 5. August 2015].
- 13 Ying, Charles: Layout in Flipboard for Web and Windows. URL: <http://engineering.flipboard.com/2014/03/web-layouts/> [Stand: 6. August 2015].
- 14 Artikel „Perlin-Noise“. In: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie. Bearbeitungsstand: 4. Oktober 2014. URL: <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Perlin-Noise&oldid=134589340> [Abgerufen: 10. August 2015].
- 15 Apple: Introducing San Francisco. URL: <https://developer.apple.com/fonts/> [Stand: 9. August 2015].
- 16 Microsoft Sway. URL: www.sway.com [Stand: 9. August 2015].



3 Layout-Optionen der populären Javascript-Bibliothek „Packery“⁹ mit Bin-Packaging Algorithmus.

4 „Atomic Design“ Workflow von Brad Frost.

Unlängst hat das US-Startup „The Grid“¹⁷ angekündigt, komplette Websites vollautomatisch durch künstliche Intelligenz unter Berücksichtigung der zu Grunde liegenden Inhalte zu erstellen. Auch Farbräume werden automatisch daraus erzeugt. Es bleibt zu beobachten, was daraus entstehen wird.

Designindustrie 4.0
„You will have systems and designers will create the systems within which things take shape.“ – Wim Crowel¹⁸

Wie in vielen anderen Industriezweigen nehmen Automatisierung und Algorithmen auch zunehmend Einfluss in die Gestaltungsindustrie. Das Layout als originäres Hoheitsgebiet des Designers wird zur Blackbox, der Prozess zum eigentlichen Gestaltungsobjekt.

Die kommende Generation an Gestaltern braucht deshalb neue Methoden, Fähigkeiten und Werkzeuge, um diese Prozesse zu gestalten und um sich APIs und Frameworks zu eigen machen zu können. Und um letztendlich im Sinne von Le Corbusiers „Modulor“¹⁹ der originären Aufgabe von Raster- und Proportionssystemen nachkommen zu können: Den Menschen als Maß der Dinge anzusetzen. <

17 The Grid. URL: www.thegrid.io [Stand: 9. August 2015].

18 Dutch Profile: Wim Crowel. URL: <https://vimeo.com/24717448> [Stand: 5. August 2015].

19 Le Corbusier. Der Modulor. Stuttgart: Cotta.



Flipboards „Page Flow“ mit Perlin-Noise.

Schon gehört?!

2 Wochen kostenlos probelesen.



SMS AN 4 20 20* mit folgendem Text:
ZEITUNG STUDI Vorname Name Straße PLZ Ort

* Der Versand einer SMS an die 4 20 20 erfolgt zu deinem regulären SMS-Tarif.



TELEFON (08 21) 777 23 23



E-MAIL abo@augsburger-allgemeine.de

Bezug endet automatisch. Keine weiteren Verpflichtungen.

2 Wochen
GRATIS



Alles was uns bewegt

Bio-Board

Mit Mikroorganismen zu neuen Materialwelten

> Für den Einsatz im Bauwesen wird im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Forschungsprojektes „Bio-Board“ eine aus Mikroorganismen generierte Werkstoffplatte entwickelt. Mittels gesteuerter Wachstumsprozesse soll deren Eigenschaft auf die spezifische Einbausituation angepasst werden. Neben verbesserten mechanischen Eigenschaften und der Geometrie- und Maßstabsunabhängigkeit ist vor allem der wachstumsbasierte und damit energiearme Herstellungsprozess von großflächigen Materialien besonders innovativ.

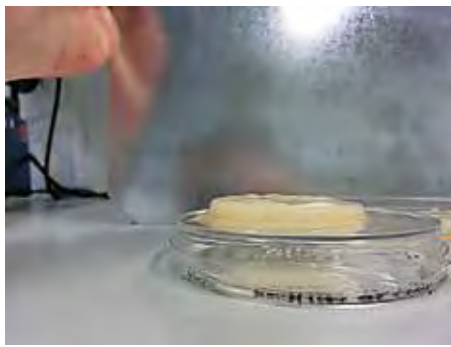
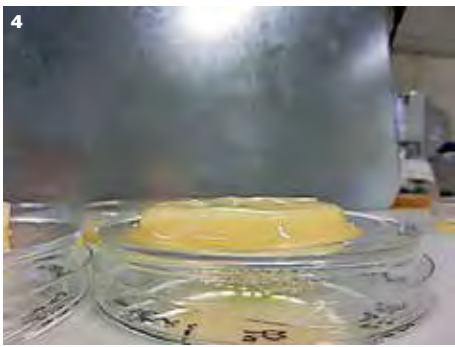
Am globalen Energie- und Ressourcenverbrauch, den Emissionen und der Müllherzeugung trägt das Bauwesen einen maßgeblichen Anteil. Bisherige Forschungsvorhaben und Programme zur Ressourcenschonung konzentrieren sich im Wesentlichen auf die Reduktion des Energieverbrauchs von Gebäuden während der Nutzungsphase. Die zur Herstellung und zum späteren Rückbau von Baustoffen benötigte „Graue Energie“ wird bisher noch unzureichend bilanziert, obwohl der Anteil bei heutigen Passivhäusern bei bis zu 50 % der Betriebsenergie der gesamten Nutzungsphase liegt. Biobasierte Werkstoffe tragen zur Reduktion der Grauen Energie bei und eröffnen eine

Chance für die Bioökonomie, in einen der weltweit größten Wirtschaftsmärkte Einzug zu halten.

Bei heutigen biobasierten Werkstoffen werden meist Naturfasern aus Pflanzen extrahiert und industriell zu neuen Werkstoffen zusammengesetzt. Sowohl die Extraktion der Fasern, das Aufreinigen als auch die erneute Komposition erfordern einen erheblichen Energieaufwand. Doch von viel größerer Bedeutung ist die technische Limitation, sehr dünne Fasern entlang den einbauspezifischen Hauptspannungstrajektorien auszurichten und gewünschte Faserdichtegradienten im Material zu erzeugen.



- 1 Visualisierung der Mikrostruktur des Bio-Boards. Cellulose Fasern werden mit Hilfe von Biopolymeren fixiert.
- 2 Bio-Board Projektgruppe: Hochschule Augsburg (Architektur, E2D, Maschinenbau), TU-München (Biogene Rohstoffe), Fraunhofer IGB, Universität Tübingen (Zentrum für Regenerationsbiologie und regenerative Medizin), Hochschule Kaiserslautern (Pflanzenökologie).
- 3 Versuchsaufbau zur aerosolbasierten Kultivierung (links); Explosionszeichnung eines Bioreaktorsystems (rechts). Nahezu alle Komponenten werden 3D gedruckt.



4 Cellulose-Vlies mit von Pilzen produzierten Polysacchariden versetzt (rechts); ohne Polymerzusatz (links).

So könnte die Leistungsfähigkeit des Materials erhöht und damit der Materialverbrauch und die dem Material inhärente Graue Energie reduziert werden. Hier setzt das Forschungsvorhaben unter der Federführung der Hochschule Augsburg an.

Viele Mikroorganismen produzieren extrazelluläre Matrices mit teils hohen Faseranteilen, die eine große Bandbreite an mechanischen Eigenschaften aufweisen. Diese Eigenschaften können über biotechnologische Verfahren adaptiert oder weiter optimiert werden. Mechanosensitive Organismen haben die Fähigkeit, ihre Fasern entlang voreingestellter Spannungsfelder auszurichten. Bei phototropen Organismen kann die Faserausrichtung über Licht gesteuert werden. Andere Mikroorganismen lassen ihr Wachstum über die Nährmedium- oder Gasversorgung steuern.

Das interdisziplinär zusammengestellte Forschungsteam beschäftigt sich mit der Identifikation geeigneter Mikroorganismen, der optimalen Nährmedium-Zusammensetzung für diese Mikroorganismen, der Ökobilanzierung der gewachsenen Materialien, der Optimierung von Kulturbedingungen (Bioreaktorsystem) und der Materialtestung der generierten Werkstoffe.

Das in den letzten Jahren von Prof. Schmidt zusammen mit der Universität Tübingen entwickelte aerosolbasiertes Bioreaktorsystem eignet sich hierbei besonders, da mit dessen Hilfe eine Unabhängigkeit in Geometrie und Größe der Kultur erreicht werden kann. Der Nährmediumbedarf kann mit dieser feindosierbaren Technologie darüber hinaus erheblich reduziert werden.

Ergebnis

Im Rahmen der Untersuchungen konnten mehrere Millimeter bis wenige Zentimeter dicke Cellulose-Vliese von Bakterien generiert werden, welche früher oder später holzbasierte Werkstoffplatten oder WPCs ersetzen könnten. Die für das Wachstum optimierten Medienzusammensetzungen werden derzeit im Rahmen einer Masterarbeit auf ihre Ökobilanz hin überprüft.

Die Aerosoltechnologie wird noch weitere Forschungsarbeiten in Anspruch nehmen, um sie langfristig stabil im Bioreaktor zu etablieren. Erste Reaktoren können aber schon über die gesamte Kulturdauer von etwa einem Monat betrieben werden. Spannende Ergebnisse brachten vor allem Co-Kultivierungen mit unterschiedlichen Mikroorganismen.

Ausblick

Die von unterschiedlichen Mikroorganismen gebildeten Fasern sollen so kombiniert werden, dass beispielsweise Faserverbünde als Immobilisierungsmatrix für weitere Bakterien oder Pilze dienen, welche wiederum eine eigene extrazelluläre Matrix bilden und so einen Verbundwerkstoff generieren.

Hochleistungswerkstoffe sind meist Verbundmaterialien aus ein oder mehreren Fasern und einer entsprechenden Matrix. Aufeinanderfolgende Kulturverfahren, Co-kulturen oder Kombinationen mit bereits etablierten Matrices (z. B. Harze) können das angestrebte Produkt und dessen gewünschte Eigenschaften exakt auf die spezifische Einbausituation anpassen. <



**PROF. DR. SC. HUM.
MARCH. DIPL.-ING.
TIMO SCHMIDT**

Hochschule Augsburg
Fakultät für Architektur und Bauwesen
Tel. +49 821 5586-3170
timo.schmidt@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- Fassadentechnologie
- Bioreaktorsysteme
- Biobasierte Werkstoffe

Informatik und Interaktive Medien



7.7.7.

7.7.7.

7.7.7.

7.7.7.7.7.7.

7.7.

7.7.7.

7.7.

7.7.7.7.7.

7.7.7.

7.7.

7.7.7.

7.7.7.

7.7.7.7.7.

7.7.7.

7.7.

7.7.7.

7.7.7.7.7.

Recherchieren mit Augmented Reality

AR-Apps für Supermarkt und Bibliothek

> **Das Verschränken digitaler Inhalte mit Objekten der unmittelbaren physischen Umgebung des Nutzers ist die Grundidee von Augmented Reality (AR). In aktuellen Forschungsvorhaben haben wir Nutzungsszenarien untersucht, die AR-Konzepte in einem klar eingegrenzten und ergebnisorientierten Kontext evaluieren. Im Gegensatz zu Freizeit- oder Spieleanwendungen wollen die beiden hier beschriebenen AR-Anwendungen den Nutzer beim Erreichen konkreter Handlungsziele unterstützen. Die physische Umgebung des Nutzers bleibt dabei der eigentliche Handlungsrahmen. Die digitale Information ergänzt das Gesamtbild, ohne sich in den Vordergrund zu drängen.**

browsARbook

Volltextsuche in gedruckten Büchern mittels Augmented Reality ermöglicht die App „browsARbook“, die von Adrian Zürl im Rahmen seiner Master-Thesis (Februar 2015) realisiert wurde. Zielgruppe sind dabei wissenschaftlich Arbeitende, die in der Bibliothek Fachliteratur recherchieren. Dieser klassische Suchvorgang über die Schlagwortverzeichnisse ist zeitaufwändig und führt auch nur zum Ergebnis, wenn die gesuchten Begriffe im jeweiligen Buch-Index erfasst wurden. Die AR-App browsARbook ermöglicht es hingegen, jedes beliebige Wort in einem Buch suchen zu lassen. Das Durchblättern einzelner Seiten entfällt.

Der gewählte Ansatz des Durchsuchens von gedruckten Büchern ist ein gänzlich neuer und kombiniert in wunderbarer Weise die Qualitäten physischer und digitaler Medienwelten. Die Nutzung der App erfordert dabei kein besonderes Präparieren der Bücher.

Die Identifizierung des Volltextes in der Onlinedatenbank erfolgt direkt über den auf dem Buchrücken gedruckten, eindeutigen Strichcode. Der Nutzer scant diesen mit seinem Smartphone, die App verbindet sich mit der Onlinedatenbank Google Books und erhält Zugriff auf den digitalen Volltext der Publikation. In diesem kann nun nach frei wählbaren Begriffen gesucht werden. Zurückgemeldet werden die Seitenzahlen, auf denen sich das Gesuchte im Buch befindet. Für das Markieren der Suchbegriffe im Text wird Augmented Reality Technologie genutzt. Das Smartphone gleicht dabei das Kamerabild von der aufgeschlagenen Buchseite mit der Position des Suchbegriffes im Volltext ab und kennzeichnet die entsprechende Seite im Bild farbig.

Auf Basis von User Experience Tests wurde hier der Benutzungsablauf mehr und mehr vereinfacht, um eine möglichst ablenkungsfreie Handhabung bei der wissenschaftlichen Recherchearbeit in der Bibliothek zu ermöglichen.

Adrian Zürl hatte Gelegenheit, seine Arbeit auf der Leipziger Buchmesse 2015 öffentlich vorzustellen. „browsARbook“ ist derzeit als Android App in Playstore verfügbar. Für die nahe Zukunft wäre eine Umsetzung der App speziell für smart glasses von Interesse. Im klar umgrenzten Nutzungskontext einer Bibliothek würde das wissenschaftliche Arbeiten deutlich effizienter, die Handhabung der Technik umstandslos und deren Akzeptanz beim Publikum gegeben sein.

Frag Emma – Einkaufen mit SmartGlass Unterstützung

Das technische Konzept der Smart-Glasses erlebt seit Jahren Höhen und Tiefen. Große und kleine Unternehmen arbeiten immer wieder an Neuauflagen dieser brillenähnlichen, tragbaren Computer, die speziell für die Nutzung von Augmented Reality Anwendungen ausgelegt sind.

Ausgestattet mit Datenverarbeitungskapazität, Sensoren, Kamera und einem kleinen Bildschirm lassen sich unmittelbar ins Sichtfeld der Nutzer Informationen einblenden bzw. Inhalte aus dem Internet anzeigen. Die besondere Herausforderung liegt hierbei im kontextadäquaten Zusammenspiel von physischer Umgebung, digitalem Zusatzinhalt und einer situationsgerechten Interaktionsgestaltung.



**PROF.
KP LUDWIG JOHN**

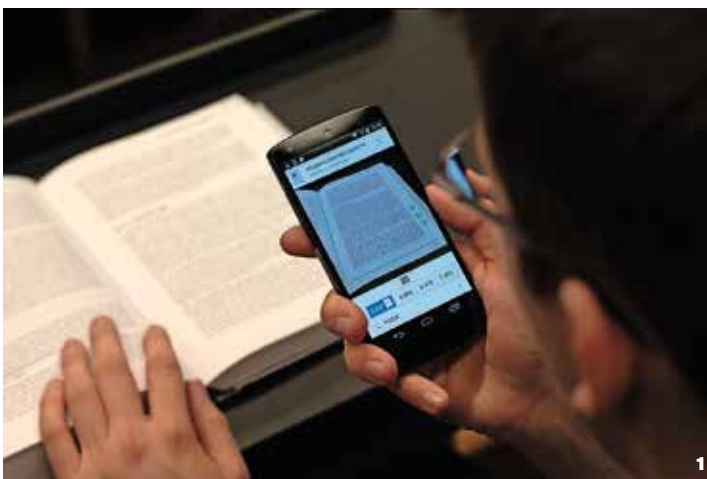
Hochschule Augsburg
Fakultät für Gestaltung
Tel. +49 821 5586-3432
john@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- mobile experience
- Usability

Nach dem Projekt „Poster ToastAR“, bei dem es um die Augmentierung von Plakaten im öffentlichen Raum ging (vgl. Forschungsbericht 2014 / Hochschule Augsburg) wurde mit der App „Frag Emma“ eine Anwendung entwickelt, die beim Einkauf von Lebensmitteln in großen Supermärkten hilfreich sein kann. Verwendet wurde dabei die Datenbrille M100 der Firma Vuzix, basierend auf Android.

Aufbauend auf den Erfahrungen vorangehender Projekte mit der Datenbrille wurde der Funktionsumfang von „Frag Emma“ konsequent auf wenige Elemente zugespitzt. So kann der Nutzer im Zusammenspiel mit seinem Smartphone Einkaufslisten erstellen, verwalten und auf die Brille übertragen. Die Software gruppiert das Gewünschte nach zusammenhängenden Kategorien, die auch so im Supermarkt wieder zu finden sind. Doppelte Wege beim Gang durch den Laden werden vermieden.



- 1** Nutzer der AR-App „browsARbook“.
- 2** Beispielablauf der Suche in Druckwerken mit der App „browsARbook“.
- 3** Adrian Zürl bei der Vorstellung von „browsARbook“ auf der Leipziger Buchmesse 2015.

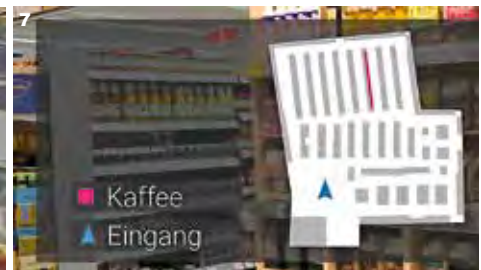


Mithilfe der Navigationsfunktion der App kann man sich zwischen den Regalen orientieren. Steht der Kunde dann vor dem Regal mit der gewünschten Warenkategorie, hilft sie ihm die gewünschten Produkte zu finden, indem sie diese im Blickfeld des Betrachters visuell markiert. So löst der Sprachbefehl „Zeige mir glutenfreien Kartoffelbrei.“ eine Bildanalyse der von der SmartGlass erfassten Packungen aus. Über Augmented Reality Technik werden hierbei einzelne Produkte erkannt, mit den Nutzerwünschen abgeglichen und bei Übereinstimmung im Display der Brille farblich hervorgehoben.

Eine besondere Herausforderung stellte die Navigation zu einzelnen Warengruppen innerhalb des Supermarktes dar. Im Zuge des iterativen Entwicklungsprozesses wurden hier verschiedene Ansätze ausprobiert und evaluiert. Nachdem die klassische GPS-Ortung in Räumen wegfällt, wurden alternative Methoden wie WLAN-Ortung oder das Mapping lokaler Magnetfeldstärken getestet, um räumliche Zuordnungen des eigenen Standortes zu erreichen. Die Ergebnisse waren wegen zu hoher Schwankungen der Feldstärken abhängig von Publikumsverkehr und Tageszeit jedoch nicht brauchbar. Eine technische Alternative wäre eine zusätzliche, speziell auf die Erfordernisse von Indoor-Navigation ausgelegte Infrastruktur im Supermarkt.

Ansätze hierzu, wie z.B. Smart Beacons, werden bereits von großen Handelsketten in Testmärkten erprobt.

Unser Bestreben war aber, die Nutzung der App in vielen Märkten sofort zu ermöglichen. Nutzertests unter Praxisbedingungen ergaben, dass eine metergenaue Navigation des Kunden im Geschäft nicht unbedingt erforderlich ist. Die Orientierung des Nutzers erfolgt klassischerweise anhand von Informationen, die in der unmittelbaren Umgebung ablesbar sind – etwa Beschilderungen oder Regale mit bestimmten Produktgruppen.



- 4** Nutzer der AR App „Frag Emma“ mit der Datenbrille.
- 5** „Frag Emma“ Produktkennzeichnung im Regal.
- 6** „Frag Emma“ Einkaufsliste nach Kategorien.
- 7** „Frag Emma“ Navigations-Screen auf der Datenbrille.

Wird zusätzlich noch digitale Information auf der SmartGlass angeboten, reicht es aus, sich hier auf die Anzeige des eigenen Standortes und die Richtung der nächsten anzusteuernenden Produktgruppe zu beschränken - beides eingeblendet auf einem schematisierten Lageplan des Einkaufsmarktes. Der Nutzer findet dann seinen Weg selbstständig und zuverlässig. Hierzu muss lediglich der Lageplan des Supermarktes mit der Zuordnung der Produktgruppen angefertigt werden. Der aktuelle Standort des Nutzers wird dabei aus der zuletzt bearbeiteten Warengruppe abgeleitet bzw. per Spracheingabe bekanntgegeben. Die Kompassangaben der Brille navigieren dann zur nächsten Warenkategorie.

Die Interaktion Nutzer <> SmartGlass wird bei „Frag Emma“ zu wesentlichen Teilen über Spracherkennung realisiert. Diese funktionierte ausgesprochen gut, benötigt allerdings stabile und schnelle Verbindung ins Internet. Auch müssen Befehle korrekt formuliert werden, um eine reibungslose Kommunikation Mensch-Technik zu ermöglichen.

Da wir davon ausgehen, dass der Nutzer im Laden mit einem Einkaufswagen unterwegs ist und somit über weite Strecken freie Hände hat, wurde das Vor- und Zurückschalten von Screens auf der SmartGlass sowie die Bearbeitung der Einkaufslisten per Tasteneingabe direkt an der Brille realisiert. Obwohl die dabei zu bedienenden Buttons außerhalb des Sichtfeldes der Nutzer lagen, gewöhnten sie sich sehr schnell an deren Handhabung.

Fazit

Die prototypische Umsetzung des AR-Einkaufshelfers zeigt eine Reihe von Komplexitäten, deren Lösung nur durch hohen technischen Aufwand wirklich zufriedenstellend möglich ist. Dies betrifft sowohl die Navigation im Innenraum als auch die rasche und zuverlässige Erkennung spezieller Produkte anhand deren Verpackung. Die aktuell im SmartGlass-Bereich zur Verfügung stehende Hardware stößt hier an Grenzen ihres Leistungsvermögens.

Dass die vorgeschlagene Lösung prinzipiell tragfähig ist, wurde in der Projektstudie „Frag Emma“ nachgewiesen. Die Reaktion der Testnutzer war sehr positiv. Große Handelsketten, wie der beim Projekt kooperierende REWE Supermarkt, treiben Entwicklungen in diese Richtung voran.

Schon heute gut nutzbar und nützlich ist die Recherche-App „browsARbook“. Eine Datenbrille würde hier noch elegantere Abläufe bei der AR-Suche in Büchern ermöglichen. Die Hände wären komplett frei, um im Buch zu blättern. Die technischen Anforderungen sind überschaubar und im Wesentlichen gelöst. Was derzeit noch fehlt, ist die Akzeptanz von Datenbrillen an sich. Eine Tendenz in diese Richtung zeichnet sich jedoch ab, speziell mit einer stärkeren Ausrichtung der Technik auf firmeninterne Nutzungskontexte.

Der gesamte Entwicklungsprozess der Projekte wurde über alle Entstehungsphasen den Prinzipien des User Centered Design folgend durch Usability-Tests begleitet, unterstützt durch das UX-Lab der Fakultät für Gestaltung. <

LINKS

- 01 Die AR App „browsARbook“ ist kostenlos verfügbar für Android. Weitere Informationen und Kontakt zum Autor über: <http://adrianzuerl.de/projects/browsarbook>.
- 02 Informationen zum Projekt „Frag Emma“: <http://www.frag-emma.com/>
- 03 Vuzix M100 http://www.vuzix.com/consumer/products_m100/.



www.ux-lab.de

www.mobile-experience.de

Well-Formed Prozess-Modellierung

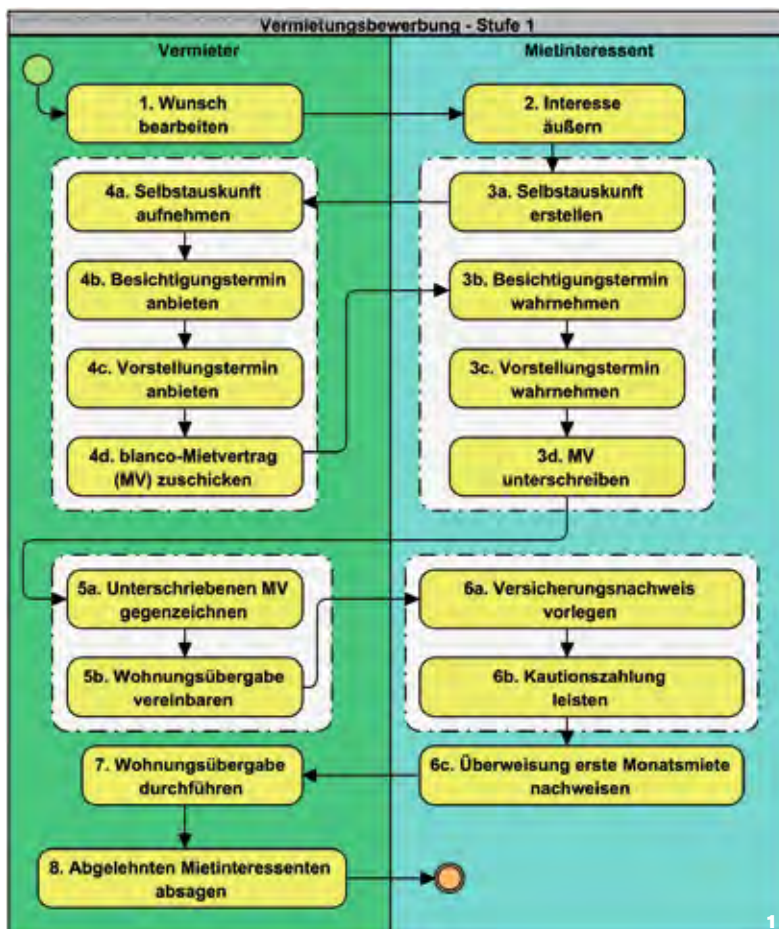
Heuristiken für Regeln guter, ordnungsgemäßer Modellierung

> Durch die Verfügbarkeit von leicht bedienbaren Modellierungswerkzeugen ist die Akzeptanz des Prinzips „Erst modellieren, dann Programmieren“ in der Welt der Software-Entwicklung angekommen. Entscheidend war bei dieser Änderung im Arbeitsprozess die leichte Verfügbarkeit und intuitive Bedienbarkeit von Modellierungstools. Ebenso die dank Internet schnelle und leichte Kommunikation an alle involvierten Projektmitarbeiter der mit diesen Tools erstellen

Diagrammen, die dann als Blaupause für die eigentliche Entwicklung dienen. Es fehlen aber noch einheitliche und durchgängige Modellierungskonventionen, die teils genereller Natur sein sollten, teils firmen- und Umfeld-spezifisch definiert werden müssen.

Diagramme, die bei Tools, die syntaktische Regeln prüfen, als fehlerfrei erkannt werden, müssen nicht wirklich fehlerfrei sein. Nicht alle Entwurfsfehler können von den auf dem Markt erhältlichen Tools erkannt werden.

Schließlich muss ein nach Sprachsyntax fehlerfreies Diagramm noch lange nicht den internen Anforderungen an Struktur und Design gerecht werden. Nur dann, wenn die Modelle nach einheitlichen Regeln erstellt wurden, besteht die Chance, dass diese Modelle in einer Firma akzeptiert werden und dadurch eine Verbesserung für die internen Abläufe erreicht werden kann. Regeln für well-formed Diagramme, die nach zu definierenden Regeln flexibel gebaut und überprüft werden können, sind zu definieren.



1 Praxis-Beispiel Stufe 1: „direkt hingeschrieben“.

Dieser Artikel zeigt, wie unter Verwendung von BPMN als Modellierungssprache unter Einhaltung der Regeln, sinnvoll modelliert werden kann. Das Beispiel stammt aus einem Industrie-projekt und wurde hierfür vereinfacht und verallgemeinert.

Problemstellung aus der Praxis

Bei den Tools zur Modellierung von Geschäftsprozess-Diagrammen findet man z.B. im ARIS-Toolset die Möglichkeit, Diagramme nach teils vorgegebenen Regeln zu prüfen, die man durch eigene Programmierung mit einer Skriptsprache erweitern kann. Die meisten aktuellen Modellierungstools helfen bereits bei der Modellierung, Fehler zu vermeiden, indem sie verbotene Aktionen erst gar nicht zulassen. Beispiele sind: Bei einem EPK-Diagramm ein Ereignis direkt mit einem Ereignis zu verbinden, oder bei einem BPMN-Diagramm einen Sequenzfluss-Pfeil Pool-übergreifend zu verwenden. [4]

Es gibt in der Praxis häufig parallele Prozesse. Bei jedem Teilprozess, der aus parallelisierbaren Tasks besteht, kann der Ablauf immer seriell durchgeführt werden, ohne dabei die ursprüngliche Prozessidee zu verletzen. Dies kann auch partiell erfolgen. Ein parallel gestalteter Prozess muss demnach nicht zwangsläufig parallel durchgeführt werden. Wenn er aber seriell modelliert wird, sieht man nicht, dass dieser Teil auch parallel durchgeführt werden darf. Eine konsequente nebenläufige Visualisierung führt aber oft zu einem Overload des Diagramms, d.h. man benötigt zu viel Platz für eine übersichtliche Darstellung und der Sinn der Modellierung (erleichtertes Verständnis durch gute Visualisierung) geht verloren. Parallel und nebenläufig wird oft synonym verwendet, obwohl dies streng genommen nicht korrekt ist. Aus Vereinfachungsgründen verwenden wir hier jedoch beide Begriffe synonym.

Forderung

Daraus folgt in der Praxis die Forderung, für solche Fälle eine vereinfachte Syntax anzuwenden, die ein Diagramm ergibt, das sowohl platzsparend (und damit übersichtlich) als auch aussagekräftig (keine Vergrößerung der Logik) ist.

Konkretes Beispiel

Abbildung 1 zeigt ein konkretes Prozessszenario einer Vermietungsbewerbung, idealisiert und vereinfacht modelliert. Es wurde wie ein Wortprotokoll direkt hingeschrieben, d.h. es fließen noch keine Gedanken an Parallelisierung, Zusammenfassung o.ä. in das Diagramm ein.

Es fällt auf, dass die Tasks nummeriert sind und dies z.T. mit Buchstaben, d.h. einer Unterteilung mit dem gewollten Suggestiv-Effekt, dass diese Tasks inhaltlich zusammengehören – und u.U. auch nebenläufig bearbeitet werden könnten. Der Begriff der Nebenläufigkeit (bzw. Parallelität) ist insofern für die Prozessoptimierung relevant, weil dies Chancen zur zeitlichen Beschleunigung ergibt: Durch die Verteilung auf mehrere Mitarbeiter, die nebenläufig arbeiten, können Tasks „gleichzeitig“ fertiggestellt werden, während bei serieller Bearbeitung die benötigte Kalenderzeit deutlich höher ist.

Wenn man sich diesen Ablauf genauer anschaut, wird man sich fragen, ob denn genau diese Reihenfolge immer die richtige und realistische ist. Zu Recht: das muss so nicht sein – und genau das ist der Grund dafür, dass dieses Prozessdiagramm zumindest suboptimal gestaltet ist! Was ist also zu tun, um die Nebenläufigkeit zu visualisieren? Abbildung 2 gibt darauf die Standard-Antwort: Unter Verwendung von Parallel-Gateways (entspricht logischem AND-Operator) wird der nebenläufige Charakter dieser Teilschritte deutlich sichtbar. Allerdings bezahlt man das mit einem größeren Diagramm-Flächenverbrauch. Bei produktiv eingesetzten Prozess-Diagrammen wird oft eine um den Faktor 10 höhere Anzahl von Tasks in einem Diagramm verwendet. Es treten dann meist auch noch AND mit OR bzw. XOR gemischt auf, was es sehr schwierig macht, ein kompaktes übersichtliches Diagramm zu gestalten. Wenn man dann noch bedenkt, dass speziell bei unserem Prozessbeispiel die Reihenfolge und Abhängigkeiten zwischen den Lanes von Unternehmen zu Unternehmen deutlich abweichen können, merkt man, wo der wahre Challenge der Modellierung liegen kann.



**PROF. DR.
RAINER KELCH**

Hochschule Augsburg

Fakultät für

Allgemeinwissenschaften

Tel. +49 821 5586-3476

rainer.kelch@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- E-Learning-Framework
- Prozessmodellierung
- Optimierungsverfahren
- UI-Technologien
- UI-Transformatoren und -Generatoren

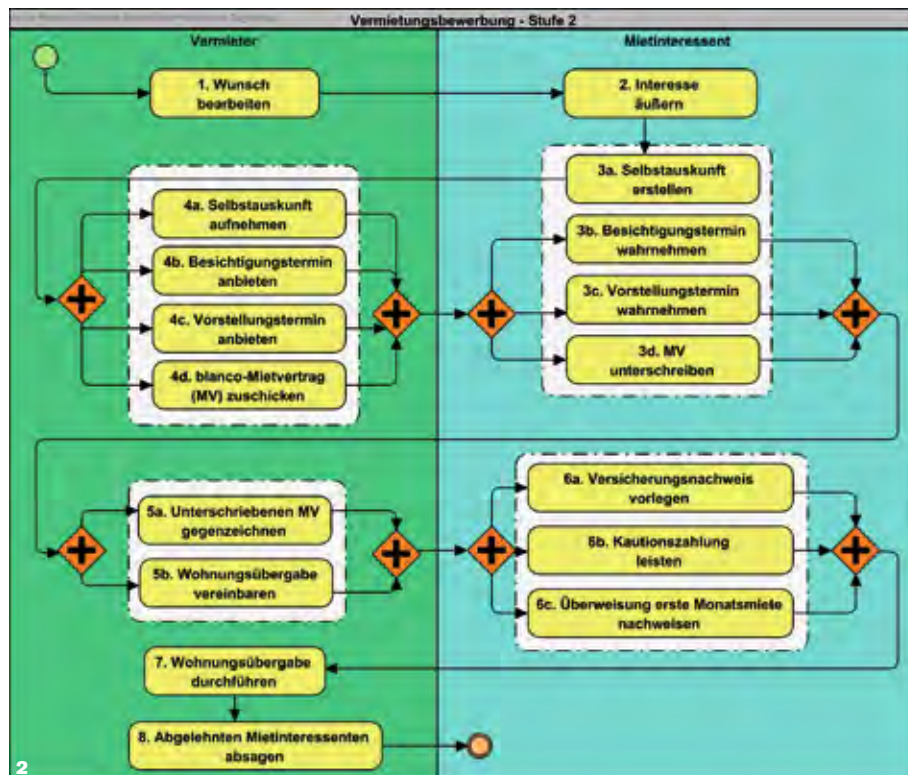
Lösungsansatz

Ein Lösungsansatz soll zum einen möglichst ohne Änderung des BPMN-Standards auskommen, zum anderen aber leicht zu handhaben sein und flexibel auf firmenspezifische Konventionen anpassbar sein. Hier werden beispielhaft zwei Lösungsvorschläge vorgestellt.

Lösung 1: Zusammenfassung der nebenläufigen Tasks zu einer Task mit Teil-Tasks

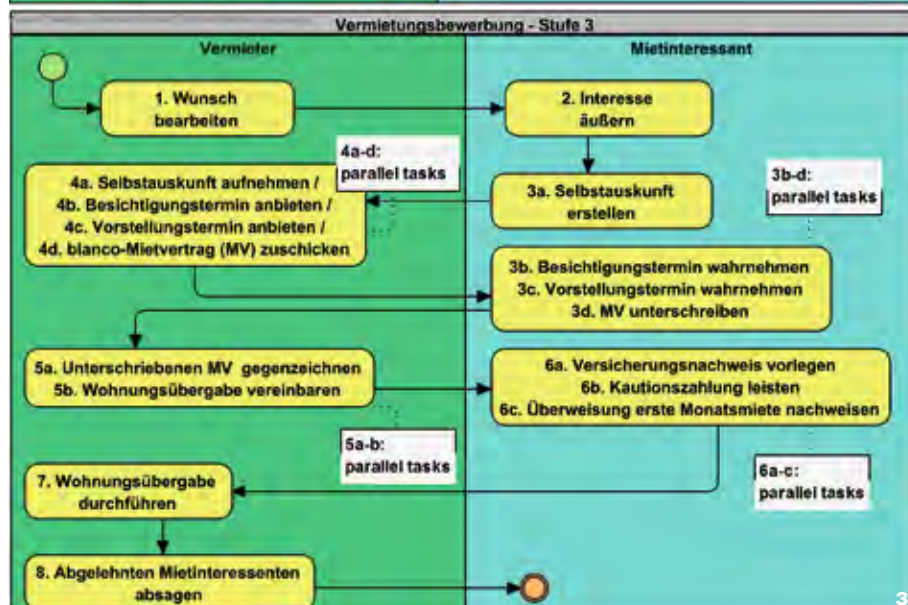
Die Granularität der Modellierung haben wir nicht festgelegt. Wir könnten viel größer, aber auch viel feiner modellieren. Eine Task stellt zunächst einen atomaren (nicht teilbaren) Schritt des Gesamtprozesses dar. Man könnte aber fast jede Task weiter in Sub-Tasks unterteilen, wobei aus der Sicht auf die Gesamttask irrelevant ist, in welcher Reihenfolge (seriell, parallel, usw.) die Teiltasks abgearbeitet werden. Umgekehrt kann man also mehrere Tasks, die nebenläufig ablaufen, mit einem Ober-

begriff zu einer „Super-Task“ zusammenfassen. Dies ist ohne Änderung der Syntax möglich und stellt den Kern von Lösung 1 dar. Der Diagramm-Rahmen einer Task stellt dabei eine Art „Mengensymbol“ dar, das die nebenläufigen Tasks zwar seriell auflistet, durch das Symbol aber eindeutig auf die nebenläufige Logik hinweist: Wenn ich z.B. bei einem Kochrezept schreibe „im 5. Schritt füge man Pfeffer, Salz und Thymian hinzu“, dann ist jedem klar, dass diese drei Zutaten in beliebiger Reihenfolge hinzugefügt werden dürfen. Die Logik dieses Trivial-Beispiel gilt auch für unseren Beispielprozess (Abb. 3).



2 Praxis-Beispiel Stufe 2: Nebenläufige Tasks als solche korrekt mit BPMN darstellen.

3 Praxis-Beispiel Stufe 3a: Nebenläufige Tasks mit Lösungsansatz 1 darstellen.



Man erkennt im Vergleich zu Abbildung 2 sofort, dass bei gleicher Schriftgröße das Diagramm deutlich weniger Platz benötigt, die Pfeile leicht verfolgt werden können und man sich auch nicht Gedanken über die Bedeutung der Gateways machen muss (man sollte immer im Hinterkopf haben, dass sich Diagramm-unkundige Stakeholder solche Diagramme anschauen dürfen und diese sollten nicht abgeschreckt werden).

Lösung 2:

Unter ausschließlicher Verwendung von „Bordmitteln“ der BPMN (man könnte mit UML-Aktivitätsdiagrammen ähnliche Konstrukte erzeugen) haben wir Lösung 1 vorgestellt: Eine Kombination von serieller Darstellung zusammen mit einer Annotation, die auf die Interpretation dieses Diagrammbereichs hinweist. Lösung 2 (Abb. 4) geht etwas weiter und stellt damit eine Verfeinerung von Lösung 1 dar. Wir lassen die Annotationen weg und benutzen pro Super-Task einen Oberbegriff für die Sub-Tasks. Auch wenn die hier verwendeten Begriffe konstruiert klingen (echte Oberbegriffe sind natürlich immer besser), hilft dies. Die meisten Leser dieses Diagramms interpretieren auch ohne den Untertitel mit parallel tasks die Logik so, dass die Sub-Tasks nebenläufig durchgeführt werden können. Der Platzbedarf ist vergleichbar mit Lösung 1.

Prozess-Varianten

Wir haben jetzt noch nicht diskutiert, ob die Reihenfolge der Tasks generell realistisch ist – bzw. bei welchen Firmen dies im Detail wie gemacht wird. Die Praxis zeigt, dass es hier mehr als eine praktizierte Vorgehensweise gibt. Es sei nur darauf hingewiesen, dass z.B. der Pfeil von Sub-Task 3a, der in Abbildung 4 auf Super-Task 4 zeigt, bei Unkenntnis der Abbildungen 1 und 2 nicht klar definiert ist. Dies kann aber Absicht sein, um mehrere best practice-Vorgehensweisen zu erlauben und dem Leser die Freiheit zu geben, sich ohne Gängelung selbst Gedanken über sinnvolle Abhängigkeiten zu machen. Eine Verteilung der Tasks auf die beiden Lanes scheint sich in der Praxis generell durchgesetzt zu haben. Teilweise wird so ein Diagramm noch durch eine weitere Lane für den Makler erweitert.

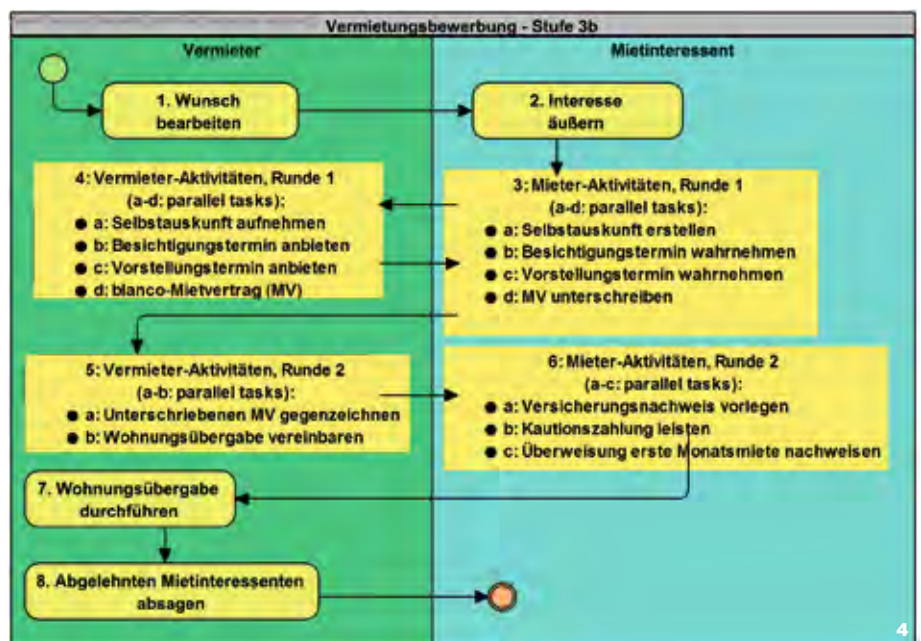
Kooperationspartner

Mit dem NCE (Informatik-Institut der Partner-Uni UFRJ, Brasilien) wurden bereits Kooperationen vereinbart. <

QUELLENVERZEICHNIS

- 01 [BPMN-Spec] Spezifikation, Tools, Tutorials <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/>.
- 02 [ARIS] ARIS-Plattform <http://www.ariscommunity.com/users/has-san210360/2009-09-12-aris-toolset>.
- 03 [Kelch-2008] Kelch, R., Modellierung und Entwicklung von SAP-Dialoganwendungen, SAP-Press, 2. Auflage 2008.
- 04 [Kelch-2014] Kelch, R., Well-Formed Diagramme bei der Geschäftsprozessmodellierung, Forschungsbericht 2014 der Hochschule Augsburg.
- 05 [wf-BPMN] Well-Formed Business Process Diagrams, <http://www.designdecomposition.com/blog/matrix-guide/well-formed-business-process-diagrams/>.
- 06 [wf-Co-Evol] Mantz, F., Taentzer, G., Lamo, Y.: Well-formed Model Co-evolution with Customizable Model Migration, <http://journal.ub.tu-berlin.de/eceasst/article/view/842>.
- 07 [VisAbstr] Chang, S.K., Hua, W. and Yoo, C.W.: Visual Abstraction in the Visual Design Process, Department of Computer Science University of Pittsburgh, Pittsburgh, PA 15260 USA, <http://people.cs.pitt.edu/~chang/365/diag.html>.

4 Praxis-Beispiel Stufe 3b: Nebenläufige Tasks mit Lösungsansatz 2 darstellen.



Wo, wohin, wie schräg? Die Effizienz von Multitouch unter der Lupe

Systematische Effizienzsteigerung von Touch-Displays

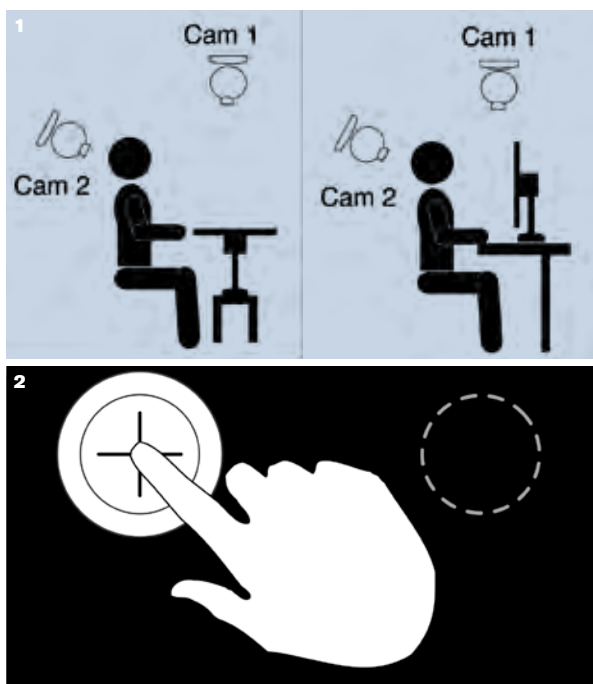
> In der Interaktion mit Smartphones, Tablets und Notebooks ist Multitouch der neue Standard. Die Grundlagenforschung beschäftigt sich mit der Frage, wie schnell sich verschiedene Multitouch-Operationen (Verschieben, Drehen, Vergrößern etc.) in Abhängigkeit von bestimmten Faktoren (Distanz, Größe des Objekts etc.) ausführen lassen (Fitts, 1954). Diese Frage ist insbesondere für solche Spezialanwendungen wichtig, wo Kosten pro Zeit (Fertigung, Logistik) eine Rolle spielen oder hohe Präzision in kürzester Zeit gefragt ist (Medizintechnik, Militärtechnik). Auch in Gestaltung und Marketing spielt Effizienz eine Rolle, denn Studien zeigen, dass Interfaces mit hoher Effizienz in der Regel auch als benutzerfreundlicher und als besser gestaltet empfunden werden (Nielsen, Levy, 1994).

In Kooperation mit der Universität des Saarlandes untersuchen wir die Effizienz von Multitouch-Operationen unter neuen Aspekten: Wo beginnt die Operation auf dem Bildschirm (am Rand, in der Ecke, in der Mitte), in welche Richtung bewegt sich die Operation und welche Neigung hat der Bildschirm (vertikal, horizontal)? Unsere Ergebnisse sind insbesondere für aktuelle und zukünftige Geräteklassen wie Smartphones, Tablets, interaktive Tische und Wände relevant und können dazu beitragen, effizientere und benutzerfreundlichere Schnittstellen – vielleicht sogar automatisiert – zu entwickeln.

Um die Effizienz von interaktiven Bewegungen abzuschätzen, verwendet man immer noch Fitts' Law (Fitts, 1954). Gemäß Fitts' Law hängt die Geschwindigkeit einer Interaktion ab von der zu überwindenden Distanz und der Größe des Ziels. Wo genau auf dem Bildschirm die Interaktion stattfindet (am Rand, in der Mitte, in der linken oder rechten Hälfte) spielt bei Fitts' Law keine Rolle. Genauso irrelevant ist die Körperhaltung (stehend, sitzend, liegend) und wie die Oberfläche relativ zum Benutzer aufgestellt ist (horizontal, vertikal). Es war bislang nicht klar, inwiefern solche Faktoren eine Rolle spielen und wie groß die Effekte sind.

In einer ersten Studie (Nguyen, Kipp 2014), durchgeführt am Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz in Saarbrücken, konnten wir zeigen, dass bei Verschiebungs- und Vergrößerungsoperationen, die mit einer Rotation kombiniert werden (man denke an Fotos, die man auf einem digitalen Tisch mit zwei Fingern verschiebt und vergrößert) eine klare Präferenz festzustellen ist: Bewegungen nach rechts sind deutlich schneller als Bewegungen nach links. Dies widerspricht eindeutig Fitts Law, das keine Unterscheidung nach Bewegungsrichtung zulässt.

Angespornt von diesem Ergebnis richteten wir eine Folgestudie mit weiteren Randbedingungen ein (Nguyen, Kipp 2015). Insbesondere wollten wir vergleichen, wie die Interaktion sich verändert, wenn man statt auf einer horizontalen Oberfläche (Tablet im Schoß oder auf dem Tisch) zu einer vertikalen Oberfläche (touchfähiger Laptopbildschirm) übergeht. Da wir neben den reinen Erfolgszeiten auch an der körperlichen Interaktion interessiert waren, wurden die Sitzungen per Kamera aufgezeichnet (Abb. 1).



1 Vergleich von horizontaler und vertikaler Displayausrichtung.

2 Wie zieht man einen Punkt möglichst schnell in den gestrichelten Zielbereich?



**PROF. DR.
MICHAEL KIPP**

Hochschule Augsburg
Fakultät für Informatik
Tel. +49 821 5586-3509
michael.kipp@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- Mensch-Computer-Interaktion
- Multitouch
- Multimodalität

Forschungsaktivitäten

- Eingeladener Experte beim Unified Annotation Tooling Workshop (NSF) in Sunny Isles, Florida, USA, März 2015.
- Eingeladener Vortrag „Anvil – Efficient Annotation, Videos and Motion Capture“ am Institut LIMSI, Paris, März 2015.
- Gutachter u.a. für den Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (SNF) und Fachzeitschriften wie die ACM Transactions on Intelligent Interactive Systems und Speech Communication (Elsevier).

16 Versuchspersonen nahmen an dieser immerhin 75 Minuten dauernden Sitzung teil, bei der ausschließlich Punkte von einem Ausgangspunkt zu einem Zielpunkt geschoben werden sollten (Abb. 2). Ausschlaggebend für die Analyse war, wie lange man jeweils hierfür benötigt – es wurden also die entsprechenden Zeiten aufgezeichnet.

Es wurde auf einem Raster von 4x5 Punkten gearbeitet, um sicherzustellen, dass von allen Personen die gleiche Palette an Richtungen und Distanzen vorlagen. Insgesamt ergaben sich für alle Rasterpunkte, alle Distanzen (2,5 cm, 5cm, 10cm und 20cm) und alle Richtungen (8 Richtungen in 45°-Schritten) 388 verschiedene Konfigurationen. Jede Konfiguration musste von jeder Versuchsperson in jeder Bildschirmneigung (horizontal, vertikal) mindestens einmal durchgeführt werden.

Resultate

Nach Analyse der Ergebnisse konnte klar gezeigt werden, dass sich auf der horizontalen Fläche wesentlicher effizienter arbeiten ließ als auf der vertikalen. Für alle Rasterpunkte berechneten wir die mittlere Effizienz (den sogenannten Throughput) und konnten so den Bildschirm als Heat Map darstellen (rot = hohe Effizienz, blau = niedrige Effizienz) wie auf Abbildung 3 zu sehen.

Auch in den Fragebögen, die begleitend zur Studie ausgegeben wurden, zeigte sich eine deutliche subjektive Präferenz für die horizontale Displayausrichtung. Die Probanden fanden, dass die horizontale Ausrichtung eine leichtere, bequemere, schnellere und präzisere Ausführung der Aufgaben erlaubte.

Ähnlich interessant war die Frage, ob bestimmte Bildschirmregionen (Ecken, Ränder, Zentrum) effizienter sind als andere. Hier fanden wir – allerdings nur für die horizontalen Displays – dass die linke untere Ecke die performanteste Ecke ist und dass der untere Rand überdurchschnittlich performant ist.

Die Frage, ob bestimmte Bewegungsrichtungen besser sind als andere, lässt sich nicht mit einer einfachen Formel beantworten. Stattdessen haben wir Performanzkarten mit Vektoren angefertigt (Abb. 4), wo die jeweils beste (= performanteste) Richtung in rot und die schlechteste in blau angezeigt wird.

Wir zeigen hier nur die Karte für vertikale Displays: Die Sterne zeigen, wie (statistisch) signifikant die Performanzunterschiede sind. Interessant ist hier, dass für viele Regionen eine Aufwärtsbewegung am effizientesten ist, was gerade beim vertikalen Display nicht unbedingt intuitiv ist (da die Schwerkraft Bewegungen nach unten begünstigt).

Zusätzlich zu den Performanzzeiten wurden die Videos ausgewertet, u. a. um festzustellen, warum die horizontale Displayausrichtung sowohl in Fragebögen als auch in der Zeitmessung besser abschneidet. Relevant ist dabei die Frage, welche Gelenkpunkte des Arms in einer Bewegung verwendet werden: Schulter, Ellbogen, Handgelenk. Die Videoanalyse ergab: Beim horizontalen Display wurde signifikant häufiger mit dem Handgelenk oder aus dem Ellbogen gearbeitet. Bei vertikalen Displays wurde häufig der gesamte Arm, also alle Gelenke, bewegt. Ersteres ist Studien zufolge wesentlich ökonomischer und führt daher zu effizienteren Abläufen.

Konklusion

Unsere Studie konnte auf der internationalen Konferenz INTERACT 2015 überzeugen: Sie wurde dort als bester Konferenzbeitrag mit dem begehrten Best Paper Award ausgezeichnet. Mit unserer Forschung konnten wir zeigen, dass wir mit Hilfe von Grundlagenforschung Benutzerschnittstellen für Touch wesentlich effizienter gestalten können. Betrachtet man einige existierende Interface-Entscheidungen, lassen sich positive und negative Beispiele finden. So ist z.B. der Windows-Start-Button sehr gut positioniert, weil die linke untere Ecke besonders performant ist. Auch das „Dock“ auf dem Mac ist am unteren Rand sehr gut platziert, da dieser ebenfalls besser abschneidet als die anderen Ränder. Ungünstig ist die Entscheidung, die „Windows-Charms-Bar“ (Windows 8) an den rechten Rand zu legen, da dieser eher schlecht abschneidet.

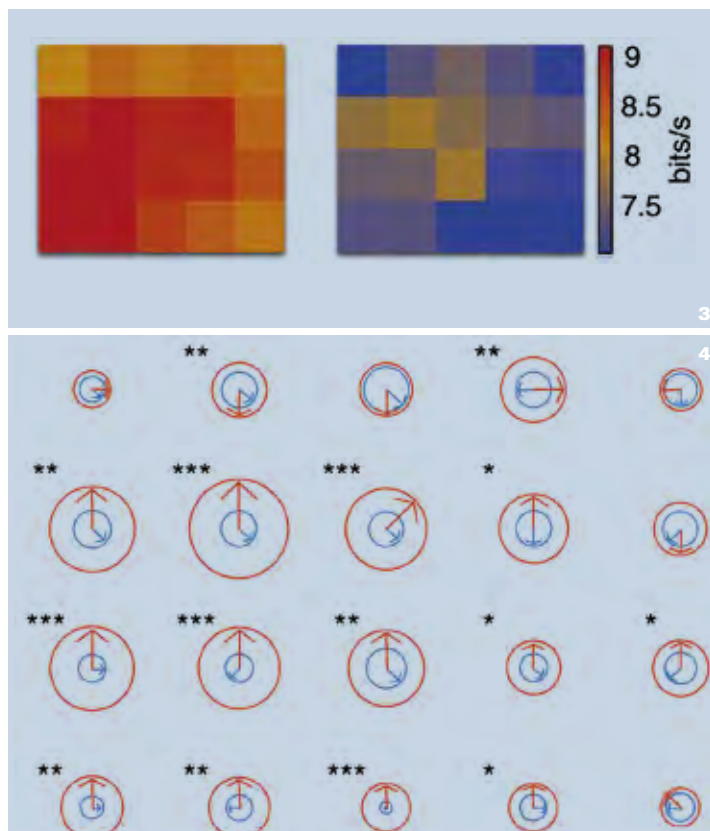
Wichtig ist prinzipiell die Erkenntnis, dass verschiedene Regionen verschieden effizient sind. Mindestens ebenso wichtig ist die Erkenntnis, dass die Lage des Displays (horizontal, vertikal) bzw. – allgemein gesprochen – die relative Lage des Benutzers zum Display eine wesentliche Rolle spielt, welche Region wie effizient ist.

Für die Praxis bedeutet dies, dass existierende Interfaces, insbesondere wenn sie zeitkritisch sind oder hohe Präzision erfordern, auf diese Ergebnisse hin abgeklopft werden müssen. Für die Zukunft ist vorstellbar, dass Interfaces vollautomatisch optimiert werden, so dass wichtige Elemente in hochperformante Regionen gesetzt werden oder dass Elemente in weniger performanten Regionen beispielsweise vergrößert angezeigt werden, um diesen Nachteil auszugleichen. Bei dieser Automatisierung müssen Kontextfaktoren wie Bildschirmgröße und -neigung sowie Lage des Benutzers mit einbezogen werden.

Wir hoffen, mit unseren Studien Meilensteine in Sachen Multitouch-Performanzanalysen gesetzt zu haben und planen weitere Studien, die verschiedene Displaygrößen, -Positionierungen und Touch-Operationen mit einbeziehen. <

LITERATUR

- 01 Fitts, P.M. (1954) The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. In: Journal of Experimental Psychology 47, S. 381–391.
- 02 Nguyen, Q., Kipp, M. (2015) Where to Start? Exploring the efficiency of translation movements. In: Proceedings of the 15th IFIP TC13 Conference on Human-Computer Interaction (INTERACT). **Best Paper Award.**
- 03 Nguyen, Q., Kipp, M. (2014) Orientation Matters: Efficiency of translation-rotation multitouch tasks. In: Proceedings of the ACM CHI Conference on Human Factors in Computing Systems.
- 04 Nielsen, J., Levy, J. (1994) Measuring usability: Preference vs. performance. In: Commun. ACM 37(4), S. 66–75.



- 3 Performanz pro Rasterpunkt auf dem horizontalen bzw. vertikalen Display: Rot bedeutet hohe Performanz, blau heißt niedrige Performanz.
- 4 Performanzunterschiede der verschiedenen Bewegungsrichtungen. Nur die beste Richtung (rot) und die schlechteste Richtung (blau) sind dargestellt.



Neue Horizonte entdecken

Mit Giro MaX ganz einfach: MasterCard Gold für den perfekten Auslandsaufenthalt oder Banking-Apps für den schnellen Blick auf Ihre Finanzen. Und solange Sie in Ausbildung sind, ist Giro MaX kostenfrei!

Alle Infos unter ssa.de/giromax oder in jeder Geschäftsstelle.

Konfigurierbare Rechnerarchitekturen für die Echtzeit-Bildverarbeitung

Hocheffiziente Computer-Vision-Systeme

> Hardware, Software, Hardware-Beschleuniger und Multi-Core-CPU's – die kleinen, handlichen Smartphones und Tablet-Computer bieten trotz beschränkter Batteriekapazitäten immer schickere Grafikeffekte, höhere Bildauflösungen und rechenaufwendige Funktionen wie die Echtzeitverschlüsselung oder Bild- und Spracherkennung. Damit dies alles möglich ist, sind in solchen Geräten hochkomplexe "System-on-Chips" verbaut, die mehrere

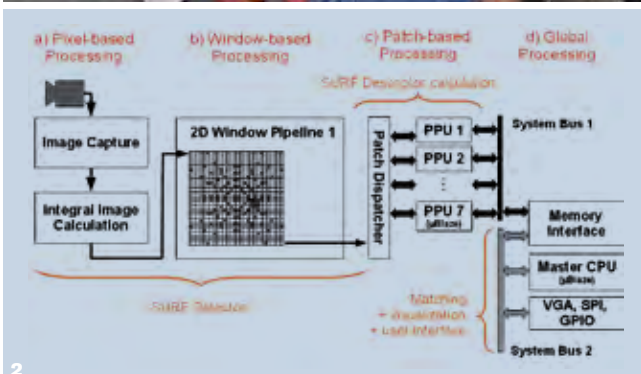
Prozessorkerne und hocheffiziente Hardwaremodule für Spezialaufgaben enthalten. Die Arbeitsgruppe "Effiziente Eingebettete Systeme" (EES) befasst sich speziell mit der Entwicklung und Optimierung komplexer Systeme aus Soft- und Hardware-Komponenten. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der Entwicklung von Spezial-Hardwarestrukturen, die mithilfe von programmierbaren Logikbausteinen (FPGAs) realisiert werden.

Aktuelle FPGA-Bausteine ("field-programmable gate arrays") erlauben die Realisierung von Schaltungen mit bis zu 50 Mio. Gatterfunktionen. Das sind ungefähr 700 mal so viele wie ein Intel 80386-Prozessor besitzt – ein vollwertiger 32-Bit-Prozessor, der vor gut 20 Jahren die als leistungsfähig geltenden PCs und Workstations antrieb. FPGA-Bausteine mit solch gewaltigen Kapazitäten eröffnen viele Möglichkeiten. Für den Entwickler ist es jedoch eine große Herausforderung, die Kapazität sinnvoll zu nutzen. Aktuell vorherrschende Rechnerarchitekturen und Design-Tools gehen noch immer von einer Systemarchitektur mit einem gemeinsamen System-Bus aus, an den eine zunehmende Anzahl an CPU-Kernen und Spezialmodulen gekoppelt ist. Hier stellt der gemeinsame Systembus einen Flaschenhals dar, der trotz weiter steigender FPGA-Kapazitäten die erreichbare Systemleistung begrenzt.

Foto: Christina Bleier



1



2

- 1 Test eines ASTERICS-Systems: Das Demo-System zur Verkehrsschild-Erkennung ist komplett innerhalb eines einzigen FPGA-Bausteines realisiert.
- 2 Block-Diagramm eines komplexen ASTERICS-Systems zur Erkennung optischer Objekte. Das in [1] vorgestellte System gilt als eine der weltweit effizientesten Implementierungen des SURF-Detektor-Algorithmus.

ASTERICS und ParaNut – Grundlagen hocheffizienter, komplexer Computer-Vision-Systeme

Hier setzt das an der Hochschule Augsburg im Verlauf der vergangenen Jahre entwickelte ASTERICS-Framework an ("Augsburg Sophisticated Toolbox for Embedded Real-time Image Crunching Systems") [2]. Es wurde speziell für komplexe Bildverarbeitungsaufgaben entwickelt und erfordert nicht mehr die klassische Trennung von Bildvorverarbeitung (typischerweise durch Hardware beschleunigt) und der Bildinterpretation (typischerweise in Software implementiert). Abbildung 1 zeigt ein Ein-Chip-Demosystem in Aktion. Die Struktur eines anderen kompletten Objekterkennungssystems, vorgestellt auf der IEEE International Conference on Field Programmable Logic and Applications (FPL) 2014, zeigt die Abbildung 2. Die Blöcke "PPU 1", "PPU 2", "PPU 7" und "Master CPU" stellen Prozessoren dar, auf denen Software ausgeführt wird. Zu erkennen ist, dass die dargestellten Komponenten nicht über einen einzigen gemeinsamen Systembus miteinander verbunden sind, sondern eine Struktur mit vielen kleineren Verbindungen gewählt wurde, die für diese spezielle Aufgabe optimiert ist. Das ASTERICS-Framework erlaubt derartige flexible Strukturen.

In vielen Fällen ist eine Hardwareimplementierung nicht die beste Lösung, um einen komplexen Algorithmus zu beschleunigen. Für gut parallelisierbare Software wird an der Hochschule an einer eigenen 32-Bit-RISC-Prozessor-Architektur gearbeitet. Der ParaNut-Prozessor ist kompatibel zur OpenRISC-Architektur, Software kann mit der bekannten GCC-Toolkette entwickelt werden. Die ParaNut-Architektur ist besonders für hochgradige Parallelität optimiert und für die konkrete Aufgabe anpassbar [3]. In der aktuellen Version erreicht der ParaNut im CoreMark-Benchmark noch mit bis zu acht Kernen einen nahezu idealen Speedup. Mit acht Kernen ist er ungefähr fünfmal so schnell wie ein OpenRISC-1200-Prozessor bei gleicher Taktfrequenz.

Linien- und Objekterkennung in Echtzeit mittels Hough-Transformation

In der Bildverarbeitung ist die Erkennung von einfachen Formen wie Linien, Kreise und Ellipsen in einem Bild ein erster Arbeitsschritt für viele Algorithmen zur Objekterkennung. Mit Hilfe der Hough-Transformation können solche Formen zuverlässig erkannt werden. Am einfachsten lässt sich das Prinzip der Hough-Transformation am Beispiel der Linienerkennung erläutern. In Abbildung 4 ist schrittweise dargestellt, wie eine Linie mit der Geradengleichung $y = m \cdot x + t$ erkannt werden kann. Mit der Hough-Transformation werden die Punkte A, B, und C auf der Linie l (Abb. 4a) in den Parameterraum überführt (Abb. 4b), der nicht x und y als Koordinatenachsen verwendet, sondern die Steigung m und den Versatz t.

Nun werden Geradenscharen durch die Punkte A, B, und C angenommen, die Parameter m und t berechnet und als Punkte in den Parameterraum (Abb. 4b) eingetragen. Daraus ergeben sich die Linien A', B' und C'. Die drei Linien schneiden sich in dem Punkt l', der die Parameter m und t der Geraden l im Eingabebild (Abb. 4a) repräsentiert, die alle drei Punkte A, B und C enthält. Ein Punkt im Eingabebild kann also durch eine Linie im Parameterraum dargestellt werden, wobei ein Punkt im Parameterraum auch eine Linie im Eingabebild repräsentiert. Um dies für die Erkennung von Linien in der Bildverarbeitung zu verwenden, wird ein Akkumulatorarray verwendet (Abb. 4c). In dem Akkumulatorarray wird der Wert jedes Punktes um 1 erhöht, für jede Linie des Parameterraums, die ihn kreuzt. Dadurch wird das globale Erkennungsproblem, eine Linie im Eingabebild zu finden, zu einer einfachen Maximumsuche im Akkumulatorarray.

Bei der Implementierung der Hough-Transformation wird als Eingabebild ein binäres Kantenbild verwendet, wobei Kanten durch weiße Punkte dargestellt werden. Die oben aufgeführten Rechenschritte müssen dann nicht nur für drei, sondern für eine Vielzahl solcher Punkte durchgeführt werden. Dadurch steigt die Komplexität, der Speicherbedarf und die Anforderungen an die Hardware enorm, vor allem bei Echtzeitanwendungen.



**PROF. DR.
GUNDOLF KIEFER**

Hochschule Augsburg
Fakultät für Informatik
Tel. +49 821 5586-3329
gundolf.kiefer@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- Embedded Systems
- Bildverarbeitung und Computer Vision
- FPGA-Entwicklung
- Betriebssysteme



MICHAEL SCHÄFERLING M. SC.

michael.schaeferling@
hs-augsburg.de

Kooperationspartner

- Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung (IGD), Rostock
- Opdi-Tex GmbH, Eresing
- FORTECH Software GmbH, Rostock
- Mixed Mode GmbH, Gräfelfing/München

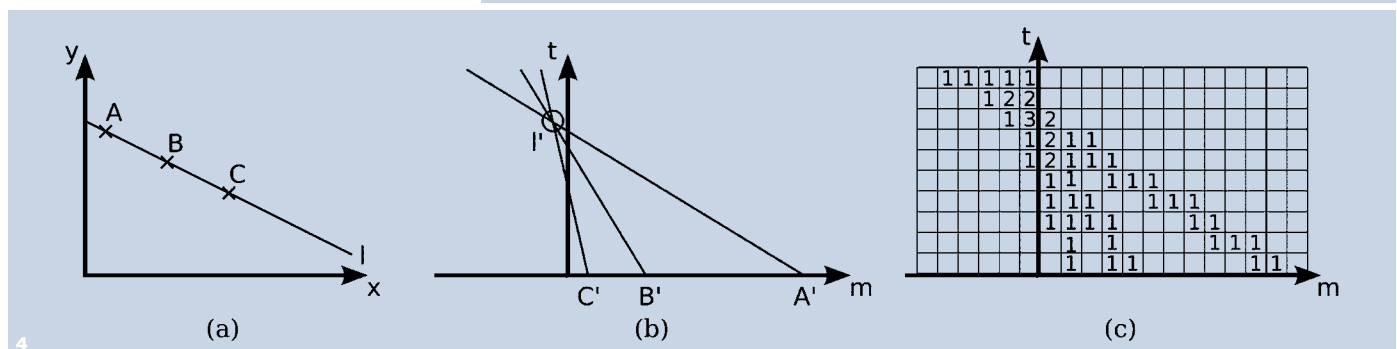
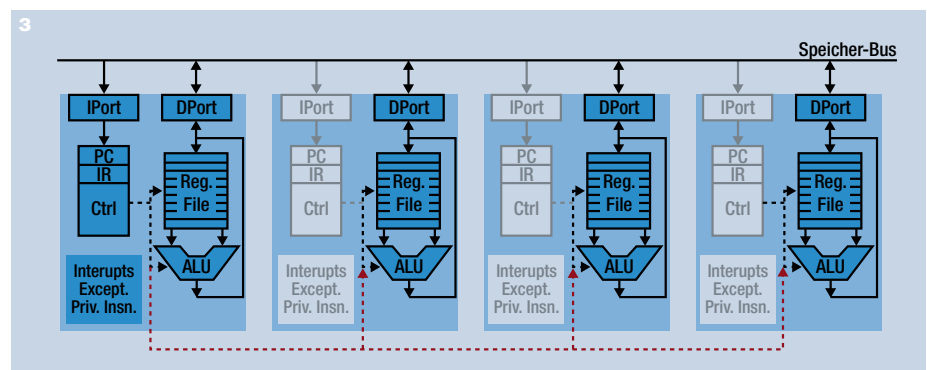
Für die Linienerkennung wurde ein Hardware-Modul entwickelt, das die Hough-Transformation in Echtzeit durchführt. Dieses Modul ist in das ASTERICS-Framework integriert und wurde in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Institut für Grafische Datenverarbeitung (IGD) weiterentwickelt, um Linien auf dem Bild einer Fischaugenkamera erkennen zu können [4]. Ziel ist es, die Berechnungen eines mobilen Geräts zur Indoor-Navigation zu beschleunigen. Des Weiteren wird ein Modul für das ASTERICS-Framework entwickelt, das die generalisierte Hough-Transformation in Echtzeit durchführen kann. Damit lassen sich beliebige Formen erkennen, wodurch sich viele weitere Anwendungsmöglichkeiten ergeben.

Industrielle Bildverarbeitung mit hochauflösenden Zeilenkameras

In industriellen Anlagen spielt die schnelle und präzise Verarbeitung von Bildinformationen eine wichtige Rolle. Eine Anwendung ist beispielsweise die optische Qualitätskontrolle bei der Überwachung von Förderbändern und der darauf befindlichen Werkstücke. Auch die Position oder Ausrichtung von Bauteilen kann hierdurch erkannt und für weitere Komponenten (z.B. einem Roboterarm) zur Verfügung gestellt werden. Eine Möglichkeit, benötigte Bilddaten zu erfassen, ist die Verwendung von Zeilenkameras. Da die Auflösung und somit auch die Präzision dieser Kameras ständig steigt, wächst auch die Anzahl der entstehenden Daten. Das ASTERICS-Framework wird aktuell so erweitert, dass Daten aus Zeilenkameras effizient verarbeitet werden können. Die Rohdaten der Kamera werden verarbeitet, noch bevor sie in einer CPU weiter ausgewertet werden. Die CPU wird durch den Einsatz von FPGA-Ressourcen also deutlich entlastet.

Die verwendeten Algorithmen können je nach Komplexität einen großen Speicherbedarf zur Pufferung der Bilddaten haben. Da die Kapazität des FPGA-internen schnellen Speichers (Block-RAM) hierfür schnell überschritten werden kann, ist auch die effiziente Ansteuerung eines externen RAM-Bausteins mit größerer Speicherkapazität ein Ziel des Projektes.

Dieses Projekt wird in enger Kooperation mit der Firma Opdi-TeX GmbH durchgeführt, die komplexe Kamerasysteme entwickelt. Diese werden als Flächenkameras, Zeilenkameras, Stereokameras oder telezentrische Kameras eingesetzt. Mit den entstehenden Hardware-Modulen soll das ASTERICS-Framework erweitert werden und erhält so die Fähigkeit, neben Flächenkameras auch mit Zeilenkameras umgehen zu können.



3 Ein ParaNUT-Prozessor mit vier Kernen: Wie bei konventionellen Prozessoren (CPUs) lassen sich nicht benötigte Einheiten im Betrieb deaktivieren. Beim ParaNUT lassen sie sich in Zukunft auch komplett entfernen, um mit der eingesparten Chipfläche noch mehr parallele Rechenkerne („Cores“) zu realisieren.

4 Beispiel für Linienerkennung mit der Hough-Transformation; (a) Eingabebild; (b) Parameterraum; (c) Akkumulatorarray.

Fazit und Ausblick

Um aufwändige Bildverarbeitungsoperationen auch mit stromsparender und mobiler Embedded-Hardware durchführen zu können, werden oftmals FPGAs zur Bild(vor)verarbeitung genutzt. Obwohl die Kapazität und damit die Leistungsfähigkeit solcher programmierbarer Logikbausteine immer weiter steigt, stellt es eine enorme Herausforderung für System-Designer und Entwickler dar, dieses wachsende Leistungspotential effizient zu nutzen.

Das ASTERICS-Framework setzt hier an und wirkt bei der Implementierung eines komplexen Systems unterstützend mit, indem es auf verschiedenste Aufgabenstellungen aus der Bildverarbeitung optimal angepasst werden kann. Als modularer Baukasten bietet das Framework zum einen Module für herkömmliche Operationen zur Bildvorverarbeitung. Es beinhaltet jedoch auch Hardwarestrukturen, um aufwändige Algorithmen, z.B. zur Erkennung von Objekten, effizient und echtzeitfähig realisieren zu können. Für Algorithmen, die besser in Software abzubilden sind, bietet sich der ParaNut-Prozessor an. Dieser ist für parallele Befehlsabarbeitung optimiert und bietet durch Konfigurationsoptionen die Möglichkeit, das Prozessordesign optimal an die aktuelle Aufgabe anzupassen. Die Arbeitsgruppe bietet somit umfangreiche Komponenten, um selbst komplexe echtzeitfähige Bildverarbeitungssysteme zu entwickeln.

Das ASTERICS-Framework soll noch erweitert werden, das Bedienungskonzept optimiert und verschiedene Plattformen unterstützt werden. Zudem wird die Weiterentwicklung des ParaNut-Prozessors als quelloffene, flexible und leistungsstarke Rechnerarchitektur verfolgt. In allen Bereichen ist die Arbeitsgruppe bestrebt, die Kooperationen mit der Industrie weiter auszubauen. <

PUBLIKATIONEN

- 01 Matthias Pohl, Michael Schäferling, Gundolf Kiefer: „An Efficient FPGA-based Hardware Framework for Natural Feature Detection and Related Computer Vision Tasks“, FPL 2014
- 02 Gundolf Kiefer, Michael Seider, Michael Schäferling: „ParaNut - An Open, Scalable, and Highly Parallel Processor Architecture for FPGA-based Systems“, embedded world Conference, Nürnberg, 25. Februar 2015
- 03 Michael Schäferling, Markus Bihler, Matthias Pohl, Gundolf Kiefer: „ASTERICS – An Open Toolbox for Sophisticated FPGA-Based Image Processing“, embedded world Conference, Nürnberg, 26. Februar 2015
- 04 Markus Bihler, Matthias Vahl, Tom Krause, Gundolf Kiefer: „Real-time Line Detection in Omnidirectional Images with an FPGA for Monitoring and Reporting Applications in Production Processes“, Go-3D Konferenz, Rostock, 3. September 2015



MARKUS BIHLER B. ENG.

markus.bihler@hs-augsburg.de



ANDREAS GAREIS B. ENG.

andreas.gareis@hs-augsburg.de

DIE ARBEITSGRUPPE „EFFIZIENTE EINGEBETTETE SYSTEME“

Neben der inhaltlichen Arbeit und den Industriekooperationen ist die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses ein wichtiges Anliegen der Arbeitsgruppe. So besteht u.a. für interessierte Studierende regelmässig die Möglichkeit, Projekte im Rahmen des Studienganges „Master of Applied Research“ durchzuführen. Häufig konnten Studierende ihre Arbeiten auch auf internationalen oder nationalen Fachtagungen präsentieren.

User-Experience-Optimierung im Online-Shopping-Umfeld

Wie Emotionen auf Kaufprozesse Einfluss nehmen

> Entwickler und Betreiber von Online-Shops versuchen immer mehr, das individuelle Nutzungserlebnis ihrer Anwender bereits im Anforderungsmanagement zu berücksichtigen (Puscher, 2009). Die Automation in Usability Engineering Group (AUE) der Hochschule Augsburg hat einen Gesamtansatz konzipiert, um die User Experience zukünftiger E-Commerce-Umgebungen in Abhängigkeit vom Kontext und vom Nutzerverhalten adaptiv und dynamisch zur Laufzeit zu optimieren. Dieser Ansatz wird derzeit schrittweise umgesetzt. Hierfür werden Evaluationsmethoden benötigt, die auf Basis adäquater Analyse-Verfahren geeignete Kriterien zur Optimierung des Shopping-Erlebnisses ermitteln. Der in diesem Artikel vorgestellte Evaluationsansatz basiert auf der Annahme, dass sich eine ganzheitliche User Experience (UX) sowohl aus objektiv validierbaren Usability-Kriterien als auch aus einer subjektiv emotional geprägten Bewertungskomponente des Nutzungserlebnisses zusammensetzt (Schmidts, 2009), (Law, 2009). Aus diesem Grund wurde ein Verfahren entwickelt, das beide Komponenten im Evaluationsprozess integriert. Im Zuge einer Studie mit 20 Probanden konnten aufschlussreiche, teilweise auch ungewöhnliche Erkenntnisse gewonnen werden. Eine Langversion dieses Artikels wurde auf dem Forum Medientechnik, St. Pölten, Österreich veröffentlicht (Glovotz, Martin 2014).

Im Rahmen des Projektes Adapt_UX der Forschungsgruppe Automation in Usability Engineering (AUE) entsteht derzeit in Zusammenarbeit mit Anwendungspartnern ein prototypisches Framework zur teilautomatischen Entwicklung und Pflege von Echtzeit-adaptiven Webshop-Systemen. Die für das Framework entwickelten Methoden und Verfahren und die einzelnen Entwicklungswerkzeuge sind strukturell unabhängig von der jeweiligen Webshop-Domäne. Der inhaltliche Fokus für das Zielsystem liegt derzeit auf den konsumorientierten Branchen Kosmetik/Beauty sowie Mode/Design/Lifestyle, also auf Branchen, bei denen neben inhaltlichen und wirtschaftlichen Aspekten für die Kaufentscheidung auch die User Experience und besonders das emotionale Erleben während des Aufenthalts im Shop von großer Bedeutung ist.

Dabei sind sowohl die rationalen Entscheidungen und Verhaltensweisen, wie auch die Emotionen, die den Auswahl- und Entscheidungsprozess auf einer bestimmten Website beeinflussen, abhängig vom individuellen Profil, dem persönlichen Hintergrund und sozialen Milieu einer bestimmten Zielgruppe sowie dem jeweiligen Situations- und Geräte-Kontext. Auch die aktuelle Stimmung, in der die Auswahl- und Kaufinteraktionen stattfinden und die während der Auswahl bewusst oder unbewusst durchlaufenen Gefühle beeinflussen die User Experience und spielen daher eine wichtige Rolle. Es kann sich auch wirtschaftlich lohnen, die unterschiedlichen Zielgruppen rasch zu erkennen und durch individuelle Adaption zum Verweilen und Kaufen im Webshop anzuregen.

Konzeption einer Architektur zur adaptiven UX-Optimierung

Ziel des 2013 gestarteten Projektes Adapt_UX ist die Realisierung einer Webshop-Architektur, die dies alles erkennt und berücksichtigt. Durch individuelle dynamische Anpassung der angebotenen Inhalte, der Navigationsstruktur, der Usability und der audiovisuellen ästhetischen Präsentation soll sie die User Experience so steuern, dass das Interesse und die Zufriedenheit des Benutzers möglichst lange anhält und so die Wahrscheinlichkeit eines oder mehrerer Kaufabschlüsse steigt. Im Projekt widmen wir uns besonders der Integration, intelligenten Kombination und simultanen Auswertung der bestimmenden Faktoren im Rahmen einer prototypischen Echtzeit-adaptiven Webshop-Architektur und daraus abgeleiteter konkreter Webshop-Prototypen in den ausgewählten Domänen sowie in der Bereitstellung geeigneter Entwicklungswerkzeuge.

Um die mit diesem Ziel verbundenen Herausforderungen zu bewältigen, setzt das Projekt auf eine mehrphasige Entwicklungsstrategie:

- Umfassende Recherche des State-of-the-Art und Labor-Analyse der harten und weichen Faktoren, die die User Experience in Webshops allgemein, abhängig von der Branche, abhängig von der (demographischen) Zielgruppe, abhängig vom individuellen Benutzer und abhängig vom Situations- und Geräte-Kontext steuern. Der vorliegende Beitrag stellt erste Ergebnisse von Phase 1 vor.
- Eine neuartige Verhaltens-Tracking-Plattform (Abb. 1), die aus unterschiedlichsten Daten- und Signalquellen (fortgeschrittene Techniken zur Usability- und User-Experience-Evaluation) und durch direkte Beobachtung des Users (mit dessen Einverständnis) die aktuelle Stimmung und Gefühlslage erkennt und an die Steuerungskomponente weiter gibt.
- Aufbau einer Echtzeit-adaptiven Webshop-Architektur mit Pattern- und Szenario-basiertem Entwicklungs-Repository, einer Echtzeit-Steuerungskomponente und einer Generierungskomponente mit Schnittstellen zur Inhaltsdatenbasis. Die Architektur erlaubt es, auf der Basis vorab modellierter Use-Cases, variabler Task-Workflows, Webshop-spezifischer User Interface Patterns und individuell anpassbarer Präsentations-Patterns, vor Beginn des Webshop-Besuchs und in Echtzeit während des Shopping-Erlebnisses die inhaltlichen, strukturellen und Präsentations-Eigenschaften des Shops anzupassen und zu verändern. Zur Umsetzung dieser Phase setzen wir unter anderem das in unserer Forschungsgruppe entwickelte PaM-GIS-Framework (Engel & Martin, 2009) ein.

- Auswahl und Anpassung geeigneter Remote-Tracking- und Beobachtungs-Verfahren für den Einsatz in den Zielprototypen. Dazu wird festgelegt, welche der Beobachtungs- und Analyse-Möglichkeiten mit vertretbarem Aufwand und unter Beachtung von Datenschutzaspekten für einen breiten Einsatz in kommerziellen Systemen geeignet sind. Hierbei muss überprüft werden, inwieweit auch Eyetracking- und videobasierte Gesichtsanalyse durch serverbasierte Lösungen, Web-Services oder Client-seitige Software-Plugins in das Zielsystem integriert werden können.

Evaluationsansatz

Der in der ersten Entwicklungsphase durchgeführte Evaluationsansatz beruht auf der Annahme, dass eine ganzheitliche User Experience sowohl objektiv-validierbare als auch subjektiv-emotional geprägte Bewertungskriterien umfasst. Auf Basis emotionspsychologischer und softwareergonomischer Kriterien wurden fünf Verfahren identifiziert, die jeweils einen ganz speziellen Aspekt der wahrgenommenen User Experience erfassen, um die hierbei gewonnenen Ergebnisse in einem einheitlichen Evaluationsansatz verwenden zu können (Rothermund, 2011), (Ekman, 1999), (Sarodnick & Brau, 2011), (Eriksson & Simon, 1993). Diese Verfahren sind Eye-Tracking (quantitative Datenanalyse), Automatisierte Gesichtsemotionserkennung (quantitative Datenanalyse), vgl. Bild 2, Quantitative Bewertung eines UX-Fragebogens (quantitative Datenanalyse), Concurrent-Think-Aloud-Protocol (qualitative Datenanalyse) und Qualitative Bewertung des UX-Fragebogens (qualitative Datenanalyse).



**PROF. DR.-ING.
CHRISTIAN MÄRTIN**

Hochschule Augsburg
Fakultät für Informatik
Tel. +49 821 5586-3454
christian.maertin@hs-augsburg.de

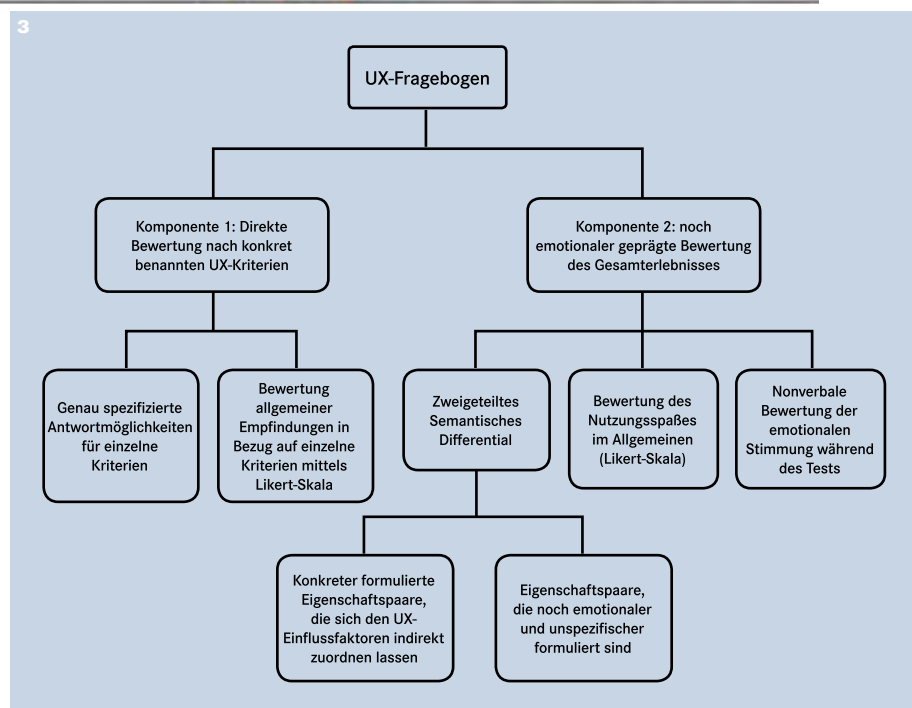
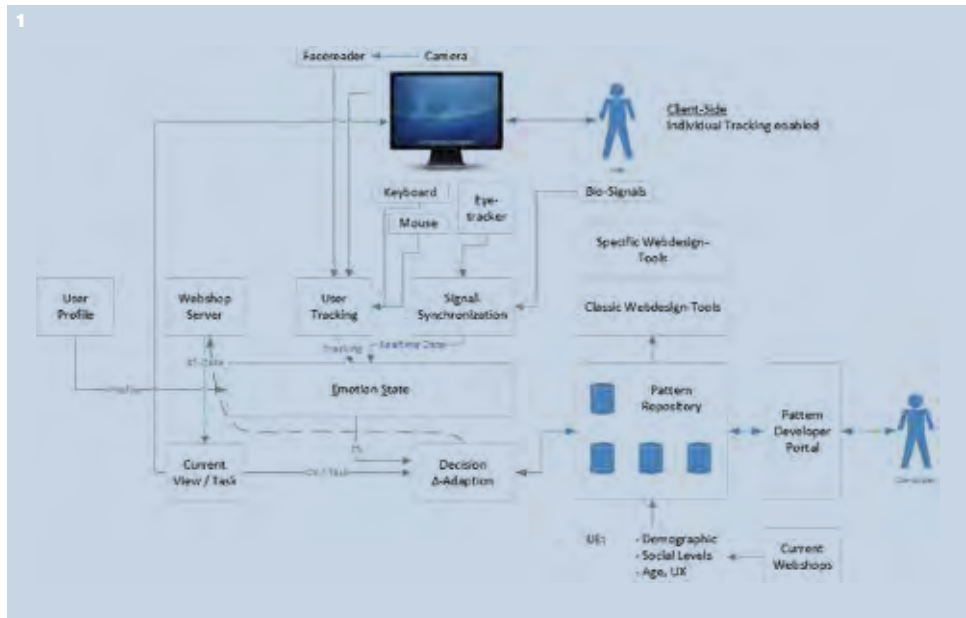
Fachgebiete

- Rechnerarchitektur
- Intelligente Systeme
- Mensch-Maschine-Interaktion
- Software-Technik



MARCEL GLOVOTZ M.SC.

marcel.glovotz@hs-augsburg.de



- 1 Adapt_UX Architektur-Grobenwurf.
- 2 Einsatz der Face-reader-Software.
- 3 Strukturierung des speziell konzipierten UX-Fragebogens.

Mit der Analyse eines selbst konzipierten UX-Fragebogens konnten sowohl eine allgemein gefasste Bewertung des Gesamterlebnisses als auch eine direkte und konkretisierte Bewertung der User Experience nach einzelnen spezifizierten Usability-Kriterien durchgeführt werden (siehe Abb. 3). Dadurch lassen sich subjektive Nutzer-Beurteilungen zu unterschiedlichen UX-Aspekten erheben und quantifizieren. (Glovotz, 2014). Um die Bewertung des Fragebogens automatisiert durchführen zu können wurde eine Webapplikation entwickelt, die die Ergebnisse des Fragebogens quantitativ berechnet und strukturiert aufbereitet. Zwar wurde diese Applikation lediglich zur Bewertung der bereits beantworteten Fragebögen eingesetzt, dennoch besteht die Möglichkeit, die Software für weitere Online-Usability-Studien einzusetzen, um zukünftig auch große Personengruppen über das Internet ansprechen zu können.

Methodik

Im Rahmen einer empirischen Untersuchung der User Experience wurde das Verhalten von insgesamt 20 Probanden (10 männliche, 10 weibliche) mittels eines Usability-Tests untersucht. Ebenso wurde eine Differenzierung des vom jeweiligen Shop angebotenen (gender-typischen) Produktsortiments vorgenommen (Petzold & Kerl, 2007), (Van Slyke et al., 2002). Der Grund für die getrennte Analyse männlicher und weiblicher Probanden liegt u.a. in den

emotionspsychologischen Unterschieden der beiden Geschlechtsgruppen, wie z. B. beim Selbstbericht sowie der Selbsteinschätzung der Gefühle, insbesondere aber der Emotionsexpression (Petzold & Kerl, 2007), (Timmers et al., 1998), (Chentsova-Dutton & Tsai, 2007). Geschlechtsspezifische Unterschiede treten auch beim Einkaufsverhalten und des Nutzungserlebnisses auf: u.a. in der differentiellen Online-Shopping-Affinität, dem geschlechtsspezifischen Produktangebot sowie der unterschiedlich wahrgenommenen, teilweise auf stereotypischen Aspekten beruhenden Emotionalität (Petzold & Kerl, 2007), (Van Slyke et al., 2002), (Kempe, 2011). Aus diesen Gründen wurde eine Differenzierung zwischen den Geschlechtern bei den Untersuchungen von Online-Angeboten als sinnvoll erachtet (Kempe, 2011). Die weiblichen Probanden testeten einen populären Online-Shop für Modeartikel, die männlichen Probanden einen populären Online-Shop für Elektronik-Produkte. Pro Usergruppe wurden fünf Probanden anhand der automatisierten Gesichtsemotionserkennung und des Eye-Tracking analysiert, weitere fünf Probanden durch den Einsatz der Concurrent-Think-Aloud-Methode. Bei allen 20 Probanden erfolgte unmittelbar im Anschluss an den Usability-Test die Befragung mittels eines speziell für den Evaluationsansatz entworfenen UX-Fragebogens.

Die Analyse brachte detaillierte Ergebnisse hinsichtlich einzelner Bewertungsbereiche. Folgende sechs UX-Einflussfaktoren ließen sich im Zusammenhang mit der Bewertung des Fragebogens identifizieren: Informationsarchitektur, Multimediales und grafisches Design, Workflow, Service, Seriosität und Implementierung.

Resultate

Im Zuge der Ergebnisanalyse wurden Zusammenhänge zwischen den einzelnen Bewertungsverfahren des Eye-Tracking, der Concurrent-Think-Aloud-Methode sowie der quantitativen und qualitativen Bewertung der UX-Fragebogenerhebung gemessen (Brandstätter et al., 2013). Die Datenanalyse zeigte nicht nur, dass sich die Probandengruppen deutlich in der wahrgenommenen User-Experience voneinander unterschieden, sondern auch an welchen Stellen des Interaktionsprozesses sie Schwierigkeiten mit der Bedienung hatten und an welchen Problemen eine benutzerfreundliche Bedienung scheiterte. Emotional geprägte Bewertungskriterien wurden ebenfalls identifiziert, die teilweise den einzelnen UX-Einflussfaktoren zuzuordnen waren. Im Zuge der qualitativen und quantitativen Datenanalysen stellte sich heraus, dass die vier Verfahren des Eye-Tracking, der Concurrent-Think-Aloud-Methode sowie der quantitativen und qualitativen UX-Fragebogenerhebung aufschlussreiche Einblicke in das Nutzungsverhalten der getesteten Probanden gewährten. Die Analyse-Ergebnisse der automatisierten Gesicht-Emotionserkennung (Abb. 2) konnten jedoch noch nicht ausreichend im Evaluationsprozess berücksichtigt werden, wodurch sich die Datenanalyse auf die Ergebnisse der eben erwähnten vier Verfahren beschränkte (Glovotz, 2014).

Durch die Erhebung subjektiv-emotional geprägter und objektiv validierbarer Bewertungskriterien konnte die User Experience differenziert untersucht werden, um eine Bewertung des Nutzungsverhaltens nach Usability-spezifischen und emotionspsychologischen Aspekten durchzuführen. Die User benannten und bewerten neben emotional geprägten Empfindungen auch konkret spezifizierte Probleme. Das Nutzungsverhalten wurde dabei aus der Perspektive des emotional involvierten Benutzers sowie des objektiven Beobachters betrachtet. Dadurch konnten einige Bewertungen der Probanden relativiert werden, zumal sich diese der problembehafteten Aspekte im Interaktionsprozess nicht immer bewusst waren, was zu einem Bias in der subjektiven Bewertung führte: Einige Szenario-Aufgaben wurden falsch gelöst, obwohl die Probanden annahmen, sie wären richtig.

Ausblick

Ziel des Adapt_UX-Teilprojektes war es, einen Evaluationsansatz zu entwickeln, mit dem die User Experience im Umfeld des Online-Shopping subjektiv-emotional geprägte und objektiv validierbare Bewertungskriterien ermitteln konnte. Die Ergebnisse und daraus abgeleiteten Erkenntnisse zeigten, dass die Ziele nicht nur erreicht wurde, sondern auch die Entwicklung eines innovativen und vielfältigen Verfahrens zur Messung und Bewertung der Online-Shopping-User-Experience vorgestellt werden konnte. Sicherlich sind in diesem Zusammenhang noch weitere Studien erforderlich, um die bisher verwendeten Bewertungs- und Analyse-Methoden im Hinblick auf die Ergebnisvalidierung zu ergänzen. Auch können umfangreichere Untersuchungen, die einen größeren Stichprobenumfang berücksichtigen und detaillierte quantitative Analysen zulassen, dazu beitragen, weitere Erkenntnisse aus dem vorgestellten Evaluationsansatz zu generieren.

Weitere Studien, in denen geschlechtsabhängige Bewertungsfaktoren eliminiert werden und sowohl männliche als auch weibliche Probanden dieselben Online-Shops testen, könnten zudem interessante Aufschlüsse darüber geben, inwiefern sich die subjektiven Bewertungskriterien der Frauen und Männer im Speziellen unterscheiden. In diesem Zusammenhang besteht sicherlich noch weiterer Forschungsbedarf. <

LITERATUR

- 01 Puscher F. (2009): Leitfaden Web-Usability: Strategien, Werkzeuge und Tipps für mehr Benutzerfreundlichkeit, dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg, S.15.
- 02 Schmidts H. 2009: Usability Evaluation: Identifizierung von Nutzungsproblemen mittels Eye Tracking, Diplomica Verlag GmbH, Hamburg, S. 5-7.
- 03 Law E. L. C. (2009): Understanding, Scoping and Defining User eXperience: A Survey Approach, CHI '09 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing System, ACM, New York, S.719-728.
- 04 Glovotz, M., Martin, C. (2014): User-Experience-Evaluation im Online-Shopping-Umfeld mittels objektiv validierbarer und subjektiv-emotional geprägter Bewertungskriterien, Forum Medientechnik – Next Generation, New Ideas, Beiträge der Tagung 2014 an der Fachhochschule St. Pölten, vvh, 2014, S. 203-214.
- 05 Rothermund K. & Eder A. (2011): Allgemeine Psychologie: Motivation und Emotion, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, S. 165-204.
- 06 Ekman P. (1999): Facial Expression. Handbook of Cognition and Emotion, John Wiley & Sons, Chichester, West Sussex, England, S. 301-318.
- 07 Sarodnick & Brau (2011): Methoden der Usability Evaluation: Wissenschaftliche Grundlagen und praktische Anwendung, Verlag Hans Huber, Bern, S. 22, 167, 173, 174, 175, 181, 182.
- 08 Ericsson K. A. & Simon H. A. (1993): Protocol Analysis – Verbal Reports as Data (überarbeitete Auflage), MIT Press, Cambridge.
- 09 Engel, J. & Martin, C. (2009). PaMGIS: A Framework for Pattern-based Modeling and Generation of Interactive Systems, in Proceedings of HCI International '09. San Diego, USA, 826-835.
- 10 Petzold K. & Kerl I (2007): Emotionale Konsumentenentscheidungen: Worin sich Frauen und Männer unterscheiden, Ilmenauer Schriften zur Betriebswirtschaftslehre, 5/2007, Verlag proWiWi e. V., Ilmenau, S. 43-47.
- 11 Van Slyke C. et. al (2002): Gender Differences in Perceptions of Web-based Shopping, in Communications of the ACM, Vol. 45, No. 7, S. 82-86.
- 12 Brandstätter V. et. al (2013): Motivation und Emotion: Allgemeine Psychologie für Bachelor, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, S. 12, 13, 106-213, 216.
- 13 Timmers M. et al. (1998): Gender Differences in Motives for Regulating Emotions, Personality and Social Psychology Bulletin, 01/1998, S. 974-985.
- 14 Chentsova-Dutton Y.E. & Tsai J.L. (2007): Gender differences in emotional responding among European Americans and Hmong Americans, Cognition and Emotion 21, S.162-181.
- 15 Kempe M (2011): Geschlechtsspezifische Unterschiede beim Online-Shopping, Wagner U. et. al (Hrsg.), Das Internet der Zukunft: Bewährte Erfolgstreiber und neue Chancen, Gabler Verlag, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, S. 285-396.
- 16 Glovotz, M. (2014): Entwicklung eines Ansatzes zur Evaluation der User Experience im Umfeld des Online-Shopping-Bereiches anhand objektiv validierbarer und subjektiv-emotional geprägter Bewertungskriterien, Master-Thesis, Fakultät für Informatik, Hochschule Augsburg. 78-86, 104-117, 142-174, 194-197, 198, 199, 202, 203.

Seniorengerechte Technologien

Ergebnisse der deutsch-griechischen Forschungs-kooperation CARE



PROF. DR. THOMAS RIST

Hochschule Augsburg
 Fakultät für Informatik
 Tel. +49 821 5586-3249
 tr@rz.fh-augsburg.de

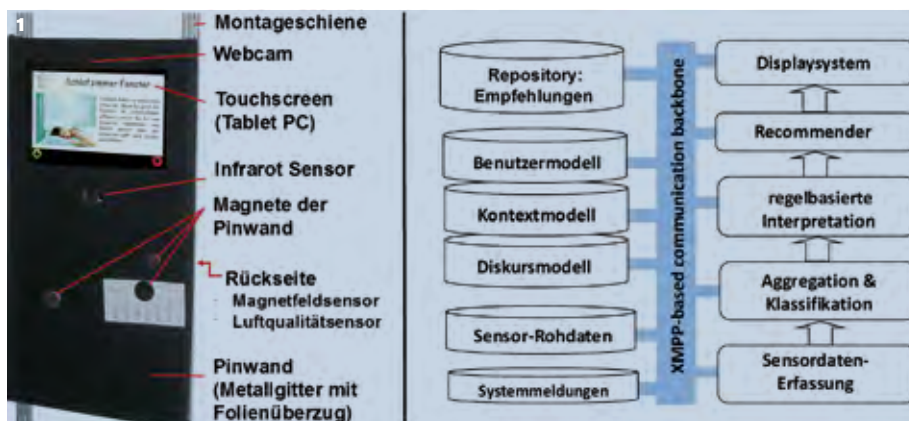
Fachgebiete

- Interaktive Medien
- Mensch-Maschine Interaktion
- Anwendungsorientierte Künstliche Intelligenz

> Intelligente Assistenztechnologie für Senioren erlangt angesichts des demografischen Wandels zunehmend an Bedeutung. Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Verbundvorhaben CARE1 (a sentient Context-Aware Recommender system for the Elderly) mit den Konsortialpartnern Hochschule Augsburg, Universität Augsburg und der National Technical University of Athens beschäftigt sich mit der Entwicklung eines hoch personalisierten Assistenzsystems zur Unterstützung alleinlebender Menschen im häuslichen Wohnumfeld.

Im Projekt entstand ein um personalisierte Empfehlungsfunktionen erweiterter, digitaler Bilderrahmen. Dieser wurde in einer Augsburger Seniorenwohnung installiert, um dessen Nutzung und Akzeptanz zu evaluieren.

Während Assistenztechnologie für Senioren oftmals mit Gerätschaften wie Gehhilfen oder Hörgeräten zur Kompensation körperlicher Einschränkungen assoziiert wird, steht im CARE-Projekt die Steigerung des allge-



1 Physischer Aufbau des Care-Prototyps (links) und zugehörige Softwarearchitektur (rechts).

2 In einer Seniorenwohnung installierter CARE-Prototyp mit typischer Nutzungssituation.



meinen Wohlbefindens betagter Menschen im Mittelpunkt. Dies wirft eine Reihe von Fragen auf, etwa was denn unter dem Begriff „Wohlbefinden“ verstanden werden soll, von welchen Faktoren Wohlbefinden abhängt, mit welchen Maßnahmen sich Wohlbefinden steigern lässt und ob dies auch durch ein technisches System geleistet werden kann; und nicht zuletzt, wie eine solche Technologie von ihren Nutzern angenommen wird. Um Bedürfnisse und Wünsche der anvisierten Nutzergruppe kennenzulernen, führten die Projektpartner strukturierte Interviews mit deutschen und griechischen Senioren durch, wobei Fragen zu täglichen Routinen, Interessen, zum allgemeinen Gesundheitszustand und auch zu gewünschten Funktionen eines Assistenzsystems gestellt wurden. Eine wichtige Beobachtung war, dass viele der befragten Senioren eine gewisse Skepsis gegenüber speziell für Senioren entwickelten Assistenzsystemen zeigten [1]. Während sie sich den Nutzen solcher Systeme vorstellen konnten, fühlten sich viele zum Zeitpunkt der Befragung noch fit genug, um ohne technische Assistenz zurecht zu kommen. Bei der Einführung von Assistenztechnologien ist demnach darauf zu achten, dass sich die anvisierte Nutzergruppe nicht stigmatisiert fühlt.

Zur Konzeptualisierung des Begriffs „Wohlbefinden“ kommen zahlreiche Anregungen aus der Medizin und den Sozialwissenschaften. Grundlegender Ansatz über verschiedene Disziplinen hinweg ist die Identifikation von Einflussfaktoren, zu denen sich konkrete Fragen formulieren lassen, um subjektives Wohlbefinden von Personen messbar und vergleichbar zu machen. Bekannte Beispiele für die Anwendung dieses Ansatzes sind medizinische Studien zur Lebensqualität nach schweren operativen Eingriffen. Aber auch soziodemografische Ländervergleiche, in denen der Versuch unternommen wird, für die Bewohner eines Landes einen durchschnittlichen Glücks- oder Wohlbefindlichkeitsindex zu ermitteln [2]. Auch in CARE findet ein Modell Verwendung, das Wohlbefinden auf eine

Reihe determinierender Faktoren zurückführt und zwar auf solche, die mit Handlungsempfehlungen assoziierbar sind und zudem folgende Bedingungen erfüllen:

Ausführbarkeit: Der Empfehlungsempfänger muss in der Lage sein, die empfohlene Handlung ausführen zu können.

- **Relevanz:** Zum Zeitpunkt der Empfehlung muss eine Handlung relevant sein (z.B. Lüften bei schlechter Zimmerluft, hingegen keine Spaziergänge bei Regen etc.).
- **Beitrag zur Steigerung des Wohlbefindens:** Die empfohlenen Handlungen müssen erkennbares Potential haben, positiv zum Wohlbefinden beizutragen.

Der aktuelle CARE-Prototyp [3, 4] gibt Empfehlungen zur Steigerung von körperlicher und mentaler Vitalität, emotionalem und sozialem Wohlbefinden sowie zur gesunden Ernährung und Behaglichkeit der Wohnumgebung. Für jede Kategorie ist eine Auswahl vorgefertigter Empfehlungen in einem Content-Repository abgelegt.

Als nächstes stellt sich die Frage, wie solche Empfehlungen über den Tag hinweg an einen Senior oder eine Seniorin gegeben werden sollen. Wichtiges Anliegen dabei ist, dass dies keinesfalls aufdringlich erfolgen darf. Im CARE-Projekt fiel die Wahl auf einen digitalen Bilderrahmen. In einer Befragung unter 21 Senioren der Generation 65+ konnten wir feststellen, dass alle Befragten digitale Bilderrahmen kannten, nicht zuletzt weil diese gerne von Verwandten an Senioren verschenkt werden, quasi als animiertes Fotoalbum mit Familien- oder Urlaubsbildern. Die Idee war somit, den vertrauten Bildwiedergabemodus um eine Empfehlungsmodus zu erweitern.

Im Bildwiedergabemodus verhält sich das CARE-System wie ein gewöhnlicher digitaler Bilderrahmen, d.h. es zeigt permanent ein zuvor eingestelltes Bild oder eine Bildsequenz an. Dieser Modus ist aktiv, wenn sich niemand unmittelbar vor dem Bilderrahmen befindet. Wird hingegen eine Person im Nahbereich des Bilderrahmens bemerkt, wechselt CARE in den Empfehlungsmodus. In diesem Modus wählt CARE unter Berücksichtigung vorliegender Kontextinformation eine zu diesem Zeitpunkt als relevant eingestufte Empfehlung aus und zeigt diese im Bilderrahmen an.

Abbildung 1 gibt einen Überblick zum physischen und softwaretechnischen Aufbau des CARE Prototyps. Die Hardware besteht aus einem in eine magnetische Pinnwand integriertem Tablet-PC (ein HP Omni 10 5600 mit Windows 8.1). Die Sensorik des Tablet-PCs (Lichtsensor, Kamera, Gyroskop, Beschleunigungssensor, Mikrofon) wurde um einige weitere externe Sensoren erweitert. Ein Infrarot Abstandssensor dient zur Präsenzerkennung im Nahbereich. Ein Magnetfeldsensor erkennt, wenn Magnete auf die Pinwand gesetzt oder von ihr genommen werden. Die Qualität der Zimmerluft wird mittels eines „iAQ-Engine“ Sensors in Erfahrung gebracht. Damit der Bilderrahmen einfach auf Augenhöhe seiner Nutzer justiert werden kann, wurde er auf zwei Regalträgerleisten montiert.

Das Sensordaten-Erfassungsmodul stellt die Schnittstelle zu den verschiedenen Sensoren dar. Je nach Sensortyp werden dort die Sensorrohdaten mit unterschiedlichen Abstraten erfasst und aggregiert, wobei übliche Aggregationsfunktionen wie gefensterter Mittelwert, Median sowie Minimum, Maximum und Summe verwendet werden. Neben der Datenreduktion dient Aggregation auch als Mittel zum Schutz der Privatsphäre. So nimmt das CARE-System per Mikrofon den Raumgeräuschpegel auf, verzichtet jedoch auf eine Speicherung der Roh-Audiodaten, da diese auch Rückschlüsse auf geführte Gespräche erlauben würden. Ebenso wird auf Kameradaten verzichtet, da Bild- oder Videoaufzeichnungen in vorab geführten Nutzerbefragungen auf breite Ablehnung stieß.

Zur Interpretation unterschiedlicher aber dennoch zusammengeführter Sensordaten kommen trainierbare Klassifikationsalgorithmen zum Einsatz. So basiert beispielsweise die Präsenzerkennung auf einer Kombination aus Infrarot-Sensordaten, Geräuschpegelwerten und auch der Kohlendioxidkonzentration. Wird erkannt, dass sich eine Person in unmittelbarer Nähe des Bildschirms befindet, wird eine regelbasierte Auswahl einer passenden Empfehlung angestoßen. Die Regeln sind dabei so formuliert, dass sie aus dem Repertoire aller Empfehlungen diejenigen herausfiltern, die im gegebenen Kontext als relevant eingestuft werden. Der Kontext ist durch die aktuell aufgezeichneten Sensordaten, die Uhrzeit, die Diskurshistorie bereits vorhandener Empfehlungen nebst erfolgter Nutzerreaktionen sowie durch externe Informationsquellen, wie z. B. online-Wetterinformation gegeben. Ebenfalls berücksichtigt wird ein Benutzermodell mit hinterlegten Präferenzen und Vermerken zu ggf. physischen Einschränkungen des Nutzers. Die nicht herausgefilterten Empfehlungen werden an das Displaymodul von CARE weitergeleitet, das diese anzeigt und ggf. vorgesehene Interaktionen koordiniert, z. B. für Quizze, bei denen der Nutzer über den Touchscreen zwischen Antwortoptionen auswählt. Die systeminterne Modulkommunikation erfolgt über das XMPP-Protokoll mit Nachrichten im JSON-Format.

Zum Zwecke der Evaluation wurde der CARE-Prototyp in der Wohnung eines Augsburger Seniorenpaars (Sie 76, Er 75 Jahre) installiert und über zwei Wochen hinweg betrieben. Während des Testbetriebs wurden zahlreiche Daten protokolliert, deren Analyse im Nachgang Aufschluss über die Nutzung des Systems ermöglicht. Zudem wurden mit den Testnutzern nach Ende des Testbetriebs strukturierte Interviews geführt.

Der CARE-Prototyp wurde in der Küche neben dem Durchgang zum Wohnzimmer installiert. Zu sehen ist hier eine typische Situation der Systemnutzung. Je nachdem, ob eine Person beim Eintritt in die Küche an der Installation vorbei geht oder aber vor diese tritt (Abb. 2a), wechselt CARE vom Bilderahmenmodus in den Empfehlungsmodus. Die von CARE ausgewählte Empfehlung erscheint nun solange auf dem Display, bis die Person entweder per Touchscreen eine Bestätigung eingibt (Abb. 2b), oder einfach den Nahbereich des Systems verlässt. CARE fällt dann wieder in den Bildwiedergabemodus zurück.

Während des zweiwöchigen Testbetriebs wurden aggregierte Sensordaten und Statusmeldungen der Softwaremodule aufgezeichnet. Eine Auswertung dieser Daten gibt Aufschluss darüber, wann eine Person im Raum anwesend war, zu welchem Zeitpunkt CARE welche Empfehlungen gab und ob es dazu Rückmeldungen vom Nutzer gab. Interessant war hier auch die Fragestellung, ob die Nutzer von den gezeigten Empfehlungen Notiz nehmen oder ob sie nur am Display vorbei gehen, ohne davor zu verweilen. Die Sensordaten der Präsenzerkennung belegen, dass in 29% der Fälle, in denen eine Person im Nahbereich von CARE erkannt wurde, die Person dort stehen blieb, vermutlich um die Empfehlung zu lesen. Darüber hinaus wurden direkt nach der Testphase strukturierte Interviews mit den Nutzern geführt. Hier bekundeten die Nutzer, dass sie die vom CARE-System gegebenen Empfehlungen als Bereicherung ihres Alltags wahrgenommen haben, wenngleich auch nicht alle vom System gelieferten Empfehlungen als gleichermaßen nützlich empfunden wurden. Zudem gaben die Nutzer wichtige Hinweise zur Optimierung von CARE – einige davon sind bereits in die Entwicklung eines zweiten CARE-Prototyps eingeflossen. <

LITERATUR

- 01 Hammer S, Seiderer A, André E, Rist T, Kastrinaki S, Hondrou C, Raouzaoui A, Karpouzis K, Kollias S: Design of a Lifestyle Recommender System for the Elderly: Requirement Gatherings in Germany and Greece. In Proc. of the 8th ACM Int. Conf. on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments, PETRA 2015, Corfu, Greece, July 1–3, 2015.
- 02 New Economics Foundation. National Accounts of Well-being: Bringing real wealth onto the balance sheet. London, UK, 2009, ISBN 978 1 90882 50. Online: www.neweconomics.org
- 03 Rist T, Seiderer A, Hammer S, Mayr M, André E: Care – Extending a Digital Picture Frame with a Recommender Mode to Enhance Well-Being of Elderly People. In Proc. of the 8th IEEE Int. Conf. on Pervasive Computing Technologies for Healthcare, Istanbul, Turkey, May 20–23, 2015.
- 04 Seiderer A, Hammer S, André E, Mayr M, Rist T: Exploring Digital Image Frames for Lifestyle Intervention to Improve Well-being of Older Adults. In Proc. of the 5th Int. Conf. on Digital Health 2015, Florence, Italy, May 18–20, 2015.

Mit Gamification zu einem verantwortungsvollen Umgang mit Energie

Arbeitsergebnisse aus den Projekten IT4SE und e-transform

> Knapp werdende, fossile Energieträger und zunehmende globale Erwärmung rücken die Notwendigkeit zum ressourcenschonenden Umgang mit Energie ins Bewusstsein breiter Gesellschaftsschichten. Neben der Entwicklung neuer energieeffizienter Verfahren und Materialien kommt den Energienutzern eine entscheidende Rolle zu, da diese die notwendigen Umstellungsprozesse letztlich tragen müssen und mit Nutzungs- und Investitionsentscheidungen maßgeblich Einfluss nehmen. Effiziente Energienutzung setzt Wissen und Verständnis über energie-relevante Zusammenhänge voraus. Es ist noch offen, wie „Energiebildung“ effektiv, nachhaltig und vor allem so gestaltet werden kann, dass sie breite Verbraucherschichten erreicht. Ein vielversprechender Ansatz ist Gamification. Dieser kombiniert Energiedatenvisualisierung mit Prinzipien des interaktiven Computerspiels und ermöglicht so den spielerischen Zugang zu komplexen technischen, ökologischen und ökonomischen Sachverhalten in der Energieerzeugung und -nutzung. An der Hochschule Augsburg wird Gamification derzeit in den beiden vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekten IT4SE und e-transform verfolgt.

IT4SE ist eine seit 2010 laufende deutsch-neuseeländische Forschungs-kooperation zwischen dem neuseeländischen Partner The University of Waikato und den beiden deutschen Partnern Universität Augsburg und Hochschule Augsburg, wobei letztere für die Gesamtkoordination verantwortlich zeichnet. Ein Arbeitsschwerpunkt liegt auf der Visualisierung und interaktiven Exploration von energiebezogenen Daten. Aus dem Projekt hervorgegangen sind sowohl grafisch-interaktive Werkzeuge zur Modellierung, Simulation und Optimierung von Szenarien mit regenerativer Energieerzeugung, als auch eine Reihe von Visualisierungsansätzen, die dem Nutzer Rückmeldung über Höhe, Profil und spezifische, von im Vergleich zu anderen Nutzern abweichenden Charakteristika des eigenen Energieverbrauchs geben.

Im Frühjahr 2015 wurde im Rahmen einer Projektarbeit im Studiengang Interaktive Medien energieeffizientes Bauen und Wohnen thematisiert. Die Aufgabe bestand darin, geplante Gebäude nicht nur anhand eines 3D-Modells zu visualisieren und virtuell begehrbar zu machen, sondern vor allem auch Zusammenhänge zwischen Gebäudearchitektur, verbauten Materialien und Gebäudenutzungsmustern aufzudecken und durch den Einsatz von Elementen des Gameplays erfahrbar zu machen. So können beispielsweise energie-relevante Eigenschaften von Wänden durch Texturen und Beleuchtungseffekte interaktiv illustriert werden, oder man verwendet Partikelsysteme zur

Veranschaulichung von Energieverlusten beim Lüften. Ob durch einen solchen Gamification-Ansatz tatsächlich das Verständnis gefördert wird, bleibt noch zu analysieren. In einer Untersuchung der Usability wurde jedoch deutlich, dass der Zugang mittels Game Engine und Game Pad bei Personen von 20 bis 40 Jahren fast ohne Erklärung der Bedienung auskommt, da diese Altersgruppe mit Computerspielen bestens vertraut ist.

Ausgehend von einem 3D-Modell eines Plusenergiehauses wurden verschiedene 3D-Visualisierungstechniken entwickelt und für den Einsatz in einer aktuellen Game Engine (Epic Unreal 4) aufbereitet. Als konkretes Gebäudemodell wurde dabei auf CAD-Daten des geplanten Visioneums (www.visioneum.de) zurückgegriffen. Einen Eindruck vom derzeitigen Entwicklungsstand gibt die nachstehende Abbildung: Das 3D-Modell des in Abbildung 1 dargestellten Visioneums ist mittels der Game Engine virtuell begehrbar, wobei bei einem Rundgang verschiedene Sachverhalte, wie z.B. Wärmeverteilungen in Luftströmen, durch 3D-Illustrationen erkundet werden können.

e-transform ist ein Verbundprojekt mit der BTU Cottbus-Senftenberg zur Begleitung von Transformationsprozessen in der Energieversorgung und zur Neudefinition kooperativer Leitbildkommunikation unter Einbeziehung interaktiver Mediensysteme.

Mit dem Beschluss der Bundesregierung, das existierende Energiesystem zu einer nachhaltigen Energieversorgung fortzuentwickeln, rücken neben ökologischen und ökonomischen Aspekten auch Fragen der gesellschaftlichen Akzeptanz in den Vordergrund. Die in diesem Zusammenhang geforderten transformativen Prozesse scheinen aber durch einen Produktions- und Konsumalltag gebremst zu werden, in dem Überlegungen zum Ressourcenverbrauch, zur Inanspruchnahme von Energie und zum Klimawandel nur eine geringe Rolle spielen. Deshalb ist zum Gelingen der Energiewende eine deutlich verbesserte Vermittlung der Zusammenhänge, aber auch der damit verbundenen Chancen und Möglichkeiten in die Breite der Gesellschaft hinein notwendig. Lösungsmodelle werden aber ohne das kooperative Engagement möglichst aller gesellschaftlichen Akteure kaum zu realisieren sein. Eine tragende Rolle in der Umsetzung wird den einzusetzenden Informations- und Kommunikationsstrukturen zukommen: Die Vermittlung konstruktiver Wege und Perspektiven kann Widersprüche und Dilemmata bewusst machen, aber ebenso Lösungen aufzeigen und gemeinsame Ziele definieren.

Eine der wesentlichen Annahmen des Projekts lautet, dass kreative, von der Gesellschaft mehrheitlich adaptierbare Interpretationen „nachhaltiger Lebensstile“ zu einem zentralen, leitbildprägenden Rahmen entwickelt werden können, in dem nicht nur der Wandel zu einer nachhaltigen Energieversorgung und einem nachhaltigen Energiekonsum praktikabel wird, sondern gleichzeitig auch Anreize für neue Formen unternehmerischen Handelns entstehen.

Im Verlauf der Arbeiten wird eine an verschiedenen Lebensstilen und Zielgruppen orientierte, modulare und multimediale Wissensplattform entwickelt. Mit deren Instrumenten werden ausgewählte Stakeholder angesprochen und für die Belange und Ziele eines nachhaltigen Energiekonsums sensibilisiert. Die Faktoren der transformativen Prozesse werden anschaulich und nachvollziehbar dargestellt und die Akteure zur Mitgestaltung und Kooperation motiviert.



**PROF. DR.
THOMAS RIST**

Hochschule Augsburg
Fakultät für Informatik
Tel. +49 821 5586-3249
tr@rz.fh-augsburg.de

Fachgebiete

- Interaktive Medien
- Mensch-Maschine Interaktion
- Anwendungsorientierte Künstliche Intelligenz



PROF. JENS MÜLLER

Hochschule Augsburg
Fakultät für Gestaltung
Tel. +49 821 5586-3419
jmueller@hs-augsburg.de

Fachgebiete

- 3D-Animation
- Gamedesign



1 3D-Modell des Visioneum in Außenansicht (links), 3D-Illustration einer Luftströmung (rechts).

Ein besonderes Augenmerk des Projekts richtet sich auf die Herausforderungen der Energiewende in großen, expandierenden Metropolräumen. Untersucht werden die Wirkungszusammenhänge zwischen unterschiedlichen Mobilitätsbedürfnissen, individuellen Ansprüchen an Wohn- und Lebensraum, die Erwartungen der Industrie und des Gewerbes, die Möglichkeiten kooperativer, informationstechnischer Infrastrukturen und nicht zuletzt die allgemeinen Interessen privater Haushalte. Bei der Vermittlung zukunftsfähiger Leitbilder wird visuell geleiteten, interaktiven Kommunikations- und Wissensangeboten eine besondere Rolle zukommen.

Das Projekt lotet die Entwicklung eines gemeinsamen Orientierungsrahmens aus und skizziert ansatzweise neue Wertschöpfungsperspektiven und -modelle, die mit den Optionen der Energiewende in einer leistungsfähigen sozialen Marktwirtschaft entstehen. Um die Ideen und angedachten Lösungsvorschläge zur kommunikativen Wissensvermittlung in vielfältiger Form erproben und anwenden zu können, wird in Abstimmung mit den Praxispartnern, dem Regionalverband FrankfurtRhein-Main und der Europäischen Metropolregion München, ein medial basierter Vermittlungsbaukasten entwickelt.

Mit der zunehmenden Differenzierung der Gesellschaft, dem Auflösen traditioneller Rollenzuordnungen sowie dem individualisierten Zugang zu Nachrichten verändert sich das Wahrnehmungsverhalten. Im Projekt wurden Bezugsgruppen identifiziert, die Transformationsprozessen gegenüber aufgeschlossen sind und die damit im Zentrum der Vermittlungsbemühungen dieses Projekts stehen, da sie mit der Formung ihrer Alltagsgestaltung mittel- und langfristige Orientierungsgrößen für andere Gruppen gelten dürfen. Allerdings kann mit dem Gamification-Ansatz davon ausgegangen werden, dass gerade im Randbereich zu nicht mit der Thematik Energiewende erreichbaren Gruppen Aufmerksamkeit erreicht werden kann und die Vermittlung entsprechender Inhalte erleichtert wird.

Im Herbst 2014 bis Sommer 2015 wurde in parallelen Projekten mit Konzeption und Realisierung der verschiedenen Bestandteile des Vermittlungsbaukastens begonnen. Die unterschiedlichen Projekte basieren auf einer gemeinsamen Recherche und Analyse und ergänzen sich gegenseitig. Sie orientieren sich an unterschiedlichen nutzungsspezifischen medialen Rezeptionsgewohnheiten. Im Zentrum des Vermittlungsbaukastens steht ein Serious Game. Während Gamification die Anwendung von Spieleprinzipien auf Kommunikationsmittel abseits von Spielen bedeutet, werden bei Serious Games umgekehrt Lernziele in einem Spieleformat implementiert. Insbesondere Motivation und Engagement sind die Hoffnungen einer aktivierenden Mediennutzung. Mit beiden Ansätzen werden Spielprinzipien

angewandt, um mittels Interaktivität eine aktivere, zumindest intensivere und eindringlichere Auseinandersetzung mit vorgegebenen Themengebieten zu ermöglichen. Die Gefahr bei beiden Ansätzen besteht in einer einseitigen und kurzschlüssigen Vereinnahmung von Prinzipien in Missachtung ihres kulturellen Entstehungshorizonts und der damit verbundenen Nutzererwartungen und Gewohnheiten. Eine unreflektierte Adaption von stark subkulturellen Formaten mangelt es an der Authentizität, solche Versuche werden als Exploitation oder Pointification bezeichnet. Beides sind kurzschlüssiger Übertragungen in erlebnisfreie Schrumpfform. Gerade aber die Komplexität des Spieleformats macht dieses für Forschungsvorhaben im Bereich der Energieeffizienz und dessen gesellschaftlicher Vermittlung interessant, da abstrakte physikalische Zusammenhänge in nachspielbare und perspektivisch unterschiedlich Wahrnehmungseinheiten übersetzt werden können. Der Komplexität im Zusammenwirken technischer, wirtschaftlicher und sozialer Aspekte der Energiewende wird das Spieleformat durch seine Strukturprinzipien in besonderer Weise gerecht.

Entwurf der sieben Charaktere des e-transform-Adventures: Die Journalistin Julie, ihr Nachbar Max, die Bäckerreifeverkäuferin Samira, die Touristmusikaffrau Viktoria, der Copyshop-Betreiber Hartmut, der Hausmeister Diethart und der Gamer Fabian.



Im Mittelpunkt unserer Entwicklungen steht das Gameplay, also das Spielerlebnis als ein ausbalanciertes System von Herausforderungen und Anreizen, das zu einem Flow-Erlebnis führt. Ein Spiel kann dabei unterschiedlichen Spielerpräferenzen bedienen. Die in den Game Studies häufig genannten Spielertypen nach Bartle lassen sich auf das Gamedesign beziehen. Der Typus des „Explorers“ ist vor allem an Vielfalt und komplexen, rätselhaften Zusammenhängen interessiert. Dabei sind im Gegensatz zum Film keine linearen Handlungsabläufe gefordert, vielmehr bieten Quests einen offenen Rahmen, in dem Möglichkeiten der Konfliktbewältigung und Lösungsansätze z.B. aus unterschiedlichen Perspektiven bearbeitet werden können. Andererseits wird mit den Quests Komplexität in bewältigbare Aufgabenhäppchen zerlegt und in handhabbare Missionen überführt, die zu messbaren Erfolgserlebnissen führen.

Für den „Achiever“ ist diese Messbarkeit der Erfolge von besonderer Bedeutung, da er sich statt an der offenen Form an autoritativ gesetzten Maßstäben orientiert. Das Erreichen neuer Levels ist bei ihm im Gegensatz zum Explorer weniger der Freude am Prozess des Suchens als an der Skala des Aufstiegs orientiert und wird als Belohnung für den geleisteten Ansatz verstanden. Levels strukturieren das Spiel nach Schwierigkeitsgraden und passen die Komplexität den Lernstufen an.

Im Gegensatz dazu sucht der „Killer“ die Herausforderung im Spiel selber, in der motorischen Reaktion auf die technischen Leistungen der Engine. Sowohl auf technischer Seite als auch für eine schnelle Reaktion werden oft nur einfache Handlungsschemata angeboten, allerdings ist Simplizität immer weniger mit den Leistungsdaten der Hardware zu rechtfertigen, damit werden komplexere Handlungsformen wie Schleichen und die Entscheidung in Dilemma-Situationen zu aktuellen Herausforderungen. Der Wechsel der Perspektiven ist ein von uns genutzter Darstellungsansatz aus den zentralperspektivisch ausgerichteten Ego-Shootern.

Der „Socializer“ nutzt das Spiel eher als Anlass zu sozialer Kommunikation. Multiplayer-Modus, Foren und Game-Partys führen zu einer Verknüpfung mit der Realität außerhalb des Spiels. Im Spiel selber sind beispielsweise ausdifferenzierte Charaktere und ein komplexes Dialogsystem für diesen Spielertypus attraktiv.

Das Game-Team von e-transform, zur Zeit bestehend aus Riccardo Barone, Dennis Ego, Katharina Kasarinow, Volker Lüdecke, Jens Müller, Florian Pömmerl, Joachim Sommer, Faruq Suriaganda, Jakob Wolf und Mike Zauner, entwickelte bereits den Prototypen eines Mini-Games mit Jump-n-Run-Mechanik. In dem Spiel bricht ein Schaf aus seiner Weide aus und muss vom Spieler durch eine Welt voller Gefahren gesteuert werden. Im ersten Level bedrohen das Schaf natürliche Feinde wie Krähen und Wölfe, aber auch menschliche Artefakte wie Ölfässer, Autos, Traktoren und Mähdrescher.

Im zweiten Level befindet sich das Schaf in einem Vorort mit entsprechenden Gefahren, im dritten Level muss das Schaf durch die Stadt gesteuert werden. Das Format Minigame erwies sich in einem Evaluations-Workshop entgegen der ursprünglichen Annahme als sehr praxisrelevant. Daraufhin wurden Ideen für weitere Mini-Games entworfen und als Prototypen realisiert. Zentraler Bestandteil des Vermittlungsbaukastens ist ein Third-Person-Adventure-Game, bei dem in einem Wohnquartier Konflikte der Energiewende spielerisch ausgehandelt werden können. Als konkreter Schauplatz wurde in München ein städtebauliches Entwicklungs- und Überplanungsareal ausgewählt, dessen Charakteristik und Nutzungsperspektiven viele Schnittstellen zu Fragestellungen des Gesamtprojekts aufweisen. Zukünftige Bewohner, Gewerbetreibende, Gäste und Besucher versprechen eine große Nähe und Adaptionbereitschaft gegenüber neuen Lebensstilen, die vom Transformationsprozess der Energiewende angeregt werden. Für den Vermittlungsbaukasten wird eine Episode des Spiels realisiert, d.h. ein Tagesablauf einer Person an mehreren Schauplätzen mit parallelen Quests. Die Mini-Games werden in das zentrale Serious Game integriert. <

3D-Bildverarbeitung und Simulation für die Zahnerhaltung

Kooperation mit Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der LMU

> **Keramikschalen (Veneers)** werden eingesetzt, um Defekte an Zähnen zu versorgen. Dabei geht umso weniger gesundes Zahnmaterial verloren, je dünner die Veneers gefertigt werden können. Prof. Dr. Kunzelmann (Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der Ludwig Maximilian Universität, München) konnte durch Versuche mit einem Kausimulator zeigen, dass mit modernen Werkstoffen belastbare Kauflächen-Veneers hergestellt werden können, deren Dicken die aktuellen Empfehlungen der Hersteller deutlich unterschreiten. In einem gemeinsamen Projekt mit der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie entstand an der Hochschule Augsburg ein flexibles Softwaresystem, das die Kausimulation ausgehend von dreidimensionalen Mikro-CT-Bildern durch eine Finite-Elemente-Analyse (FEA) ergänzt, wobei ausschließlich freie Software zum Einsatz kommt. Erste Ergebnisse wurden im Rahmen einer internationalen Konferenz präsentiert. Die Software wird derzeit für die Analyse weiterer Proben mit dem Ziel eingesetzt, die neuartigen zahn-schonenden Veneers zu optimieren. Aufgrund des generischen Ansatzes kann das System auch für die Analyse anderer Objekte, die in Volumendatensätzen dargestellt sind, verwendet werden.

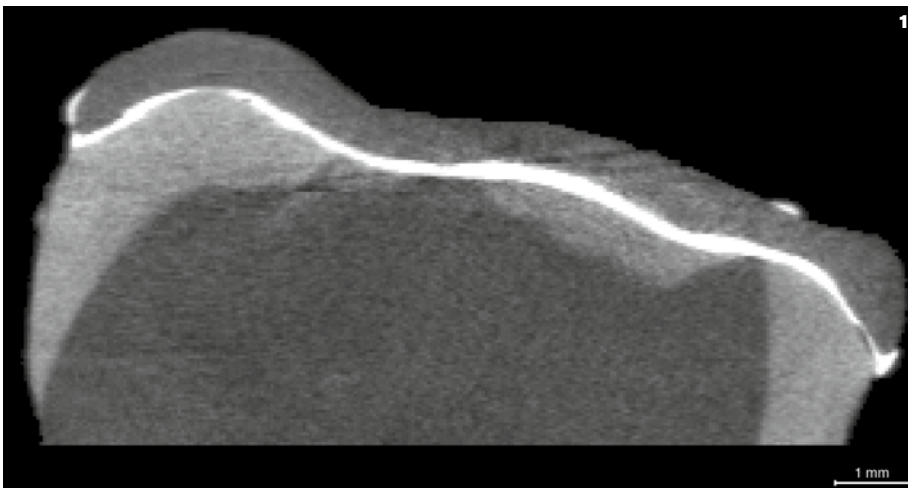
Ultradünne Kauflächenveneers

Okklusale Veneers werden eingesetzt, um Defekte auf den Kauflächen von Zähnen zu behandeln. Ziele dabei sind die Wiederherstellung der ursprünglichen Form des Zahns und die Verhinderung eines weiteren Verlusts von Zahnschmelz [1]. Für Keramik-Restaurationen, die einer direkten Belastung durch Kauen ausgesetzt sind, schreiben die Hersteller eine Dicke von mindestens 1,5 mm vor. Die Einhaltung dieser Vorgabe kann dazu führen, dass gesunde Zahnschmelz verloren geht. Der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Kunzelmann gelang es unter Verwendung moderner Materialien, Okklusale Veneers mit Dicken zwischen 0,5 mm und 0,8 mm herzustellen, die eine Million Zyklen im Simulator ohne Schaden überstehen [1].

Die Finite-Elemente-Analyse (FEA) bietet sich an, um die Abhängigkeit der inneren Spannungen von Form und Material der Restaurationen zu erforschen. Zu diesem Zweck wurden die Proben, die im Kausimulator untersucht werden sollten, mit einem Mikro-CT Scanner digitalisiert (Abb. 1). Die so entstandenen Volumendatensätze sind Grundlage für das im nächsten Abschnitt beschriebenen Verfahren.

3D-Bildverarbeitung und Finite-Elemente-Analyse

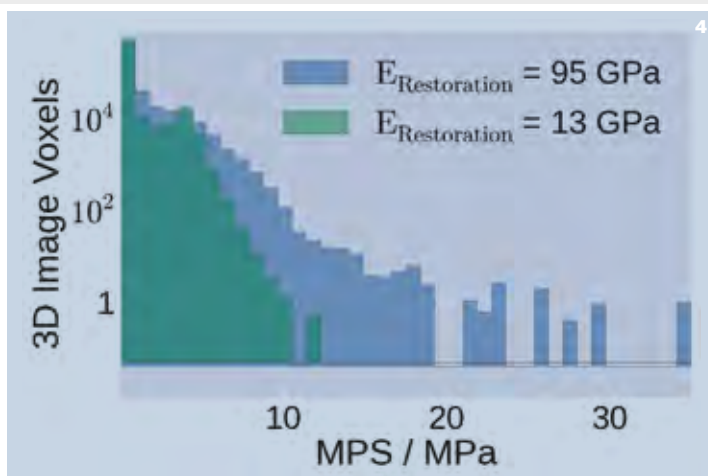
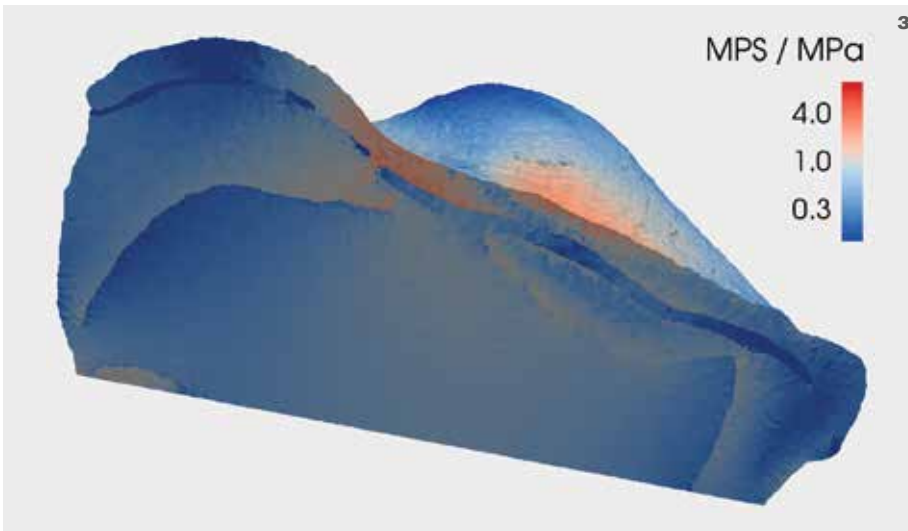
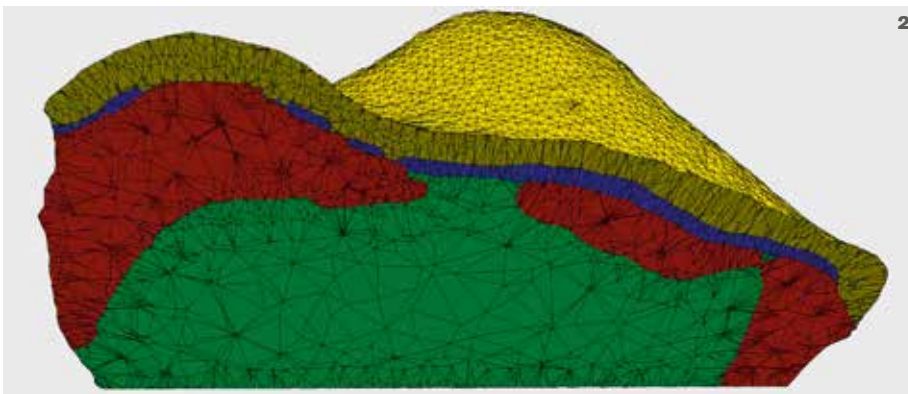
Um einzelnen Bildelementen Materialeigenschaften zuweisen zu können, ist eine Segmentierung notwendig. Dieser Schritt wurde an der Klinik für Zahnerhaltung und Parodontologie mit der freien Software Fiji durchgeführt. Gesteuert von einem in Augsburg entwickelten konfigurierbaren Python-Programm wurde dann die ebenfalls freie Software iso2mesh zur Vernetzung angewendet. Die Ausgabe von iso2mesh wurde in für die freie Software Z88OS lesbare Dateien konvertiert, mit der die lineare FEA durchgeführt wurde. Dabei wurden für Keramik, Zahnschmelz, Zahnbein und Befestigungskomposit Elastizitätsmodule von 95,0 GPa, 84,1 GPa, 18,8 GPa und 5 GPa und für alle Materialien eine Poissonzahl von 0,3 verwendet. Zur Modellierung der Verhältnisse im Kausimulator wurde eine feste Einspannung auf der Unterseite der Probe und eine verteilte Oberflächenlast von 100 N mit radialsymmetrischen Kraftvektoren angesetzt. Da derzeit nanokeramische Komposite mit dentinähnlichen Elastizitätsmodulen beworben werden, wurde die Rechnung mit einem E-Modul von 13,0 GPa für Keramik wiederholt. Die Ergebnisse der FEA werden von Z88OS als Textdateien gespeichert, die anschließend statistisch ausgewertet und in ein für das Visualisierungsprogramm ParaView lesbares Format umgewandelt werden.



**PROF. DR.
PETER RÖSCH**

Hochschule Augsburg
Fakultät für Informatik
Tel. +49 821 5586-3327
peter.roesch@hs-augsburg.de

Forschungsgebiet
▪ Medizinische Bildverarbeitung



1 Vertikaler Schnitt durch einen 3D-Mikro-CT-Datensatz eines Zahns mit einer Restauration aus Keramik. Das verwendete Befestigungskomposit zeigt sich als helle Schicht zwischen Keramik und Zahnschmelz bzw. Zahnbein. Die isotrope Auflösung des Bildes beträgt 40 μ m

2 Aus dem segmentierten Micro-CT-Datensatz mit der freien Software iso2mesh generiertes Tetraedermodell. Die enthaltenen Materialien sind Keramik (gelb), Befestigungskomposit (blau), Zahnschmelz (rot) und Zahnbein (grün). Das Modell besteht aus ca. 1.5 Millionen Tetraedern, wovon ca. 200000 auf die Restauration entfallen.

3 Ergebnis der Finite-Elemente-Analyse mit der freien Software Z880S. Dargestellt sind die Vergleichsspannungen nach Rankine (Maximum Principal Stress, MPS), wobei für die Farbcodierung eine logarithmische Skala verwendet wurde. Die hohen Vergleichsspannungen an der Oberseite der Keramik-Restauration resultieren aus der im Text beschriebenen Flächenlast. Für die Visualisierung wurde ParaView verwendet.

4 Mit der freien Software matplotlib erstellte Histogramme der berechneten Vergleichsspannungen nach Rankine (Maximum Principal Stress, MPS) innerhalb der Restauration für zwei unterschiedliche Keramikmaterialien. Die Beiträge der einzelnen Elemente wurden mit dem Verhältnis aus Tetraedervolumen und dem Volumen eines Bildelements („Voxel“) gewichtet.

Bei der Vernetzung von Volumendaten können aufgrund der diskreten Bildelemente sehr kleinen Tetraeder entstehen. Um eine Überinterpretation großer Spannungswerte, die für kleinen Tetraeder berechnet wurden, zu vermeiden, werden Histogramme der mit dem Tetraedervolumen gewichteten Vergleichsspannungen erstellt, wobei die Häufigkeiten mit dem Volumen eines Bildelements in Beziehung gesetzt werden [2].

Ergebnisse

Trotz der unregelmäßigen Form von Zahn und Restauration wurde von iso2mesh eine Vernetzung hoher Qualität erzeugt (Abb. 2). So sind die Joe-Liu Parameter sämtlicher von iso2mesh aus dem segmentierten Bild erzeugten Tetraeder größer als 0,1 und 97 % größer als 0,2. Die Ergebnisse der linearen FEA konnten interaktiv mit ParaView visualisiert und auf Plausibilität überprüft werden. Abb. 3 zeigt ein Ergebnis, wobei die Elemente, auf die die Oberflächenlast wirkt, anhand der großen Werte für die Vergleichsspannungen klar erkennbar sind. Eine statistische Auswertung der Vergleichsspannungen innerhalb der Restauration ergab folgende Quantile: Median: 0,30 (0,066) MPa, P(0,9): 2,0 (0,57) MPa, P(0,99): 5,8 (4,3) MPa und P(0,999): 8,7 (5,5) MPa, wobei sich die Werte in Klammern auf nanokeramische Komposite beziehen [2]. Einen

detaillierten Eindruck vermittelt eine Darstellung als Histogramm (Abb. 4). Ignoriert man Werte, die sich vom korrespondierenden Volumen her auf wenige Bildelemente beziehen, erhält man maximale Vergleichsspannungen von ca. 18 (8) MPa.

Fazit und Ausblick

Unter Verwendung freier Komponenten wurde ein Softwaresystem für die bildbasierte lineare Finite-Elemente-Analyse erarbeitet und erfolgreich auf ultradünne Kauflächenveneers angewendet. Derzeit wird die Software auf eine größere Anzahl von Proben angewendet. Die Rechnungen können für verschiedene Kombinationen aus Keramik und Befestigungskomposit wiederholt werden und somit die Optimierung der Restaurationen unterstützen. Dies ist insbesondere für die Proben interessant, die während der Kausimulation versagen.

Danksagung

Die Implementierung basiert auf den freien Softwarepaketen ITK (www.itk.org), Fiji (www.fiji.sc/Fiji), itk-Snap (www.itksnap.org), octave (www.octave.org), iso2mesh (www.iso2mesh.sourceforge.net), Z88OS (www.z88.de), scipy (www.scipy.org) und ParaView (www.paraview.org). Vielen Dank an alle Personen, die zu diesen Paketen beigetragen haben. <

LITERATUR

- 01 K.-H. Kunzelmann, P. Rösch, H. Schäfer: Fatigue Testing of Ultrathin Occlusal Veneers, ConsEuro Conference London 2015, Clinical Oral Investigations, Springer (2015) BM11.
- 02 P. Rösch, K.-H. Kunzelmann, Finite Element Analysis of Ultrathin Occlusal Veneers, ConsEuro Conference London 2015, Clinical Oral Investigations, Springer (2015) BM12.

Broadcasts

Was unsere Geräte von uns preisgeben – ohne, dass wir davon wissen

> Es ist erstaunlich, wie viele Apps auf einem Smartphone genutzt werden. Die Zahlen verschiedener Analysten gehen leicht auseinander, aber der typische Smartphone-Nutzer nutzt weit über 20 verschiedene Apps pro Monat und fügt mindestens eine neue App im Monat hinzu. Auch die Zeit, die wir mit unseren intelligenten, kleinen Zeitgenossen verbringen, steigt mehr und mehr an. Wir sind prinzipiell immer online, immer erreichbar, immer versucht kurz nachzuschauen, ob es etwas Neues gibt.

Der App-Rausch, dem viele Nutzer verfallen sind, lässt die Hemmungen sinken auch Apps zu installieren, denen der Nutzer unverhältnismäßig viele Berechtigungen einräumt. Die populäre Messenger-App „WhatsApp“ etwa berechtigt jeder Nutzer dazu, seine eigene Identität auszulesen, seinen Standort zu bestimmen, auszulesen, welche Apps gerade laufen, neue Accounts hinzuzufügen, die Systemeinstellungen zu verändern, gefolgt von einer langen Liste weiterer Berechtigungen. Wir sind mittlerweile daran gewöhnt in der Online-Welt unsere persönlichen Daten preiszugeben. Apps machen dies aber nicht nur einmalig bei der Installation, sondern kontinuierlich. Der Vertrauensvorschuss, den wir den App-Entwicklern einräumen, die Daten nur für die Funktion der App zu nutzen, ist enorm.

Das vermeintlich Gute daran ist, dass der Nutzer zumindest auf die Berechtigungen der installierten App (einmalig) hingewiesen wird. Was der Nutzer typischerweise nicht weiß, ist, wie und wohin Daten übertragen werden und

wer auf diese Daten ansonsten noch zugreift. Ein vermeintlich harmloses Mittel zur Datenübertragung ist beispielsweise der Broadcast. Dieser wird primär vom Betriebssystem und von Systemsoftware genutzt, um unter anderem das Endgerät beim Netzzutritt zu konfigurieren. Es gibt allerdings auch diverse Apps, die Informationen via Broadcast verteilen. Dies tun sie typischerweise für ganz bestimmte Dienste, wie z.B. das Auffinden anderer Installationen der gleichen App im lokalen Netz.

Ein Broadcast ist ein wichtiger Kommunikationsmechanismus. Vereinfacht ausgedrückt wird eine Broadcast-Nachricht an alle lokalen Netzteilnehmer verschickt und nur die Geräte bzw. die Apps, die reagieren müssen, tun dies auch. Alle anderen verwerfen die Nachrichten einfach. Doch alle im Netz erhalten diese Nachrichten und damit ist es trivial möglich sie auch einzusehen. Anders ausgedrückt: Jeder Netzteilnehmer im lokalen Netz kann diese Nachrichten einsehen, ohne besondere Berechtigungen zu haben, ohne eine privilegierte Position im Netz einzunehmen und ohne Schwachstellen auszunutzen. Denn: Diese Nachrichten sind per Definition an alle adressiert!

Es stellt sich die Frage: Was wird denn alles im Netz via Broadcast verschickt? Und: Kann man etwas mit diesen Informationen anfangen? Dieser Fragestellung geht die HSA Net Gruppe der Hochschule Augsburg aktuell nach. Dabei werden verschiedene Anwendungen analysiert, die den Broadcast-Mechanismus nutzen. Dazu gehört z.B. die Dropbox Desktop-App, die den Mechanismus nutzt, um anderen im Netz die Anwesenheit einer Dropbox-Installation mitzuteilen. Daten werden dann schnell



**PROF. DR.
ROLF WINTER**

Hochschule Augsburg
Fakultät für Informatik
Tel. +49 821 5586-3441
rolf.winter@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- Netzwerkaritekturen
- Internetprotokolle
- Routing & Switching
- Energiemanagement

über das lokale Netz übertragen (allerdings nicht mehr via Broadcast) anstatt den Umweg über das Internet zu nehmen. Das macht den lokalen Datenaustausch via Dropbox sehr viel schneller.

Die Arbeiten in diesem Bereich sind noch am Anfang, aber eines lässt sich heute schon sagen: Isoliert betrachtet sind viele der Nachrichten, die Apps via Broadcast austauschen, völlig harmlos. Sie verraten nur wenig oder nichts über den Nutzer, über die Geräte oder über Gruppen von Nutzern. Aber wenn man die Nachrichten verschiedener Apps und die Nachrichten der Systemsoftware gängiger Betriebssysteme miteinander verknüpft, dann kann es sein, dass es diese Nachrichten allein einem passiven Netzteilnehmer erlauben, ein Profil anderer Netzteilnehmer zu erstellen.

Fragt sich, ob das einen typischen Netzteilnehmer wirklich stört. Denn was man auf Facebook und Co. teilt, ist meist viel persönlicher. Das Teilen dieser Daten passiert jedoch sehr bewusst und man hat eine gewisse Kontrolle über den Kreis der Personen, die Einsicht haben. Bei Broadcasts ist dies nicht der Fall. <

Intelligente verteilte Systeme für Industrie und Wirtschaft

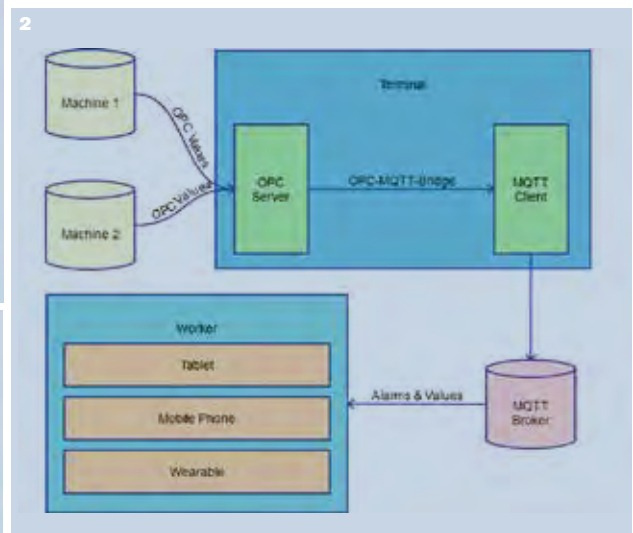
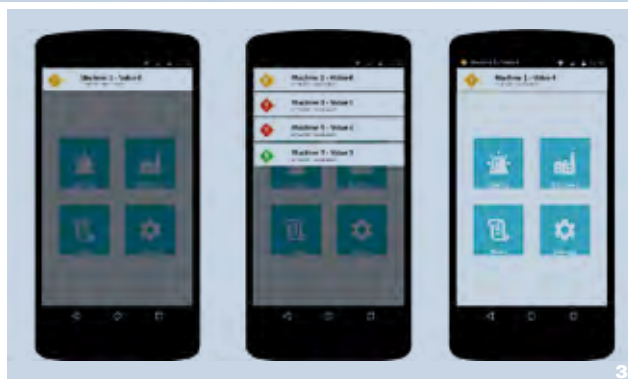
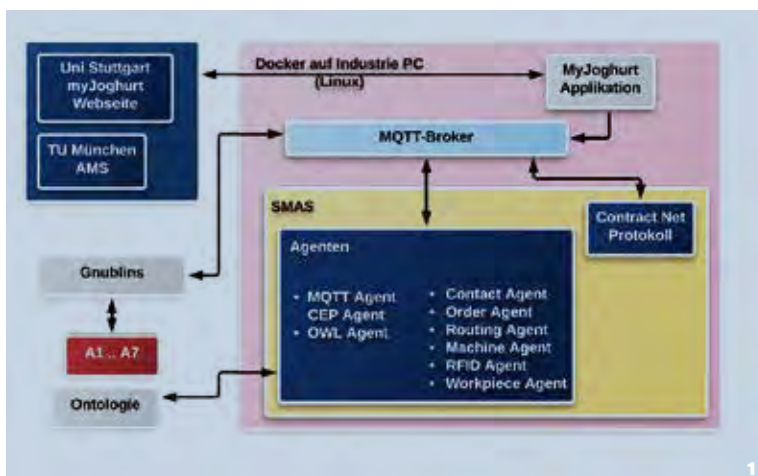
Forschungsgruppe Verteilte Systeme

> Auch bei der Forschungsgruppe Verteilte Systeme innerhalb der Fakultät für Informatik steht Industrie 4.0 im Fokus der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten. Speziell die Technologien rund um das Internet der Dinge versprechen zahlreiche Verbesserungen in den Bereichen Engineering, Fertigung, Logistik und dem gesamten Life-Cycle-Management von Produkten [1].

Cyber-physical Production Systems

Ein wichtiges Forschungsanliegen ist die Datenintegration – sowohl horizontal über Fertigungsstätten hinweg, als auch vertikal innerhalb einer Fertigungsstätte, also aus der Unternehmens-IT in die Automatisierungs-IT bis hinunter auf die Steuerungen der einzelnen Fertigungsanlagen. Für solche Systeme hat sich der Begriff Cyber-Physical Production Systems (CPPS) etabliert.

Um diese CPPS zu erforschen und zu entwickeln hat sich der GMA-Fachausschuss 5.15 "Agentensysteme in der Automatisierungstechnik" zusammengeschlossen und einen Industrie 4.0 Demonstrator¹ entwickelt. Der sogenannte myJoghurt-Verbund produziert virtuell individualisierte Joghurt-Produkte und zeigt so die Mächtigkeit der untersuchten Industrie 4.0 Ideen [2].



- 1 Überblick über ein Cyber-Physical Production System.
- 2 IT-Infrastruktur für mobile Anwendungen zur Unterstützung von Workern in der Fertigung.
- 3 Apps für den Fertigungsbereich für mobile Endgeräte.

Die Forschungsgruppe Verteilte Systeme bringt ihr Know-how im Bereich moderner Softwarearchitekturen für verteilte, intelligente Systeme basierend auf Internet-Technologien in den myJoghurt-Verbund mit ein.

Ausgehend von der Bestellung eines individualisierten Joghurt-Produkts auf einer Webseite der Universität Stuttgart und über das Agenten-Management-System (AMS) der TU München, das die Fertigungsaufträge bundesweit vermittelt, erfolgte ein Fertigungsauftrag an die Modellanlage der Forschungsgruppe Verteilte Systeme (MyJoghurt-Applikation) an der Hochschule Augsburg. Die Fertigungsanfrage aus dem Internet wird mittels intelligenter Fertigungsplanung durch ein Softwareagentensystem (SMAS) eingeplant und in einzelne Fertigungsschritte herunter gebrochen. Diese wiederum werden über verteilte Planungsverfahren (Contract-Net-Protokoll) auf die einzelnen Anlagenteile der Modellanlage verteilt. Die Softwareagenten kommunizieren untereinander sowie mit den Produktionsanlagen und deren Controllern und Steuerungen (Gnublin-Controller und Anlagenteile, Abb. 1) [3], mittels moderner Machine-To-Machine-Kommunikation-Protokolle.

Den einzelnen Softwareagenten steht zusätzlich ein wissensbasiertes, semantisches Modell der gesamten Fertigungsanlage in OWL DL² zur Verfügung. In diesem sind alle Eigenschaften, wie z. B. das Zusammenspiel der einzelnen Anlagenteile oder die Erreichbarkeit einzelner Sensoren über das Netzwerk vermerkt. Dieses Modell bildet also die zentrale Wissensbasis der Fertigungsanlage.

Intelligente Verfahren zur Produktionssteuerung und Überwachung

Neben dem logischen semantischen Abbild der Fertigungsanlage und der zugehörigen Prozesse sind zur Umsetzung der Ideen der Industrie 4.0 auch ein autonomes Verhalten der einzelnen Softwareeinheiten sowie Weiterentwicklungen der Künstlichen Intelligenz notwendig.

Einen erfolversprechenden Ansatz bietet der Einsatz von Neuronalen Netzen [5] zur Unterstützung der Intralogistik innerhalb der Fertigung sowie bei der Einplanung der einzelnen Aufträge auf die Fertigungseinheiten. Neuronale Netze versprechen eine Optimierung der internen Materialflüsse sowie eine Minimierung der Rüstzeiten in der Fertigung.

Mehr dazu: „Rüstzeitoptimierung durch Neuronale Netze“, Oleksandra Shpatakovska, S. 93.

Prozessdatenverarbeitung Datenintegration für Automobilzulieferer

Ein weiteres Augenmerk der Arbeitsgruppe Verteilte Systeme liegt auf der Unterstützung von Industrie- und Wirtschaftsunternehmen bei der Digitalisierung ihrer Fertigungsprozesse, speziell der Integration der Fertigungsdaten mit Daten aus der Geschäftsprozess-IT. Zusammen in mehreren Projekten (z. B. mit der Hirschvogel Automotive Group) werden Softwarearchitekturen zur Prozessdatenverarbeitung untersucht und Konzepte zur Zukunftsfähigkeit dieser IT-Systeme erarbeitet.

Mehr dazu: „Optimierte Prozessdatenverwaltung in der Produktionstechnik“, Falk Alexander, S. 93.

Innovative Apps für den Fertigungsbereich

Neben der Datenintegration bei Fertigungsprozessen spielt die Kommunikation mit dem Fachpersonal in der Fertigung (Werker) eine große Rolle. Bedingt durch den hohen Automatisierungsgrad der Prozesse ist ein einzelner Mitarbeiter für zahlreiche Fertigungsschritte und die verbundenen Anlagen zuständig. Zur Unterstützung der Werker werden zunehmend auch mobile Geräte und Anwendungen genutzt.



**PROF. DR.-ING.
THORSTEN SCHÖLER**

Hochschule Augsburg

Fakultät für Informatik

Tel. +49 821 5586-3445

thorsten.schoeler@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- Softwareagenten
- Complex Event Processing (CEP)
- Datenstrommanagement
- Cyber-Physical Systems
- Mobile Computing

1 Näheres auch unter <http://i40d.ais.mw.tum.de> (zuletzt abgerufen am 6. August 2015)

2 Web Ontology Language Description Logic, eine Beschreibungssprache, basierend auf Beschreibungslogik für Ontologien (Wissensbasen). Mehr auch unter [4].

Basierend auf der IT-Infrastruktur (Abb. 3) entwickelt die Forschungsgruppe zusammen mit der Hirschvogel Group innovative Apps zur Unterstützung der Fertigungsmitarbeiter. Maschinendaten werden über Industrie-Standard OPC-Server zur Verfügung gestellt. Eine OPC-MQTT-Bridge übernimmt die Übersetzung dieser Daten in das flexible MQTT-Format, das eine zentrale Rolle bei der Datenintegration einnimmt. Über einen MQTT-Broker und weitere intelligente Softwareagenten werden diese Daten aufbereitet und als Alarmer und Meldungen an Tablets, Smartphones usw. der Fertigungsmitarbeiter weitergeleitet.

Smart Buildings

Ein weiteres Beispiel für zunehmende Digitalisierung kann in der intelligenten Gebäudeleittechnik gefunden werden. Energieeffizientes Verhalten kann durch intelligente Steuerung von Verbrauchern, abgestimmt auf die jeweiligen verfügbaren Energieerzeugern, wie z. B. Photovoltaik, Windkraft usw., erreicht werden.

Unter Federführung von Prof. Dr. Martin Bauer, Fakultät für Architektur und Bauwesen der Hochschule Augsburg, wird in der Forschungsgruppe Verteilte Systeme im Projekt CyPhREE an der Integration und Auswertung der Daten, die durch diese Energieerzeuger und

-verbraucher zur Verfügung gestellt werden, gearbeitet. Zahlreiche Sensoren und Aktoren aus der Gebäudeleittechnik werden integriert, wobei identische Konzepte der Digitalisierung im Bereich Industrie 4.0 zum Einsatz kommen. Ziel ist es energieeffizientes Verhalten durch innovative IT-Unterstützung zu erreichen.

Mehr dazu: „CyPhREE – Plattform für Kooperation und Monitoring“, Prof. Dr. Martin Bauer, S. 150.

Algorithmic Trading

Neben den geschilderten Anwendungen verteilter Systeme in verschiedenen Automatisierungssystemen, kommen diese Verfahren der Datenintegration und intelligenten Verarbeitung auch in wirtschaftlichen Anwendungen zum Einsatz. Ein Beispiel hierfür ist der algorithmische Hochfrequenzhandel von Wertpapieren (Algorithmic Trading). Eine hohe Anzahl der weltweit gehandelten Wertpapiere und Finanzprodukte werden heute vollautomatisch, ohne menschlichen Eingriff gehandelt [6].

In Zusammenarbeit mit der Fakultät für Wirtschaft der Hochschule Augsburg wurden verschiedene Ansätze für den algorithmischen Hochfrequenzhandel untersucht. Mit einem kommerziellen Anbieter von Trading-Dienstleistungen und -Produkten, der Lakeview Capital Market Services GmbH, wurden daraufhin Strategien für den Handel entworfen.

Ausblick

Die fortschreitende Digitalisierung in der Industrie 4.0 ist mittels etablierter Verfahren der Informatik (z. B. Softwareagentensysteme) erfolgreich umsetzbar. Die Forschungsgruppe Verteilte Systeme setzt hier hauptsächlich auf Open-Source-Technologien, da diese Offenheit für Eigenentwicklungen mit der Reife für ernsthafte Anwendungen verbinden. Auch einer Verlagerung der

Konzepte und Systeme in die Cloud wird untersucht. Konkrete Arbeiten finden bereits zusammen mit der Sulzer GmbH aus München Anwendung in der IT für Automobilhersteller.

Mehr dazu: „Kundensysteme in der Cloud“, Kristian Wede“, S. 94.

Die hier entwickelten Lösungen können nicht nur konkret in der Industrie 4.0, sondern auch in weiteren Anwendungsfällen gewinnbringend eingesetzt werden, aktuell z. B. in den Bereichen Smart Buildings sowie Wertpapierhandel.

Die Forschungsgruppe Verteilte Systeme freut sich über weitere Kooperationspartner um gemeinsam an den vorgestellten Themen zu arbeiten. <

LITERATUR

- 01 Industry 4.0 – Germany takes first steps toward the next industrial revolution, Bosch ConnectedWorld Blog.
- 02 F. Mayer, D. Pantförder, C. Diedrich, und B. Vogel-Heuser, „Deutschlandweiter 14.0-Demonstrator“, 2013.
- 03 T. Schöler, „The SEPIA cyber-physical production control system“, Electrotechnic and Computer Systems, ONPU Odessa, Ukraine, Nr. 13 (89), 2014.
- 04 C. D. Walton, Agency and the Semantic Web. Oxford: Oxford University Press, 2007.
- 05 J. Heuer, Neuronale Netze in der Industrie: Einführung – Analyse – Einsatzmöglichkeiten, 1997. Aufl. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag, 1997.
- 06 R. Savani, „High-Frequency Trading: The Faster, the Better?“, IEEE Intelligent Systems, Bd. 27, Nr. 4, S. 70–73, Juli 2012.



<http://dsg.hs-augsburg.de>

Prozessdaten

> In der modernen Produktionstechnik werden viele Messwerte aus der Fertigung und aus dem Prozess selbst gesammelt. Diese sind für viele andere Geschäftsbereiche eine essentielle Grundlage. Aus diesem Grund müssen sie lückenlos, zuverlässig und für jeden erreichbar gespeichert werden. Des Weiteren müssen zukünftige Anwendungsfälle in einem neuen Konzept berücksichtigt werden.

Ausgehend von einer IST-Stand-Analyse und einer Risikobewertung wurden für die Firma Hirschvogel Komponenten GmbH in Schongau konkrete

Änderungsvorschläge für die bestehende Architektur entwickelt. Untersucht wurde die Stabilität der Anwendung für die Zukunft, Schwachstellen aufgedeckt und für diese Lösungsvorschläge aus dem Bereich Big Data erarbeitet.

Aufbauend auf dem IST-Stand wurde ein Konzept für die zukünftige Architektur entwickelt, das für die Anwendungsfälle der Industrie 4.0 besser geeignet ist. Dabei wurde auf eine einfache Migration zur neuen Architektur geachtet, damit die Produktion ununterbrochen weitergeführt wird. <



FALK ALEXANDER

falk.alexander@hs-augsburg.de

Kooperationspartner

▪ Hirschvogel Komponenten GmbH

Projektlaufzeit

1.5.2015 bis 30.9.2015

Neuronale Netze

> Grundlegende Ziele in der Fertigung sind Qualität, Termintreue und Flexibilität. Deshalb wird immer mehr Aufmerksamkeit auf die Optimierung der Fertigungsprozesse, wie z. B. der Rüstzeitoptimierung, gelegt. Diese kann durch Modernisierung der Ausstattung erreicht werden, was allerdings hohe Kosten für Projektplanung, Beschaffung, Umbau etc. verursacht. Nicht zu vergessen den entgangenen Gewinn durch entstandene Stillstandzeiten während der Modernisierung. Alternativ ist es auch möglich, einen mathematischen Ansatz zur Suche nach Ineffizienz im technologischen Prozess zu verfolgen.

Neuronale Netze sind hier ein leistungsfähiges Werkzeug für die Industrie 4.0. Ihre Nutzung für die Rüstzeitoptimierung muss am Beispiel der Joghurtherstellung vier technologische Schritte erfüllen: Joghurtproduktion, Geschmack, Topping und das Verpacken/Etikettieren. Die Reihenfolge der Schritte ist dabei vorgegeben. Jeder einzelne Schritt (z. B. verschiedene Geschmäcker oder Toppings) hat eine individuelle Durchführungszeit. Daneben steht der Bestellungseingang von individueller Joghurtprodukte. Folglich

muss die Abfolge der Joghurtherstellung optimiert werden, um Rüstzeiten zu minimieren.

Bei zwei Verarbeitungsschritten wird dieses Problem durch Verwendung des Johnson-Algorithmus gelöst [1]. Ab drei Bearbeitungsstationen fehlt jedoch ein universeller Algorithmus. Für die Lösung dieses Problems werden Variationen des Johnson-Algorithmus diskutiert. Heuristische Methoden können dabei behilflich sein. Aktuell wird eine Kombination von Neuronalen Netzen (Hopfield-Netze) mit genetischen Algorithmen als Lösungsansatz untersucht.

Die Besonderheit der Hopfield-Netze besteht darin, dass die Ausgänge jedes Neurons mit den Eingängen aller anderen Neuronen über Rückkopplung verbunden sind [2]. Auf Basis der Daten über die notwendige Zeit für die Bearbeitungsschritte und für die Beförderung zwischen den Bearbeitungsstationen, der Umrüstzeit, sowie der Wege der Werkstücke durch die Fertigungsanlage, kann man das Neuronale Netz anlernen. Als Ausgabe werden optimierte Durchläufe durch die Fertigung mit drei Bearbeitungsstationen erwartet. <



OLEKSANDRA SHPATAKOVSKA

oleksandra.shpatakovska@hs-augsburg.de

Kooperationspartner

▪ Hirschvogel Komponenten GmbH

Projektlaufzeit

1.5.2015 bis 30.9.2015

LITERATUR

- 01 O. Gholami und Y. N. Sotskov, „A neural network algorithm for servicing jobs with sequential and parallel machines“, Autom Remote Control, Bd. 75, Nr. 7, S. 1203–1220, Juli 2014.
- 02 J. Heuer, Neuronale Netze in der Industrie: Einführung – Analyse – Einsatzmöglichkeiten. Springer-Verlag, 2013.

Cloud Computing

Entwicklung, Implementierung und Betrieb von Cloudlösungen

> **Cloud Computing hat sich von einem anfänglichen Trend mittlerweile zu einem festen Bestandteil von IT-Unternehmensstrategien entwickelt. Hauptgründe hierfür sind vor allem der einfachere Zugriff auf geografisch verteilte IT-Ressourcen, höhere operative Flexibilität und ein geringerer Administrationsaufwand. Folglich werden Kunden von IT-Beratungsunternehmen in der Zukunft womöglich veränderte Anforderungen an Softwarelösungen haben. Es stellt sich daher die Frage, ob die derzeit genutzten Standardkomponenten oder auch Prozesse in Entwicklung, Integration und Betrieb für die neuen technischen Herausforderungen, welche Cloud Computing mit sich bringt, ausreichend sind.**

Cloud Computing ist nicht gleich Cloud Computing. Es lassen sich hinsichtlich der zwei Dimensionen Bereitstellungsart (Public- oder Private Cloud) und Geschäftsmodell (PaaS, SaaS, IaaS) sehr unterschiedliche Ausprägungen definieren. Darüber hinaus können auch die gewählten (Technologie-) Anbieter große Auswirkungen auf die Eigenschaften und Leistungen des Gesamtsystems haben. Aus diesem Grund wurde hier eine Anbieter- und Nutzeranalyse erstellt.

Man kann festhalten, dass es sich bei Cloud Computing nicht nur um ein Infrastrukturthema handelt, sondern um eines, das alle Phasen eines Softwarelebenszyklus entscheidend beeinflusst. Wenn sich z. B. bei der Anforderungsanalyse herausstellt, dass eine Anwendung von der Elastizität der darunter liegenden Cloud-Infrastruktur

profitieren soll, hat dies weitreichende Auswirkungen auf Entwicklung, Verteilung und Betrieb. So muss bei der Entwicklung unter anderem darauf geachtet werden, dass ein Hinzufügen oder Entfernen von Rechenknoten samt Instanzen die Anwendung nicht aus dem Tritt bringt. Bei der Verteilung wiederum sollten automatisierte Installationen vorliegen, mit welchen die Anwendung samt Konfigurationen schnell auf neue Rechenknoten übertragen werden kann.

Für die meisten dieser Herausforderungen existieren bereits notwendige Paradigmen wie z. B. Verteilte Systeme oder Microservice-Architekturen. Auch Technologien wie BASE-Datenbanken oder Software-Container für eine unkomplizierte Verteilung können dabei helfen, eine Anwendung „Cloud-ready“ zu machen.

Eine Cloudfähige Anwendung allein reicht allerdings nicht für einen erfolgreichen Betrieb aus. Auch der Rest der Organisation muss auf die neuen Herausforderungen eingestellt werden. So nutzt eine robuste und flexible Cloud-Anwendung nichts, wenn die potentielle Flexibilität durch mangelnde Automatisierung bei der Provisionierung sowie Controlling-Exzesse zunichte gemacht werden.

Basierend auf den hier beschriebenen Resultaten werden in den kommenden Semestern in Kooperation mit dem IT-Beratungsunternehmen Sulzer aus München einzelne Handlungsempfehlungen genauer analysiert und evaluiert. <



KRISTIAN WEDE

Hochschule Augsburg
Fakultät für Informatik
kristian.wede@hs-augsburg.de

Kooperationspartner
▪ Sulzer GmbH

beraten | planen | überwachen



- Baugrubensicherungen
- Tiefgründungen
- Bodenverbesserungen
- Böschungssicherungen
- Verankerungen
- Bestandserhaltungen
- Unterfangungen
- Injektionen
- Hydrologische Maßnahmen
- Grundwasserabdichtungen
- Auftriebsicherungen
- Umwelttechnik

**Unsere
Ingenieurleistungen
begleiten Ihre Grund-
und Spezialtiefbau-
projekte in allen
Phasen zum Erfolg.**

IGG · Leipziger Straße 93 · 86169 Augsburg · Tel +49 821 74015-0 · Fax +49 821 74015-15 · www.igg-grundbau.de

Gemeinsam sind wir stark



Bauträger München, Augsburg
Tiefbau · Hochbau
Bauservice-Leistungen
Individuelle Betonfertigteile
Metallbau
Dachanhebungen und -ausbau
Materialverkauf

KLAUS Holding
KLAUS Wohnbau
KLAUS Hoch + Tiefbau
ECKLE Tiefbau
HOLL Tiefbau
PP Építő Kft.
DINO® Dachhebesystem

KLAUS GmbH & Co. KG
Schwangastraße 29
86163 Augsburg
Fon 08 21 / 26 17 - 01
Fax 08 21 / 26 17 - 201
holding@klaus-gruppe.de

www.klaus-gruppe.de

Grenzbach – Spannende Technik

Interessiert?



Grenzbach Maschinenbau GmbH
Herr Michael Wolf | Personalabteilung
Albanusstraße 1 | 86663 Asbach-Bäumenheim
+49 906 982-2000 | personal.gh@grenzbach.com
www.grenzbach.com/karriere



Simulation von intelligenten Robotersystemen in der Lehre

Lernen durch Modellieren und Programmieren

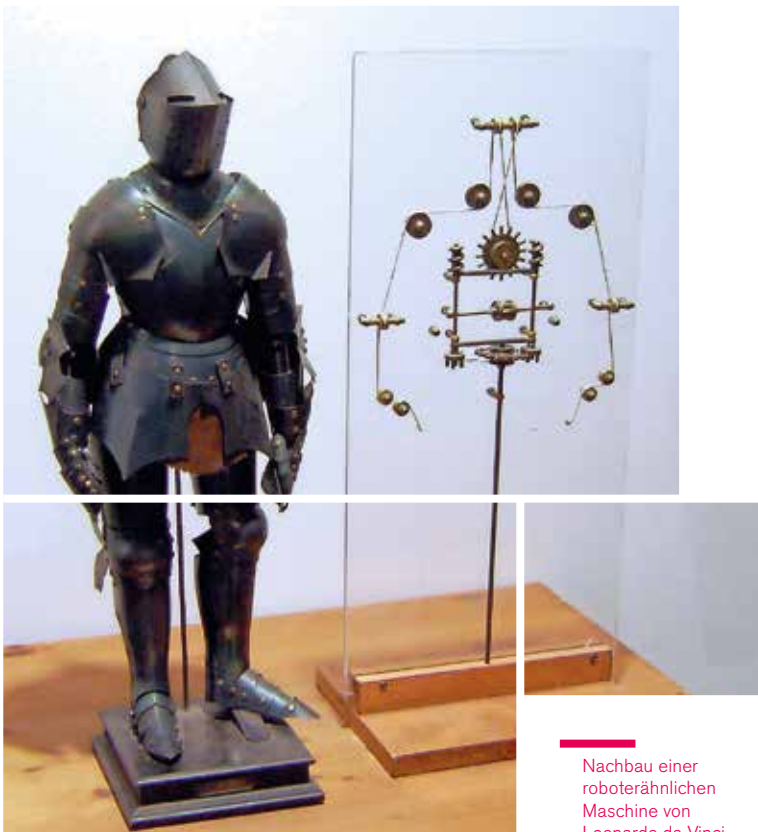
> Roboter werden als Erstes in der Literatur erwähnt, in Karel Capeks satirischem Stück Rossum's Universal Robot von 1922. Seitdem werden sie mit intelligenten, selbstständig agierenden Automaten gleichgesetzt. Sie sind so zu einem Synonym für hochentwickelte Technik geworden. Im Rahmen von Industrie 4.0, der angestrebten vierten industriellen Revolution, spielen intelligente Roboter eine entscheidende Rolle. Mit der Idee des Roboters verbunden sind Hoffnungen auf mehr Wohlstand, Komfort und humane Arbeitsplätze; aber auch Ängste vor Arbeitsplatzabbau, Armut und Fremdbestimmung.

Die heutige Robotertechnik ist das Ergebnis eines langen Entwicklungsprozesses. Erste Entwürfe von roboterähnlichen Maschinen stammen aus dem 16. Jahrhundert von dem Universalgenie Leonardo da Vinci. Um 1700 werden musikspielende Puppen und damit die ersten Vorläufer von Robotern gebaut. Ihr kommerzieller Einsatz in der Industrie erfolgt ab Mitte der 1970er Jahre. Die moderne Automobilproduktion wäre ohne sie nicht denkbar. Weltweit sind zum Sommer 2015 wohl ca. 1,6 Mio. Roboter im Einsatz. Für die Zukunft ist vermehrt der Einsatz von intelligenten, lernenden Systemen ge-

plant, die eine selbstständige Optimierung der Prozesse und die Anpassung an wechselnde Verhältnisse erlauben. Der inzwischen eingeführte Begriff Serviceroboter steht für diese Zielsetzung. Das Spektrum reicht von Anwendungen in der Medizin und im Hotelgewerbe, über den Einsatz in gefährlichen Umgebungen bis hin zu Weltraum- oder Unterwassereinsätzen.

Der Begriff Robotik ist nicht so allgemeingültig festgelegt wie Roboter. Er beschreibt das Bestreben, eine Wissenschaft der Roboter zu definieren. Eine mögliche Definition lautet:

Die Robotik ist ein interdisziplinäres Wissensgebiet, das sich umfassend mit der Realisierung und Anwendung von Robotersystemen beschäftigt. Der Mensch mit seinen manuell-motorischen, sensorischen und kognitiven Fähigkeiten soll immer stärker unterstützt und ersetzt werden. Starken Einfluss auf die Robotik haben Maschinenbau, Werkstoffkunde, Elektrotechnik, Mathematik, Informatik und für zukünftige, hochentwickelte Systeme auch die Kognitionswissenschaften, die Psychologie und die Biologie.



Nachbau einer roboterähnlichen Maschine von Leonardo da Vinci.

Die Robotik als Wissenschaft kann auch in Anlehnung an die Informatik definiert werden, da es viele Parallelen gibt. Befasst sich die Informatik nur mit der digitalen Welt in Rechnern, so stellt die Robotik deren Erweiterung hin zur realen, physisch erfahrbaren Welt dar. Über die Sensorik werden Phänomene und Zustände der realen Welt erfasst und digitalisiert. Ähnlich der Kognition beim Menschen werden die aufgenommenen Informationen mit der internen, digitalen Modellwelt abgeglichen und weiterverarbeitet. Die Folge sind Entscheidungen und Aktionen, die über die Aktorik auf die reale Welt zurückwirken und dort Zustände verändern. Deshalb macht es auch Sinn, die Robotik ähnlich der Informatik zu strukturieren:

- **Theoretische Robotik:** Beschäftigt sich mit der Abstraktion, Modellbildung und grundlegenden Fragestellungen, die sich mit der sensorischen Erfassung und Verarbeitung von Information, sowie deren Umsetzung in Aktionen befassen.
- **Praktische Robotik:** Entwickelt Methoden, um umfangreiche Programmsysteme (Software) für die Realisierung von Robotern erstellen zu können.
- **Technische Robotik:** Befasst sich mit der technischen Realisierung von Robotern.
- **Angewandte Robotik:** Untersucht den Einsatz von Robotern in den verschiedenen Anwendungsgebieten.

Roboter sind besonders hochentwickelte mechatronische Systeme. Die Methoden der Robotik sind somit exemplarisch und können auf viele Bereiche der allgemeinen Mechatronik übertragen werden. Robotersteuerungen sind aber auch Eingebettete Systeme. Darunter werden Rechnersysteme verstanden, die fest in einen technischen Kontext integriert sind, z.B. in Automobilen, Videokameras, Röntengeräten.

Programmieren bedeutet Darstellung von Wissen. Aus Sicht der Informatik stehen beim Lehrfach Robotik somit die praktische und die angewandte Robotik im Mittelpunkt. Dies bedeutet, dass die für die relevanten Wissensgebiete wichtigen Datenstrukturen und Algorithmen gelehrt werden. Aber auch geeignete Entwurfsmethoden, Programmiermethoden und Programmiersprachen werden vermittelt. Eine herausgehobene Bedeutung hat die Modellbasierte

Programmierung. Das wesentliche Merkmal dieser Methode ist, dass die formalen, mathematischen Modelle direkt mit einer geeigneten Programmiersprache implementiert werden. Solche domänenspezifische Sprachen können entweder text- oder grafikbasiert sein. Die modellbasierte Programmierung erlaubt die Darstellung des Programmwissens als geschlossenes Modell. Dies führt zu kosteneffizienter Software mit guter Wartbarkeit und hoher Qualität. Ein Beispiel für ein solches Programmiersystem ist Matlab/Simulink von MathWorks. Die in dieses Softwareprodukt integrierte Programmiersprache unterstützt die modellbasierte Programmierung.

Intelligente Robotersysteme als wichtiger Bestandteil von Industrie 4.0

In einer globalisierten Welt mit rasant steigender Bevölkerungszahl müssen Flexibilität, Qualität und Nachhaltigkeit der Produktion verbessert werden. Erreicht werden soll dies durch mehr Intelligenz und engere Vernetzung, sogar über Unternehmensgrenzen hinaus. Dafür hat sich der Begriff Cyber-Physische-Produktion¹ herausgebildet. In Deutschland wird diese Initiative zur Verbesserung der Produktionsstrukturen durch die wachsenden Möglichkeiten der Informationstechnik auch mit dem Schlagwort Industrie 4.0 bezeichnet, der sogenannten vierten industriellen Revolution. Die drei vorherigen Stufen betreffen die Mechanisierung im 18. Jahrhundert, die Anwendung der Elektrik mit der dadurch ermöglichten Massenproduktion im 19. Jahrhundert, sowie die Einführung von Elektronik und Rechnertechnik in der Mitte vorherigen Jahrhunderts.

Intelligente Roboter sind ein wichtiger Bestandteil von Industrie 4.0, von intelligenten, hochflexiblen und vernetzten Fabriken (Smart Factories). Mit Hilfe von Sensoren können diese Roboter ihre Umwelt erfassen und darauf basierend komplexe Entscheidungen treffen. Ein wichtiges Einsatzgebiet ist die Mensch-Roboter-Kooperation (MRK), z.B. als Fertigungsassistent. Den nächsten Entwicklungsschritt bilden intelligente und zusätzlich mobile Roboter.



**PROF. DIPL.-ING.
GEORG STARK**

Hochschule Augsburg
Fakultät für Informatik
Tel. +49 821 5586-3461
georg.stark@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- Echtzeitsysteme
- Robotik
- Digitale Bildverarbeitung (3D)
- Software-Entwurf

¹ Definiert in den Förderrichtlinien des Bundesministeriums für Bildung und Forschung



Quelle: KUKA Roboter-Systems



Quelle: KUKA Systems



Quelle: DLR, Institut für Robotik und Mechatronik

2 Mobiler Roboter KMR iiwa von KUKA Roboter GmbH.

3 Anwendungsbeispiel aus der Produktion: Mobiles Robotersystem flexFELLOW von KUKA Systems, das flexibel für die verschiedensten Aufgaben eingesetzt werden kann (z.B. diffizile Mess- oder Montageaufgaben).

4 Testanordnung für den Chirurgieroboter MiroSurge.

Deren wichtigste Anwendung ist die flexible Fertigung, z.B. in der Luftfahrtindustrie. Die Augsburger Roboterfirma KUKA Roboter GmbH hat dazu die mobile Roboterplattform KMR iiwa (KUKA Mobile Robot, intelligent industrial work assistant) vorgestellt (Abb. 2).

Die wichtigsten Eigenschaften der neuen, intelligenten Roboter-Generation sind:

- Vereinfachte Programmiermethoden: Programmieren durch Vormachen und Trainieren.
- Hybride Bewegungssteuerung: Kombination aus programmierter und sensorgesteuerter Bewegungsführung.
- Mobilität: Roboter sind auf mobilen, autonomen Plattformen montiert.
- Hochgenaue Arbeitsraum-, Geschwindigkeits- und Kraft-/Drehmomentüberwachung: Die Roboterbewegung und die Ausübung von Kräften werden jederzeit sicher und in Abhängigkeit der ausgeführten Aufgabe überwacht.
- Adaptive, selbstoptimierende, lernende Verfahren: Die Robotersteuerung versucht kontinuierlich die auszuführenden Operationen zu optimieren. Dazu werden auch Methoden der künstlichen Intelligenz eingesetzt.

- Sicherer, überwachter Betrieb ohne Schutzzaun: Mit Hilfe von redundanten Überwachungssystemen wird die Sicherheit auch ohne Schutzzaun jederzeit sichergestellt.

Aber auch jenseits von Industrie 4.0 warten interessante Roboteranwendungen, wie z.B. bei der minimalinvasiven Chirurgie (Abb. 4). Der Arbeitsraum innerhalb des Körpers wird mit einer virtuellen Brille dreidimensional dargestellt. Die Telesteuerung der Roboterarme mit den medizinischen Instrumenten erfolgt mit haptischer Rückkopplung, die so das Erfühlen von Organen erlaubt. Der Arbeitsraum wird dynamisch überwacht, so dass angrenzende Gewebeteile nicht verletzt werden können. In einem Endausbau ist vorgesehen, Operationen am schlagenen Herzen durchzuführen, so dass die Roboterarme automatisch den Bewegungen des Herzens folgen.

Simulation in der Lehre

Es besteht kein Zweifel, dass Lernen durch Lehren eine sehr effektive Methode darstellt. Viele Firmen praktizieren dies bereits mit großem Erfolg bei der Einarbeitung neuer Mitarbeiter. Fast ebenso erfolgreich ist Lernen durch Programmieren und Modellieren. Das erlernte Wissen wird unmittelbar auf einen konkreten Anwendungsfall übertragen und computergerecht aufbereitet. Die Ausführung der Programme und Anwendung der Modelle zeigen dann sofort, ob das erworbene Wissen bereits korrekt und vollständig vorhanden ist. Dieser schnelle Zyklus aus Erwerb und Anwendung von Wissen führt in kurzer Zeit zu einem vertieften Verständnis. Die Robotersimulation realisiert diesen Zyklus:

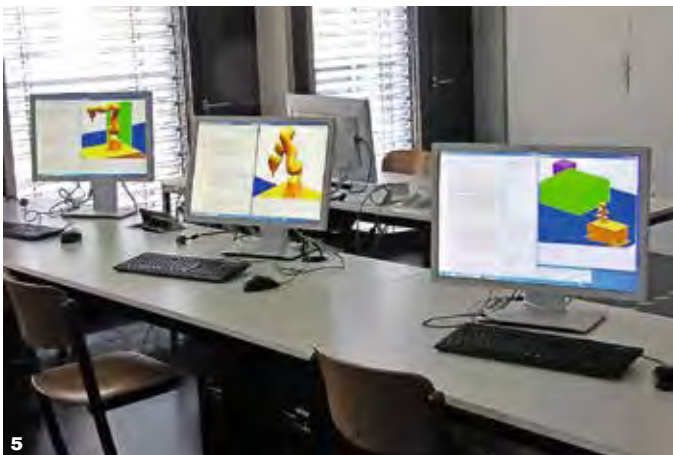
- Modellierung der Fertigungsumgebung.
- Programmierung der Anwendung.
- Ausführung, Test und Optimierung.

Die Modelle werden entweder importiert, z.B. von CAD-Systemen oder dreidimensionalen Kamerasystemen, oder können selbst erstellt werden. Die Anwendungsprogramme werden mit Hilfe einer speziellen Programmierumgebung implementiert. Sie definieren und parametrieren die Anwendungsprozesse, z.B. Montage, Schweißen, Kleben, Transport. Simulation bietet darüber hinaus weitere Vorteile:

- Geringere Beschaffungs- und Wartungskosten als bei realen Systemen, Möglichkeit die Robotersysteme und die Fertigungsumgebung zu variieren.
- Zugriff auf die neueste Robotertechnologie, z.B. KMR-Roboter von KUKA mit der neuen Steuerung Sunrise.
- Kennenlernen von mächtigen, rechnergestützten Entwurfs- und Optimierungswerkzeugen.

Das Robotersimulationssystem SunSim (eine Eigenentwicklung) ist gemeinsam mit der standardmäßigen Entwicklungsumgebung Sunrise Workbench von KUKA Roboter in den Labors der Fakultät für Informatik installiert. Die Programmierung erfolgt mit der objektorientierten Sprache Java. Der folgende Quellcode zeigt die Initialisierung der Robotersteuerung und eine einfache Bewegungssequenz für den mobilen KUKA-Roboter omniRob, dem Vorläufer des KMR. Die Geometrie der Bewegungsbahn wird durch Stützpunkte (Frames) beschrieben. Diese können direkt vom Geometriemodell der Fertigungszelle übernommen werden.

Inzwischen ist auch eine dreidimensionale, stereoskopische Tiefendarstellung mit Hilfe von Shutter-Brillen möglich. Die Robotersimulation wird als Praktikum im Rahmen der Robotik-Vorlesung durchgeführt. Auf diese Weise lernen die Studierenden die Grundlagen der Robotik kennen und werden mit den neuesten Robotertechnologien vertraut gemacht. Eine typische Simulationaufgabe ist die Kommissionierung von Artikeln mit Hilfe eines mobilen Roboters. Teile müssen von verschiedenen Lagerplätzen geholt und auf einer Palette bereitgestellt werden. Mit Hilfe der Simulation können die Anordnung der Fertigungsumgebung und die zeitlich-räumliche Durchführung der Transport- und Handhabungsprozesse optimiert werden. <



5 Robotersimulation mit SunSim im Informatiklabor.

LITERATUR

- 01 Bauernhansl, T. (Hrsg); ten Hompl, M. (Hrsg); Vogel-Heuser, B. (Hrsg): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Springer, Wiesbaden 2014.
- 02 Lee, J.: Smart Factory Systems. Informatik Spektrum, 38(3), 2015, S. 230–235.
- 03 Silnicki, J.: Entwicklung einer 3D-Simulationskomponente für die Robotersoftware Sunrise der Firma KUKA Roboter, basierend auf MRobot. Bachelorarbeit, Hochschule Augsburg, 2014.
- 04 Stark, G.: Robotik mit Matlab. Hanser, 2009.
- 05 Vidyasagar, M.; Spong, M.W.; Hutchinson, S.: Robot Modeling and Control. John Wiley & Sons, 2006.

```
public class RobotApplication extends RoboticsAPIApplication {
    private Controller kuka_Sunrise_Cabinet_1;
    private LBR lbr_iowa_7_R800_1;
    private MRobot mRobot;

    public void initialize() {
        Iterator<Controller> it = this.getContext().getControllers().iterator();
        Controller controller = it.next();
        // Set Controller, Name, IP-Address of Server, Network Port
        mRobot = new MRobot(controller, „LBR1“, „192.168.56.1“, 50000);
    }

    public void run() {
        mRobot.move(platptp(getApplicationData().getFrame(„/_PL1“)));
        mRobot.move(platptp(getApplicationData().getFrame(„/_PL2“)));
        mRobot.move(lin(getApplicationData().getFrame(„/R2“)));
        mRobot.move(lin(getApplicationData().getFrame(„/R1“)));
    }
}
```

Softwareunterstützung für die medizinische Forschung

Abschätzung des kardiovaskulären Risikos durch Analyse von Ultraschallsequenzen

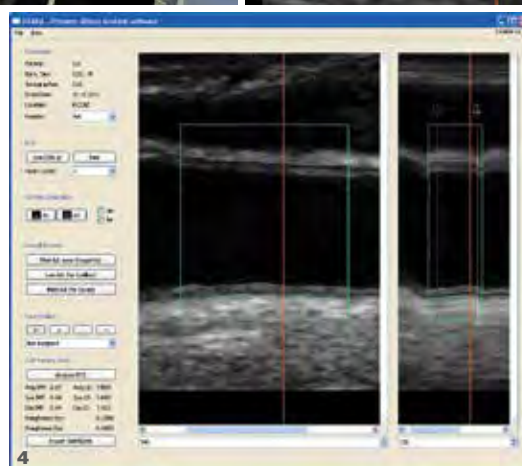
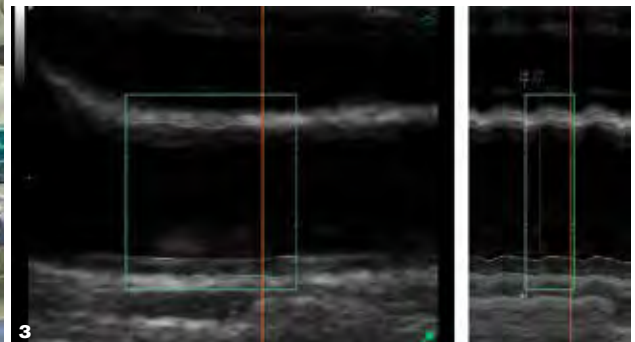
> Arteriosklerose ist eine ernstzunehmende Krankheit, die eine strukturelle Degeneration des Arteriensystems beschreibt. Schwerwiegende Folgeerkrankungen können beispielsweise Schlaganfälle oder Herzinfarkte sein. Eine Messung der Gefäßwanddicke der Halsschlagader kann einen Aufschluss über

das Arterioskleroserisiko geben und ist daher relevant für die medizinische Forschung. Eine nicht-invasive Messung dieser Dicke ist durch die Analyse von Ultraschallbildern der Halsschlagader möglich. In einer erfolgreichen Forschungs Kooperation mit dem Department für Sport, Bewegung und Gesundheit (DSBG) an der Universität Basel wurde ein

effizientes Analysesystem für Ultraschallsequenzen geschaffen. Nach dessen erfolgreicher Validierung und dem Einsatz in der großen Schweizer Kohortenstudie SAPALDIA 3 wird der Kernalgorithmus in Ultraschallgeräten des Herstellers Fukuda Denshi eingesetzt.



Foto: DSBG Univ. Basel



- 1 Die Projektpartner Prof. Arno Schmidt-Trucksäss und Dr. Seraina Caviezel bei der Aufnahme einer Ultraschallsequenz.
- 2 Lage der relevanten Schichten für die CIMT-Messung im Modell. Zu sehen sind: Lumenbegrenzung (LB), Lumen-Intima Schicht (LI), Media-Adventitia Schicht (MA), Lumendurchmesser (LD) und Intima-Media Schichtdicke (IMT).
- 3 Ansicht der Ultraschallsequenz im Analyseprogramm mit automatisch erkannten Schichten.
- 4 Analyseprogramm DYARA: Die Oberfläche ist optimiert für die Auswerteprozedur. Die Anordnung der Bedienelemente auf der linken Seite entspricht den durchzuführenden Arbeitsschritten und führt die Benutzer durch den Prozess.

Der Zustand des Arteriensystems wird durch Faktoren wie Alter oder Gewicht beeinflusst. Wie stark auch externe Faktoren eine Rolle spielen, ist Gegenstand medizinischer Forschung. Im Rahmen der Schweizer Kohortenstudie SAPALDIA (Swiss study on Air Pollution And Lung Disease In Adults), die unter der Leitung von Prof. Nicole Probst-Hensch vom Swiss Tropical and Public Health Institute (Swiss TPH) steht, wird der Einfluss verschiedener Umweltfaktoren auf die Gefäßwanddicke der Halsschlagader (Carotid Intima-Media Thickness, CIMT) untersucht. Da die Dicke der Gefäßwand im Herzzyklus schwankt und auch die Dynamik der Gefäße für die Risikobewertung wichtig sein kann, werden in dieser Studie nicht nur Einzelbilder untersucht, sondern Ultraschallsequenzen über mehrere Herzzyklen hinweg aufgenommen (Abb. 1).

Anforderungen

Um eine präzise Analyse zu ermöglichen, wurde die Software DYARA (Dynamic Artery Analysis) entwickelt. Diese musste geeignet sein, die Auswertung von über 2,5 Millionen Einzelbildern mit visueller Kontrolle der Ergebnisse zu ermöglichen. Die riesige Datenmenge ergibt sich aus der Zahl der untersuchten Personen (~ 4000), für die jeweils ein bis drei Herzzyklen (je Pulsfrequenz ca. 100 Bilder pro Herzzyklus) in vier verschiedenen Ultraschallkopfpositionen ausgewertet wurden. Weiterhin mussten die Auswertungen unabhängig vom Anwender sein, da die Analysen von bis zu zehn unterschiedlichen Personen vorgenommen wurden.

Automatische Auswertung mit visueller Kontrolle

Die Anwender der Software wurden durch verschiedene Mechanismen bei der Auswertung unterstützt: Die Ultraschallsequenzen wurden nicht nur als abspielbare Filme dargestellt (B-Mode Sequenzen), sondern gleichzeitig wurde auch eine Schnittdarstellung für eine bestimmte Position angezeigt (virtueller M-Mode). Korrespondierende Ansichten sind in der jeweils anderen Ansicht durch eine rote Linie markiert. Die Anwender können damit den Beginn des Evaluationsbereiches sowohl in örtlicher als auch in zeitlicher Dimension markieren. Die Evaluationsbreite wird automatisch gemäß den Empfehlungen des Mannheim Consensus [1] festgelegt, die Anzahl der zu analysierenden Herzzyklen wird je nach Qualität der Aufnahme manuell

bestimmt. Die relevanten Schichtdicken (Abb. 2) werden danach automatisch durch das System detektiert (Abb. 3). Hierzu wurde ein angepasster Algorithmus auf der Basis von dual-dynamischer Programmierung implementiert [2]. Die Güte der Detektion kann direkt im Programm überprüft werden. Da die Qualität der Ultraschallsequenzen sehr unterschiedlich ist und durch Echolöcher und Rauschen die vollautomatische Erkennung teilweise fehlschlagen kann, besteht die Möglichkeit, einzelne Linien ganz oder teilweise manuell zu korrigieren. Die Genauigkeit sowie die Wiederholbarkeit des Gesamtsystems wurden evaluiert und es konnten exzellente Resultate erzielt werden [3, 4].

Entwicklungsprozess

Die Entwicklung von DYARA verlief von Anfang an in enger Zusammenarbeit mit allen wichtigen Projektvertretern. Prof. Arno Schmidt-Trucksäss, der Leiter des DSBG, definierte die Anforderungen an die Bilderkennung und evaluierte immer wieder Zwischenversionen. Die technischen Experten des Ultraschallgeräteherstellers Fukuda Denshi setzten Feedback zur Vorverarbeitung der Ultraschallbilder um und die Anwender im Team um Dr. Seraina Caviezel testeten bereits frühe Versionen auf Benutzerfreundlichkeit. Die Bildsequenzen für die Validierung der Software entstammen der SAPALDIA-Studie. DYARA wurde in C++ implementiert und mit einer Qt-Oberfläche ausgestattet. Die Anordnung der Bedienelemente entspricht dem Analyseablauf und führt die Anwender durch die Auswertung (Abb. 4).

Technologietransfer

Der entwickelte Detektionsalgorithmus wurde nach der erfolgreichen Validierung von der Firma Fukuda Denshi in die neueste Generation ihrer tragbaren Ultraschallgeräte übernommen und stellt ein gelungenes Beispiel für Technologietransfer dar.

Ausblick

Die DYARA-Software soll an der Hochschule Augsburg im Rahmen von Projekt- und Abschlussarbeiten kontinuierlich weiterentwickelt werden. Insbesondere das dynamische Verhalten der Gefäße während des Herzzyklus kann mit den vorliegenden Daten genauer untersucht werden und verspricht eine bessere Einschätzung des Gefäßzustandes. <



PROF. DR.-ING. ALEXANDRA TEYNOR

Hochschule Augsburg

Fakultät für Informatik

Tel. +49 821 5586-3512

alexandra.teynor@hs-augsburg.de

Forschungsschwerpunkte

- Mustererkennung
- Bildverarbeitung
- Softwareentwicklung

LITERATUR

- 01 Cheng D-C, Jiang X, Schmidt-Trucksäss A, Cheng K-S. Automatic intima-media thickness measurement of carotid artery wall in B-mode sonographic images. In: Proceedings of the 3rd IEEE International Symposium on Biomedical Imaging: Nano to Macro. Arlington, VA: IEEE 2006; 912–915.
- 02 Touboul PJ et al. Mannheim intima-media thickness consensus. *Cerebrovasc Dis* 2004;18:346–349.
- 03 Teynor, A, Caviezel, S, Dratva, J, Künzli, N, Schmidt-Trucksäss, A. An automated, interactive analysis system for ultrasound sequences of the common carotid artery. *Ultrasound Med Biol*. 2012;38:1440–1450.
- 04 Caviezel, S, Dratva, J, Schaffner, E, Teynor, A, Baumstark, M, Schindler, C, de Groot, E, Burdet, L, Rothe, T, Pons, M, Gaspoz, J, Rochat, T, Künzli, N, Probst-Hensch, N, Schmidt-Trucksäss, A. Variability and reproducibility of carotid structural and functional parameters assessed with transcutaneous ultrasound – results from the SAPALDIA cohort study. *Atherosclerosis* 2013; 321:448–455.

Penetrationstest-Labor

Erstellung einer verwundbaren IT-Landschaft zu Test- und Schulungszwecken

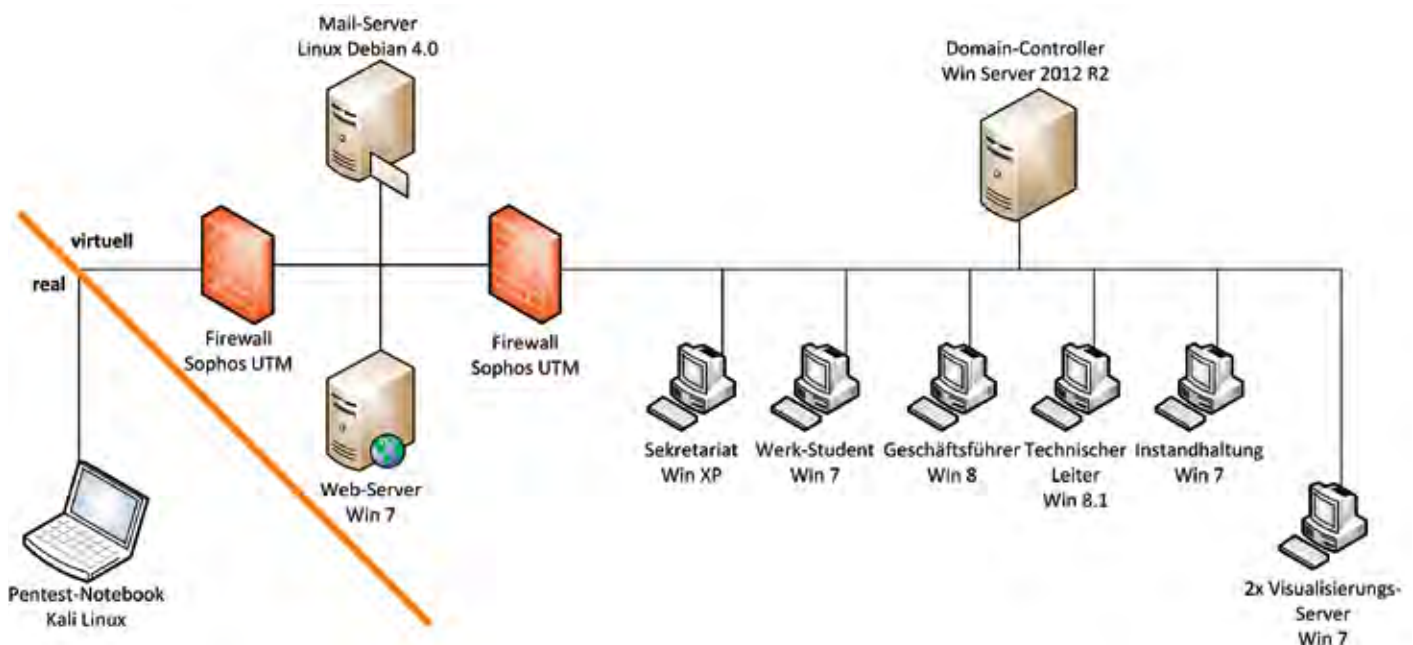
> Trainingsmethoden für Cybersicherheit wurden in den letzten 15 Jahren stetig weiterentwickelt. Dennoch ist entsprechende Software häufig auf wenige Funktionen beschränkt und kann beispielsweise einzelne Prozesse oder große Netzwerke simulieren, aber nur selten vollständige Computersysteme. Da diese Programme entweder teuer oder teilweise nur staatlichen Stellen zugänglich sind, wurde von der Forschungsgruppe HSASec ein eigenes Penetrationstest-Labor, bestehend aus verwundbaren, virtuellen Maschinen, konzipiert und implementiert.

Die virtuellen Maschinen

Es gibt verschiedene Ansätze zur Simulation von Penetrationstest-Laboren, jedoch sind die kommerziell erhältlichen in großen Teilen entweder funktional oder netzwerktechnisch unvollständig. Daher wurde durch die HSASec eine IT-Landschaft aus virtuellen Maschinen (VMs) entwickelt, die das Firmennetzwerk eines kleinen Unternehmens darstellt. Die VMs ermöglichen dabei eine Realitätsnähe, die sonst nur durch physikalische PCs erreicht werden könnte. Außerdem kann das Labor einfach durch zusätzliche VMs erweitert werden und Sicherungspunkte verhindern den Verlust, falls eine VM im Zuge von Tests zerstört würde.

Der Aufbau des Firmennetzwerks

Das simulierte Firmennetzwerk wird zunächst in ein inneres und ein äußeres Netzwerk eingeteilt. Das äußere Netzwerk besteht aus einem Mail-Server, der Emails innerhalb des Unternehmens verteilt, und einem Web-Server für das Hosting der Firmenwebseite. Jeweils eine Firewall trennt das äußere Netzwerk vom Internet und vom inneren Netzwerk. Das innere Netzwerk verfügt über einen Domain-Controller, der für die Verwaltung des fiktiven Büro-Netzwerks zuständig ist. Die virtualisierten PCs des Netzwerks sind mit diesem verbunden.





KEVIN BERNHARD B. ENG.

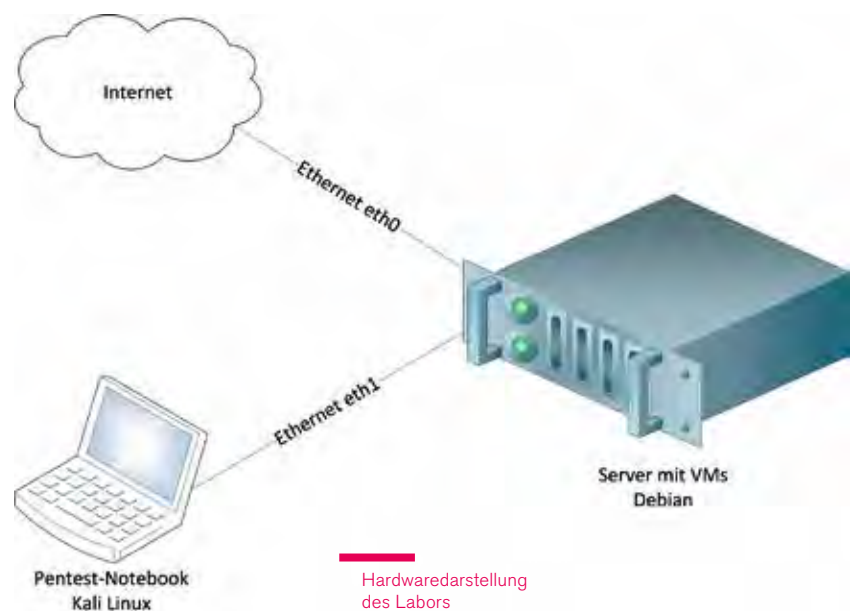
Hochschule Augsburg
Fakultät für Informatik
HSASec – Forschungsgruppe
für IT-Sicherheit und Digitale Forensik
kevin.bernhard@hs-augsburg.de
www.hsasec.de

Ausnutzbare Schwachstellen im System

Das heterogene Firmennetzwerk besteht aus VMs mit verschiedenen Distributionen und Versionen von Linux und Windows. Auch große Teile der im Einsatz befindlichen Software sind veraltet und haben Schwachstellen, die mit öffentlich zugänglichen Exploits ausgenutzt werden können. Beispiele hierfür sind etwa alte Versionen des Adobe Reader oder der Internet-Browser, die auf den PCs der Mitarbeiter zu finden sind. Es wurden jedoch nicht nur Schwachstellen in Form von veralteten Software- und Betriebssystemversionen eingebaut. Konfigurationsfehler finden sich auch in der äußeren Firewall, die manche Netzwerkpakete ohne Filterung passieren lässt. Weiterhin verschickt der Mail-Server alle Emails unverschlüsselt und die Firmenwebseite ist gegen eine Vielzahl von Webangriffen verwundbar.

Fazit

Das entwickelte virtuelle Penetrationstest-Labor bietet eine breite Palette an realitätsnahen Sicherheitslücken, die zu Übungszwecken ausgenutzt werden können. Zusätzlich dient diese IT-Landschaft nicht nur als Trainingsgelände, sondern auch als Demonstrationswerkzeug. In Schulungen können damit die fatalen Auswirkungen von veralteter oder fehlerhaft konfigurierter Software durch gezielte Angriffe anschaulich vorgeführt werden. <



IT-Sicherheit in kritischen Infrastrukturen

IT-Sicherheitsgesetz tritt in Kraft

> **Kritische Infrastrukturen sind seit einiger Zeit Cyberattacken ausgesetzt. Die folgenden drei Fälle demonstrieren die besondere Kritikalität eines Angriffs auf die Infrastrukturen der Bundesrepublik Deutschland: Der Angriff auf den Bundestag, ein beispielhafter Angriff auf ein Wasserwerk und eine theoretische Möglichkeit für Angriffe auf das Stromversorgungsnetz. Im Anschluss wird aufgezeigt, wie der Gesetzgeber die IT-Sicherheit kritischer Infrastrukturen erhöhen möchte und welche Maßnahmen Betreiber umsetzen müssen.**

Angriffe

In Sommer 2015 ist ein Cyberangriff auf den deutschen Bundestag bekannt geworden. Dieser Angriff dauerte über mehrere Wochen an und das gesamte Bundestagsnetzwerk ist als kompromittiert anzusehen [1]. Derartige Angriffe auf solche kritischen Infrastrukturen werden durch hochprofessionelle Angreifer, sogenannte APTs (Advanced Persistent Threats) durchgeführt. Diese zeichnen sich als Angreifer durch hohe finanzielle und personelle Ressourcen aus [2], sowie durch ein sehr selektives Vorgehen bei der Wahl ihrer Angriffsziele [3].

Doch neben dem Angriff auf den Bundestag sind weitere kritische Infrastrukturen bedroht. Der UP KRITIS (Umsetzungsplan Kritische Infrastrukturen) [4] und das IT-Sicherheitsgesetz [5] zählen hierzu die Energieversorgung- und -erzeugung (Elektrizität und Gas; Fernwärme wird nicht explizit genannt), die Wasserversorgung und -gewinnung sowie nicht näher bezeichnete Teile des Straßenverkehrs, die medizinische Versorgung und die Telekommunikation.

Der UP KRITIS nennt zusätzlich noch weitere kritische Infrastrukturen, diese sind aber vom IT-Sicherheitsgesetz nicht betroffen. Insbesondere in der Wassergewinnung trat im Jahr 2001 ein beispielhafter Angriff auf. Diese Cyberattacke [6] zeigt sehr deutlich, welchen Schaden ein Angreifer in einer kritischen Infrastruktur anrichten kann: Nachdem der Angreifer in das Steuerungssystem des Wasserwerks vorgedrungen war, konnte er die Pumpen beliebig regeln und durch häufiges An- und Abfahren der Pumpen diesen einen physikalischen Schaden zufügen.

Der Angriff auf das Wasserwerk ist als vereinzelter Fall unkritisch für die Wasserversorgung. Im Regelfall können Pumpen ausgetauscht werden und die Wasserversorgung wird während der Austauschphase fortgesetzt. Hochbehälter, Wassertürme und dezentrale Gewinnungsstrategien ermöglichen es, weiterhin einen ausreichenden Druck im System herzustellen und so den Ausfall eines einzelnen Werkes zu kompensieren. Wird aber die Wasserversorgung eines Gebietes großflächig angegriffen, kann dies nicht mehr sichergestellt werden. Ab einem bestimmten Zeitpunkt fehlt der Druck im System und die Wasserversorgung bricht zusammen.

Alternativ ist auch der Angriff auf die Stromversorgung denkbar. Die Elektrizität als Grundlage unserer Zivilisation ist für den Betrieb aller Infrastrukturen unverzichtbar und ein großflächiger, langanhaltender Ausfall (ein sogenannter „Blackout“) hätte schwerwiegende Folgen [7]. Weiterhin zeigte der Fall „Norwegian Pearl“ im Jahre 2006 erstmals die Fragilität der Stromversorgungsnetze auf [8].

Der Bericht der Bundesnetzagentur (BNetzA) zum „Norwegian Pearl“-Vorfall hat gezeigt, wie das Stromnetz in Europa fast komplett ausgefallen wäre. Diese Fragilität können sich APTs zunutze machen, um einen möglichst großflächigen Schaden anzurichten. Um dies zu bewerkstelligen, müssen die Systeme einiger Energieversorger angegriffen werden, um die Netzleitsysteme zur Steuerung der (Teil-)Netze übernehmen zu können.

Um diese theoretische Angriffsmöglichkeit zu untermauern, forscht die HSA-Sec auf dem Gebiet der Sicherheit von Energieversorgung. Im Rahmen unserer Forschung konnten wir eine kritische Schwachstelle in einem Fernwirkgerät feststellen [9, 10]. Diese Schwachstelle erlaubt es einem Angreifer, ein Fernwirkgerät komplett zu übernehmen. Durch die Webschnittstelle für Diagnosezwecke kann ein Angreifer eine „Directory Traversal“ ausführen. Das bedeutet, er kann beliebige Dateien des Fernwirkgeräts lesen, unter anderem auch die Password-Datei. Mittels der dort im Klartext abgelegten Credentials kann sich ein Angreifer nun via telnet mit dem Fernwirkgerät verbinden und die Parametrisierung ändern. Weiterhin hätte er Zugriff auf den IEC-104 Stack und kann somit Fernwirkunterstation mit Befehlen beeinflussen oder Fehlmeldungen in das Netzleitsystem geben.

Diese Schwachstelle bestand unter anderem, da vor einigen Jahren bei Herstellern und Betreibern keine Security Awareness vorhanden war. Die Systeme waren physikalisch von jedem anderen Netz getrennt und eine Kommunikation fand nur auf eigenen Datenleitungen statt. Durch die notwendige Vernetzung der Systeme mit der Office-Welt und dem Internet muss eine Sicherheitsarchitektur nachgezogen werden.



BENJAMIN KAHLER M. SC.

Hochschule Augsburg
Fakultät für Informatik
HSASec – Forschungsgruppe für
IT-Sicherheit und Digitale Forensik
www.hsasec.de

Fachgebiet

- Organisatorische Sicherheit

Lösungen

Der Gesetzgeber hat die Problematiken erkannt und im Juli 2015 das IT-Sicherheitsgesetz verabschiedet [5]. Ebenso hat die BNetzA einen IT-Sicherheitskatalog [8] zum 12.08.2015 erlassen. Dieser Katalog ist anzuwenden auf Strom- und Gasnetzbetreiber und schreibt die notwendige Einführung eines Informationssicherheitssystems nach ISO 27001 vor.

Die Vorschriften aus dem IT-Sicherheitsgesetz sind noch nicht vollständig. Zwar ist das Gesetz erlassen; welche Maßnahmen die Betreiber kritischer Infrastrukturen allerdings umsetzen müssen, ist noch nicht bekannt. Diese werden durch eine Rechtsverordnung des Innenministeriums näher beschrieben, ebenso welche Betreiber unter das IT-Sicherheitsgesetz fallen. Dies betrifft auch die „de minimis“ Regelung, welche kleine Betreiber von der Umsetzung befreit.

Bisher bekannt ist der Ausschluss von Strom- und Gasnetzbetreibern aus dem IT-Sicherheitsgesetz sowie der Ausschluss von Atomanlagen. Für die Strom- und Gasnetzbetreiber sieht das EnWG §11 bereits den IT-Sicherheitskatalog der BNetzA vor. Ebenso sieht das Atomgesetz strengere Regelungen für Betreiber vor, als im IT-Sicherheitsgesetz gefordert sind. Diese gelten weiterhin.

LITERATUR

- 01 Pressemitteilung Deutscher Bundestag, „Bundestag,“ 2015. [Online]. Available: http://www.bundestag.de/presse/pressemitteilungen/2015/pm_15061112/378140. [Zugriff am 10. Aug 2015].
- 02 K. Rowney, Symantec, 2011. [Online]. Available: <http://www.symantec.com/connect/blogs/what-we-talk-about-when-we-talk-about-apt>. [Zugriff am 10. Aug 2015].
- 03 B. Schneier, „Schneier On Security,“ 2011. [Online]. Available: https://www.schneier.com/blog/archives/2011/11/advanced_persis.html. [Zugriff am 10. Aug 2015].
- 04 Bundesinnenministerium, Umsetzungsplan Kritische Infrastrukturen des Nationalen Plans zum Schutz der Informationsinfrastrukturen, Berlin, 2007.
- 05 Gesetz zur Erhöhung der Sicherheit informationstechnischer Systeme (IT-Sicherheitsgesetz), Bonn: Bundesgesetzblatt Teil I Nr. 31 2015, 17.2.2015.
- 06 Heise Security, „Hacker zerstörte Pumpe in US-Wasserwerk,“ 2011. [Online]. Available: <http://www.heise.de/security/meldung/Hacker-zerstoert-Pumpe-in-US-Wasserwerk-1381930.html>. [Zugriff am 10. Aug 2015].
- 07 H. B. A. L. M. P. U. R. Thomas Petermann, Was bei einem Blackout geschieht - Folgen eines langandauernden und großflächigen Stromausfalls, Berlin: Büro für Technikfolgenabschätzung beim deutschen Bundestag, 2011.
- 08 Bundesnetzagentur, IT-Sicherheitskatalog, Bonn 2015

Schwachstellensuche im Web

Sicherheitscheck von Web-Applikationen

> Private wie auch geschäftliche Internetseiten sehen sich zunehmend Angriffen ausgesetzt, die die Integrität der Seiten selbst und auch deren Besucher gefährden. Im Projekt „Schwachstellensuche im Web“ untersucht die Forschungsgruppe HSASec Möglichkeiten, um Verfahren zur weitgehend automatisierten Analyse zu entwickeln, die speziell die Sicherheit von Web-Applikationen evaluieren sollen. Aus den Ergebnissen sollen Metriken für die Gesamtsicherheit sowie Detektionsmuster für Angriffe abgeleitet werden.

Deutlich mehr als die Hälfte aller kleinen und mittleren Betriebe (KMUs) und mehr als drei Viertel aller Einzelhändler in Deutschland haben eine eigene Internetpräsenz.¹ Diese hilft das jeweilige Unternehmen online zu präsentieren, Kunden anzusprechen und Waren direkt zu verkaufen. Im vergangenen Jahr wurden in Deutschland durch E-Commerce mehr als 40 Milliarden Euro umgesetzt. Das ist mehr als eine Verdoppelung gegenüber 2010.² Allerdings birgt der eigene Internetauftritt auch beachtenswerte Risiken. Im Rahmen einer Forschungsarbeit innerhalb der HSASec wird versucht, einen relevanten Teil der bestehenden Risiken weitestgehend zu eliminieren.

Starke Zunahme von Cyber-Angriffen

Laut einer Befragung von (Sicherheits-) Technischen Leitern und Geschäftsführern haben sich die jährlich erfassten Cyberangriffe seit 2010 mehr als vervierfacht, gegenüber 2009 sogar mehr als verzehnfacht.³ Die Zahl an technischen Schwachstellen in Web-Applikationen schlägt sich nicht nur in Befragungen nieder, sondern lässt sich auch anhand von quantitativen Schwachstellenmeldungen in anerkannten Datenbanken wie der CVE-Liste des Mitre⁴ belegen. Abhängig vom tatsächlichen Zweck des Internetauftritts entstehen im Falle eines erfolgreichen Hacks für den Betreiber unangenehme Folgen.

Angriffe werden zum Geschäftsmodell

Während erfolgreiche Angriffe früher häufig auf Cyber-Vandalismus zurückzuführen waren, zeichnet sich seit einigen Jahren ein konkreter Trend zur Kommerzialisierung ab. Die Angreifer versuchen aus einer kompromittierten Web-Präsenz maximalen Gewinn zu ziehen. Dies lässt sich beispielsweise durch den Versand von Spam-Mails, das Schalten von Werbung oder das Infizieren von Besuchern mit Schadsoftware realisieren. Allen Angriffsformen ist jedoch gemein, dass für den Betreiber der Internetseite Schaden entsteht.



Konsequenzen für den Website-Betreiber

Im Falle eines Online-Shops kann ein nicht erreichbarer Shop in der Zeit zwischen Angriff und Wiederherstellung keinen Profit generieren. In den häufig gesehenen Fällen von Spam über eine gehackte Internet-Präsenz wird der Betreiber in der Regel von „Spam-Houses“⁴⁵ für eine gewisse Zeit „geblacklistet“. Das bedeutet, dass Mails von und an die betreffende Domain nicht zugestellt werden und kann dazu führen, dass eine komplette Firma vorübergehend von dem gesamten Mailverkehr abgeschnitten wird. Je nach Art der Firma hat dies erhebliche Auswirkungen auf den Geschäftsbetrieb und führt ggf. zu einem Reputationsverlust der Firma.

Gründe für Verbreitung von Schwachstellen im Webbereich

Die Mehrheit aller stark verbreiteten Web-Anwendungen verfügt über so genannte Plugin-Systeme. Darunter versteht man die Möglichkeit, Software Dritter direkt in die jeweilige Applikation zu integrieren und ohne nennenswertes Know-how technische Anpassungen vorzunehmen. Durch Plugins kann die Funktionalität der jeweiligen Applikation ergänzt und an die individuellen Bedürfnisse des Betreibers angepasst werden. Diese Erweiterungen integrieren sich in der Regel vollständig in die Seite und können auf Daten und Speicher der Eltern-Applikation zugreifen: Hier entsteht das Problem. Während die Hauptapplikation typischerweise von erfahrenen Web-Programmierern oder Teams erstellt und

gepflegt wird, können die Plugins durch jede Person programmiert und durch sog. Repositories bereitgestellt werden. In einer Erhebung der HSASec wurden die Qualitäten der Hauptsoftware und der Erweiterungen miteinander verglichen mit dem Ergebnis, dass die Qualität und somit auch die Sicherheit der Hauptapplikation in den allermeisten Fällen deutlich über der der Plugins lagen. Dadurch, dass die Plugins jedoch direkt mit der Hauptapplikation verbunden werden und auf derselben Berechtigungsebene arbeiten, betrafen die Schwachstellen aus der Erweiterung auch die Softwarestellen, in die sie integriert waren. Somit wurde durch die Verwendung von Erweiterungen die Sicherheit der Hauptapplikation erheblich reduziert.

Methoden zur Detektion von Sicherheitslücken

Prinzipiell existieren drei Möglichkeiten, Schwachstellen in Software zu erkennen. Beim manuellen Code Review untersucht man den Code an denjenigen Stellen, welche typischerweise aus sicherheitstechnischer Sicht relevant sind. Die Ergebnisse eines Code Reviews sind im allgemeinen qualitativ hochwertig, allerdings mit einem hohen Zeitaufwand verbunden. Folglich wird versucht, das Code Audit zu automatisieren. Dies geschieht mit Hilfe der statischen Code Analyse. Hierfür existieren sprachspezifische Werkzeuge, die automatisiert die vorliegenden Programmcodes auf diverse Konstrukte



SEBASTIAN KRAEMER M. SC.

Hochschule Augsburg
Fakultät für Informatik
HSASec – Forschungsgruppe
für IT-Sicherheit und Digitale Forensik
Tel. +49 821 5586-3132
sebastian.kraemer@HS-Augsburg.de



MICHAEL KAPFER B. ENG.

Hochschule Augsburg
Fakultät für Informatik
HSASec – Forschungsgruppe
für IT-Sicherheit und Digitale Forensik
Tel. +49 821 5586-3647
michael.kapfer@HS-Augsburg.de

- 1 <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/70983/umfrage/eigene-websites-von-handelsunternehmen-nach-wirtschaftsweig/>
<http://de.statista.com/statistik/daten/studie/151766/umfrage/anteil-der-unternehmen-mit-eigener-website-in-deutschland/>
- 2 <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/71568/umfrage/online-umsatz-mit-warenseit-2000/>
- 3 <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/348766/umfrage/jaehrliche-anzahl-von-internetan-griffen-weltweit/>
- 4 <https://cve.mitre.org>
- 5 https://en.wikipedia.org/wiki/The_Spamhaus_Project

und Muster analysieren. Der Zeitaufwand wird hierdurch minimiert, in der Regel aber auch die Qualität der Ergebnisse. Eine weitere Methode ist die dynamische Analyse. Hierbei wird das Programm zur Laufzeit, beispielsweise mit einem Debugger, analysiert. Auf diese Weise können auch Fehler und Schwachstellen identifiziert werden, die durch Analyse des reinen Codes kaum zu detektieren sind.

Vorgehen nach dem Detektieren einer Schwachstelle

Nachdem eine Schwachstelle gefunden wurde, wird der Responsive Disclosure Prozess eingeleitet. Dieser schreibt vor, wann welche Details der gefundenen Schwachstelle an welche Stelle zu melden sind und wann die Schwachstelle veröffentlicht werden darf. Dies ist nötig, da sowohl die Softwarehersteller als auch die Anwender Zeit benötigen, um einerseits die Schwachstelle zu beheben und die daraus resultierenden Aktua-

lisierungen durchzuführen. Nach dem Auffinden der Schwachstelle wird im ersten Schritt der Autor bzw. Hersteller der Software kontaktiert. Hierbei werden sämtliche Informationen übermittelt, die zur Behebung der Schwachstelle benötigt werden. Dies umfasst in der Regel auch einen sog. Proof of Concept – eine Beschreibung, wie die Schwachstelle ausgenutzt wurde. Nachdem der Fehler behoben und ein Update offiziell zur Verfügung gestellt wurde, kann die CVE-Nummer beantragt werden. Dies geschieht in der Regel über öffentlich einsehbare Stellen, wie fachspezifische Mail-Verteiler. Deshalb werden zu diesem Zeitpunkt zwar alle essentiell notwendigen Informationen über die Schwachstelle veröffentlicht, aber noch kein Proof of Concept. Daraufhin wird eine CVE-Nummer reserviert - eine eindeutige Nummer, die für eine gefundene Schwachstelle vergeben wird, um auf diese zu referenzieren. Der Proof of Concept wird 90 Tage nach Veröffentlichung der Schwachstelle nachgereicht. Anschließend wird die reservierte CVE-Nummer vollständig bewertet und veröffentlicht. Diesen Prozess hat die HSASec bereits mehrfach durchlaufen und hält somit bereits mehrere CVE-Nummern inne.

Fazit und Ausblick

Die Untersuchungen im Rahmen des Projekts haben gezeigt, dass bereits relativ einfache Verfahren ein großes Maß an Schwachstellen zu Tage liefern. Um auch komplexere Schwachstellen zu identifizieren setzt die HSASec auf eine Kombination aus mehreren Methoden. Dadurch kann ein gutes Maß an aufzuwendender Zeit und Qualität der Ergebnisse erreicht werden. Um die Qualität der Ergebnisse weiter zu erhöhen, werden neuartige Ansätze erforscht. Diese ermöglichen automatisiert Schwachstellen zu erkennen, die bisher nur durch manuelle Code Reviews zu finden waren. Hierdurch versucht die HSASec dazu beizutragen, die Qualität und Sicherheit von Software verschiedenster Hersteller und den darauf basierenden Webseiten weiter zu erhöhen. Ergebnisse dieses Projekts fließen in die neue Mastervorlesung „Advanced Security Testing“ ein. <

Hardware Hacking

IT-Sicherheit eingebetteter Systeme

> Eingebettete Systeme werden zunehmend komplexer, vermehrt miteinander vernetzt und durchdringen alle Bereiche unserer Gesellschaft. Diese Tatsache generiert eine Vielzahl neuer Herausforderungen für die IT-Sicherheit und Digitale Forensik. Die Forschungsgruppe HSASec befasst sich mit diesen Herausforderungen und der Entwicklung von Vorgehensweisen und Techniken zur Sicherheitsüberprüfung dieser Systeme. Zusätzlich fließen die Ergebnisse unmittelbar in die neue Master-Vorlesung „Advanced Security Testing“ ein. Dabei lernen die Studierenden anhand eines simulierten Produkttests die vermittelten Methoden und Techniken praktisch anzuwenden.

Beim Internet der Dinge werden physikalische Objekte mit eingebetteten Mikrocontrollern, Software sowie Sensoren und Aktoren ausgestattet und miteinander vernetzt. Durch die Vernetzung sind die Geräte in der Lage, Informationen mit dem Hersteller, dem Betreiber oder anderen intelligenten Dingen über das Internet auszutauschen. Die Analysten von Gartner gehen davon aus, dass in fünf Jahren über 25 Milliarden Geräte mit dem Internet verbunden sind [1]. Dabei durchdringen diese Geräte nicht nur das digitale Leben von Privatpersonen, sondern werden auch fester Bestandteil von Logistik, Smart Cities und Industrie 4.0.

Wie die Entwicklung der letzten Monate zeigt, rücken diese Geräte immer stärker in das Visier von Angreifern. So entdeckte Sicherheitsforscher und Autor Brian Krebs Anfang 2015 ein Botnetz namens „Lizard Stresser“, das nicht wie sonst aus gekaperten Computern, sondern aus verwundbaren Heim-Router bestand und für Denial-of-Service Angriffe auf Unternehmen wie Microsoft oder Sony verwendet wurden [2]. Im Juli dieses Jahres zeigten die beiden Sicherheitsforscher Charlie Miller und Chris Valasek, wie sie einen Jeep über das Internet fernsteuern konnten [3]. Aber auch Schwachstellen in smarten Scharfschützengewähren erlaubten es den beiden Hackern Runa Sandvik und Michael Auger neue Ziele festzulegen [4]. In diesem Zusammenhang nimmt die IT-Sicherheit von eingebetteten Systemen eine wichtige Schlüsselrolle ein.

Initiale Geräteanalyse

Bevor ein Angreifer oder Sicherheitsforscher das Zielgerät wie in den genannten Beispielen analysieren oder kontrollieren kann, ist eine Reihe von Schritten notwendig. Die Entwicklung strukturierter Vorgehensweisen und Techniken, die dies ermöglichen, stand in diesem Vorhaben im Mittelpunkt.

Primär wird mit einer initialen Geräteanalyse begonnen. Dabei steht die Sammlung und Auswertung aller sicherheitsrelevanten Informationen zum Gerät im Vordergrund. Ziel ist es, einen Überblick über die Funktionsweise des Gerätes zu gewinnen, indem die verbauten Komponenten sowie Kommunikationsschnittstellen identifiziert und die dazugehörigen Datenblätter ausgewertet werden.



PETER SCHULIK B.SC.

Hochschule Augsburg
HSASec – Forschungsgruppe
für IT-Sicherheit und Digitale Forensik
Tel. +49 821 5586-3616
peter.schulik@hs-augsburg.de

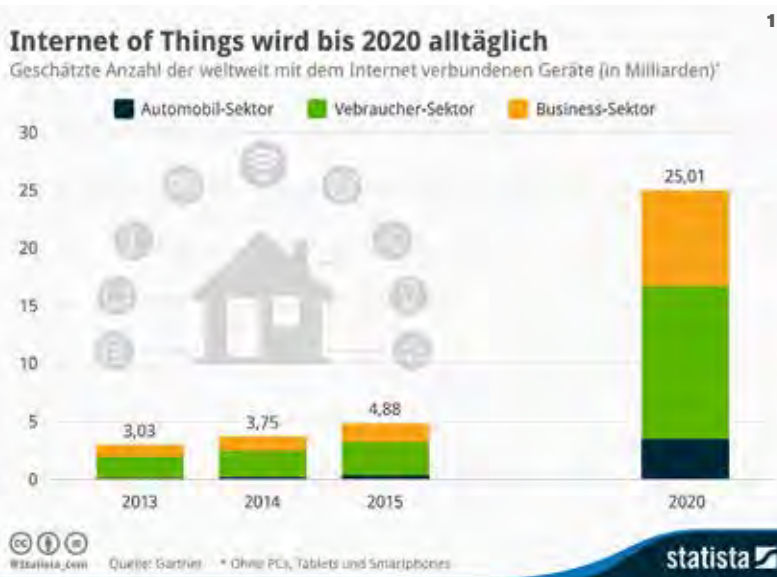
Bestimmte Webseiten liefern bereits detaillierte Informationen über ein Zielgerät, ohne dass man im physikalischen Besitz des Gerätes ist. So besitzen die meisten Kommunikationsgeräte eine FCC-ID (Federal Communications Commission IDentification), mit deren Hilfe in der frei zugänglichen Datenbank der FCC (Federal Communications Commission) [5] nach Informationen zum Hersteller und zum Produkt gesucht werden kann. Dazu

gehören beispielsweise interne Fotos des Gerätes, Testberichte sowie eMails zwischen Hersteller und FCC, die in vereinzelt Fällen wertvolle Informationen enthalten.

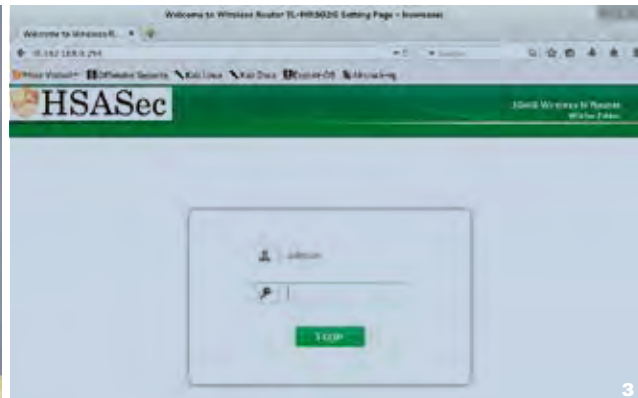
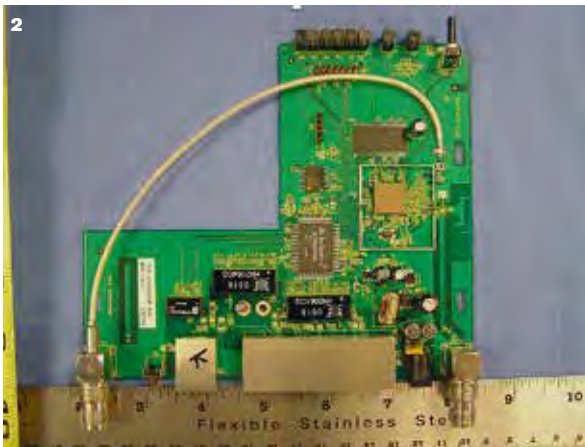
Ist man im Besitz des Gerätes oder hat die internen Fotos aus der FCC-Datenbank, so wird die Platine des Gerätes mit folgenden Fragestellungen untersucht:

- Welche Komponenten sind im Gerät verbaut?
- Welche externen/internen Schnittstellen zur Interaktion hat das Gerät?
- Wie sind die Komponenten/Schnittstellen miteinander verbunden?

Auf Komponenten wie Mikrocontrollern, Arbeits- oder Flash-Speicher sind im Regelfall ID-Strings aufgedruckt, die eine Identifikation der Komponente erlauben und die Suche nach einem dazugehörigen Datenblatt erleichtern. Die entsprechenden Datenblätter enthalten Informationen über den Zweck, die Pinbelegung, unterstützte Protokolle oder Timing-Diagramme des Bauteils.



- 1 Anzahl weltweit vernetzter Geräte im Jahr 2020.
- 2 Internes Produkt-Foto aus der FCC-Datenbank.
- 3 Firmware-Manipulation eines Routers.



Interaktion mit einem Gerät

Nachdem die eingesetzten Komponenten identifiziert sind, werden im nächsten Schritt die Schnittstellen ermittelt, die eine direkte Interaktion mit dem Gerät erlauben. Dabei wird zwischen internen Schnittstellen wie UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) oder JTAG (Joint Test Action Group) und extern erreichbaren Anschlüssen wie beispielsweise USB (Universal Serial Bus) unterschieden.

UART ermöglicht eine asynchrone, serielle Kommunikation mit dem Gerät und wird vom Hersteller als Diagnose- und Debug-Schnittstelle verwendet. Ein Angreifer kann darüber relevante System-Informationen wie verwendete Kernel- oder Bootloader-Version ermitteln. Zusätzlich kann die UART-Schnittstelle dazu verwendet werden, um das Gerät während des Systemstarts zu manipulieren oder mit Hilfe einer root-Shell mit dem Gerät unter Verwendung administrativer Benutzerrechte zu interagieren.

Die JTAG Schnittstelle wurde ursprünglich dazu entwickelt, die Verbindungen zwischen Komponenten auf Leiterplatten automatisiert zu überprüfen. Aus Sicht der IT-Sicherheit erlaubt sie die Identifikation von Komponenten ohne Beschriftung, die dynamische Analyse der Software des Gerätes oder die Sicherung bzw. das Einspielen einer modifizierten Firmware auf das Gerät.

Analyse und Modifikation der Firmware

Anhand zahlreicher Tests mit unterschiedlichen Produkten wurden Methoden zur Sicherung der Firmware eines Gerätes entwickelt und validiert. Hierbei wird zwischen nicht destruktiven und destruktiven Methoden unterschieden. Zu den Methoden, die das Gerät nicht zerstören, gehören das Beziehen der Firmware von der Herstellerseite oder die Akquise von einer SD-Karte. Zusätzlich erlaubt die Verwendung von IC-Testklammern in Kombination mit selbst geschriebenen Python-Skripten das Auslesen von EEPROM Speichern. Als letzte nicht destruktive Methode kann die JTAG Schnittstelle zur Sicherung der Firmware verwendet werden. Führen die aufgeführten Methoden nicht zum Erfolg, so kann der Flash-Speicher des Gerätes ausgelötet und mit Hilfe eines Chip-Programmers ausgelesen werden.

Die akquirierte Firmware kann mit unterschiedlichen Motivationen analysiert werden. Dazu gehört die Suche nach Schwachstellen, die Manipulation der Firmware oder die forensische Analyse von Schadcode im Firmware-Image. Hierzu werden im ersten Schritt wichtige Bestandteile der Firmware wie Bootloader, Kernel oder Dateisystem mit Hilfe ihrer Signaturen identifiziert und extrahiert. Die gewonnenen Bestandteile werden anschließend ausgehend von der Motivation untersucht. So gelang es in zahlreichen Versuchen die Firmware mehrerer Router zu extrahieren, um eine Backdoor zu erweitern und wieder auf das Gerät aufzuspielen.

Fazit und Ausblick

Die Forschungsgruppe HSASec befasst sich mit den Herausforderungen rund um das Thema IT-Sicherheit von eingebetteten Systemen. Die Entwicklung strukturierter Vorgehensweisen und Techniken zur Sicherheitsüberprüfung stand dabei primär im Vordergrund. Im Rahmen eines Industrie- und Forschungsprojektes konnte die Ergebnisse erfolgreich angewandt und vertieft werden. Zusätzlich werden die Ergebnisse bereits als Bestandteil der neuen Mastervorlesung „Advanced Security Testing“ den Studenten anhand praktischer Produkttests vermittelt.

Die weiteren Forschungsaktivitäten auf diesem Gebiet beziehen sich auf die Themen „Digitale Forensik von eingebetteten Systemen“ und „Sichere Produktentwicklung“. Hierbei soll untersucht werden, wie eingebettete Systeme nach einem IT-Angriff forensisch korrekt gesichert und analysiert werden können. Zusätzlich soll ein Konzept entwickelt werden, das hilft sichere Produkte zu bauen. <

REFERENZEN

- 01 <http://de.statista.com/infografik/2937/mit-dem-internet-of-things-verbundenen-geraete/>
- 02 <https://krebsonsecurity.com/2015/01/lizard-stresser-runs-on-hacked-home-routers/>
- 03 <http://www.wired.com/2015/07/hackers-remotely-kill-jeep-highway/>
- 04 <http://www.wired.com/2015/07/hackers-can-disable-sniper-rifle-or-change-target/>
- 05 <https://transition.fcc.gov/oet/ea/fccid/>

Einfluss von Scanmechanismen auf Industriekomponenten

Aufbau eines Testlabors

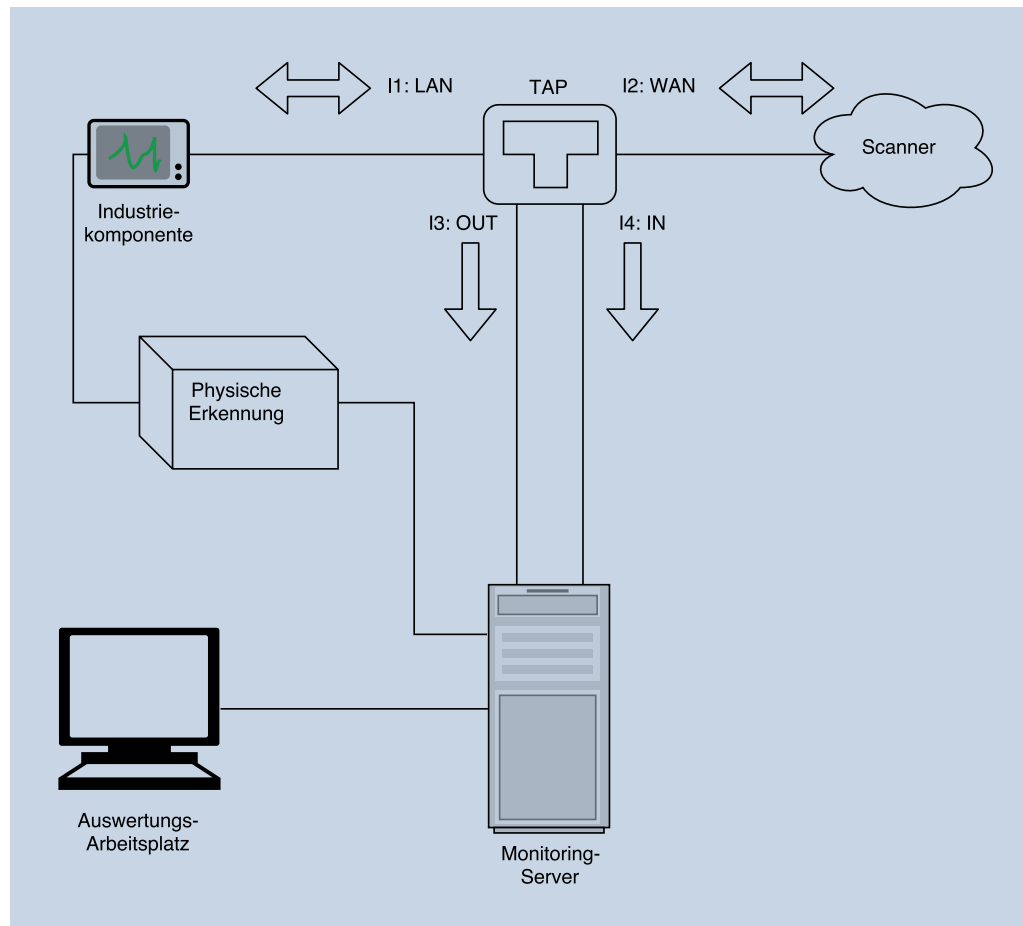
> Im Teilprojekt „Laboraufbau und Suchmaschinen-Evaluation“ des durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekts RiskViz werden in einem Testlabor Einflüsse von Scanvorgängen auf Industriekomponenten analysiert. Ziel ist die automatisierte Erkennung negativer Auswirkungen von Scanmechanismen.

Dies ermöglicht die Optimierung der zu entwickelnden Algorithmen, so dass der Scanner in Produktivumgebungen eingesetzt werden kann.

Negative Auswirkungen von Scans

Netzwerk-Scans können vielfältige Auswirkungen haben, wie beispielsweise eine Verzögerung in der Kommunikation verschiedener Komponenten. Während dies bei nicht zeitkritischen Anwendungen eine untergeordnete

Rolle spielt, wiegen die Auswirkungen in Umgebungen, die auf Echtzeitdaten angewiesen sind, bedeutend schwerer. Andere Beispiele sind der Absturz oder eine Dienstverweigerung von Komponenten. In Extremfällen können diese Komplikationen Schäden an Anlagen teilen oder Werkstücken verursachen. Hier kann auch eine Gefahr für Leib und Leben entstehen.



Monitoringaufbau des Testlabors.

Erkennen von Einflüssen

Das Erkennen von Einflüssen lässt sich auf die Bereiche Netzwerk und Physisch aufteilen. So liefern bereits die von der Komponente gesendeten Antwortpakete oder das Ausbleiben derselben gute Rückschlüsse, ebenso wie die zur Verfügung gestellten Logdaten. Hieraus lassen sich offensichtliche, aber nicht beabsichtigte Ereignisse filtern. Das Erkennen einer kommunikationsverzögernden Beeinflussung fällt ebenfalls hierin.

Physisch sind die Statusanzeigen der Komponente von Bedeutung. Hersteller- und geräteabhängig sind diese ein guter Indikator für Störungen. Für jede Komponente im Normalbetrieb oder mittels eines Kontrollprogramms kann ein typisches elektrisches Laufzeitverhalten an ihren Ein- und Ausgängen festgehalten werden. Die Veränderung desselben und das Überschreiten noch festzulegender Grenzwerte deuten auf eine Beeinflussung hin, welche durch einen Scan hervorgerufen sein kann.

Nachweis der erkannten Einflüsse

Um die Beeinflussung einem bestimmten Scan zuzuordnen, wird der ein- und ausgehende Netzwerkverkehr getrennt aufgezeichnet. Die Verwendung eines LAN Tap stellt sicher, dass der Monitoring-Server selbst keine Daten in dieses Netz senden kann. Die beiden Mitschnitte des Netzwerkverkehrs werden in einem weiteren Schritt anhand der Zeitstempel zusammengeführt und können von einem Auswertungsarbeitsplatz aus analysiert werden.

Die Analyse des Netzwerkverkehrs in Verbindung mit den physischen Überwachungen liefert u.a. durch die Betrachtung des zeitlichen Ablaufs Rückschlüsse darauf, wann ein beeinflussender Scan stattgefunden hat. <



MARKUS POHLERT B.SC.

Hochschule Augsburg
Fakultät für Informatik

HSASec – Forschungsgruppe
für IT-Sicherheit und Digitale Forensik
Tel. +49 821 5586-3633
markus.pohlert@hs-augsburg.de

Sicherheit für Industrienetze

Kostengünstige Konfigurationsänderungen bieten Schutz und helfen bei der Detektion von Cyber-Angriffen

> Nach den aktuellen Entwicklungen innerhalb der Industrial Cyber Security zeigt sich, dass immer öfter gezielte Angriffe auf ein angebundenes Office-Netzwerk der initiale Angriffsvektor ist. Gerade die jüngsten Vorfälle im Bezug zur Dragonfly-Gruppe demonstrieren, dass bei ernstzunehmenden Angriffen eine ausgiebige Informationssammlung und Social Engineering Techniken vorausgehen. Von diesem Punkt aus gehen die Angreifer weiter vor und finden meist über ungesicherte oder undokumentierte Zugänge ihren Weg auch in Produktionsnetze.

Gerade kleine und mittlere Unternehmen (KMU) im Produktionsbereich sind oft mit den allgemeinen Schutzmaßnahmen, welche in Standards und Best Practices empfohlen werden, überfordert. Zudem sind diese Unternehmen sehr funktionsorientiert und von einem hohen Kostendruck getrieben. Ausgehend von der aktuellen Bedrohungslage und den begrenzten Ressourcen von KMUs im Produktionsbereich stellt sich die Frage: Kann man bestehende Industrieanlagen ohne Neuinvestitionen allein durch Konfigurationsänderungen sicherer gestalten?

Methode

Um das Vorgehen so praxisorientiert und realitätsnah wie möglich zu halten, waren die Grundpfeiler der Arbeit die verfügbaren Informationen über reale Angriffe sowie die neuesten Forschungserkenntnisse auf diesem Gebiet.

Neben der Typisierung und Abstraktion von Cyber-Angriffen wurden öffentlich verfügbare Tools und Exploits für die praktische Darstellung der typisierten Angriffe genutzt.

Die drei anspruchsvollsten Aufgaben waren:

- Analyse von Cyber-Angriffen und beispielhafte Implementierung eines mehrschichtigen Demonstrationsangriffes.
- Aufbau einer realistischen Laborumgebung zur Implementierung von unterschiedlichen Konfigurationen von Industrienetzen.
- Evaluierung und Implementierung von bestehenden Logging-Mechanismen in unterschiedlichen Ausprägungen.

Um praktische Erfahrungen zu sammeln, wo welche Spuren von Angriffen in industriellen Netzwerken zu finden sind und welchen Mehrwert eine durchdachte Konfiguration der Komponenten im Hinblick auf Logging und Digitale Forensik hat, wurde im Detail wie folgt vorgegangen:

Im praxisnahen Laboraufbau wurden die Industriekomponenten gemäß drei unterschiedlicher Laborkonfigurationen A, B und C eingerichtet. Diese Konfigurationen repräsentieren unterschiedlich gut segmentierte Netzwerke, in denen verschiedene Logging Level getestet wurden. Einmal pro Laborkonfiguration wurden die ausgesuchten Techniken in den unterschiedlichen Angriffsphasen praktisch durchgeführt und die einzelnen Komponenten auf Spuren des Angriffs in den Logdateien untersucht. Dabei war vor allem wichtig, welche

Log-Einstellung zur Aufzeichnung der Spur führte.

Nach dem Zusammentragen der Ergebnisse wurde ein praktisches Vorgehen zur IT-Sicherheits-fokussierten Konfiguration der Komponenten abgeleitet. Insbesondere ging es darum, welche Einstellungen inwieweit bei welchen Angriffen zur Detektion beitrugen.

Die grundlegenden Einschränkungen bzw. Fokussierungen bei der Durchführung waren folgende:

- Es wurden nur vorgegebenen Komponenten aus der Erfassung der eingesetzten Komponenten verwendet (keine zusätzlichen Security-Komponenten).
- Bei der Spurensuche wurden bestimmte Logdaten fokussiert. Das Loggen des gesamten Netzwerkverkehrs und dessen Analyse wird aufgrund der enormen Datenmenge und Durchsatzgeschwindigkeit des Netzwerkverkehrs ausgeschlossen.

Ergebnisse

Der Erfolg eines Reverse-TCP-Angriffs ist sehr abhängig vom verwendeten Payload und von Schwachstellen auf dem anzugreifenden Computer. Dies ist jedoch gerade in industriellen Netzwerken ein großes Problem, da durch mangelndes oder fehlendes Patching oft Rechner vorgefunden werden, die viele Schwachstellen aufweisen. Um solche Angriffe untersuchen zu können, eignen sich am besten die Routerlogs.

Bei den Scans kommt es vor allem auf zwei Dinge an: Von welchem Host und wie aggressiv wird gescannt. Keine Logs der Scans von Nmap und Plescan findet man, solange im selben VLAN oder in einem nicht segmentierten Netzwerk gescannt wird. Bei segmentierten Netzwerken mit granularen ACL Regeln können die Scans allein durch die Visualisierung erkannt werden. Snmp-check wurde in keiner der Konfigurationen entdeckt. Es lieferte aussagekräftige Informationen über die Zielsysteme, lediglich in den Standardeinstellungen der Engineering Station war der SNMP Service deaktiviert.

Der Replay-Angriff wurde innerhalb der Netzwerksegmente nicht erkannt, da er erlaubte Kommunikation lediglich wiederholt. Bei Kommunikation in ein anderes VLAN wurde er geblockt. Jedoch finden sich bei den betreffenden Systemen (HMI und SPS) durch die funktionale Beeinträchtigung in allen Konfigurationen schnell Spuren.

Beim ARP-Cache Poisoning allein kennzeichnet sich die Erkennung des Angriffs bei der Engineering Station lediglich bei der Auswertung der ARP-Tabelle, was in der Praxis meist nicht der Fall ist. In Bezug auf das HMI und die SPS sind in allen drei Labor-konfigurationen die Folgen der ausbleibenden Kommunikation zu sehen. Das HMI erhält die Output-Werte des SPS nicht mehr und die SPS erhält keine neuen Inputwerte vom HMI. Würde der Man-in-the-Middle Angriff weiter ausgebaut, würde man diese Symptome nicht mehr vorfinden.

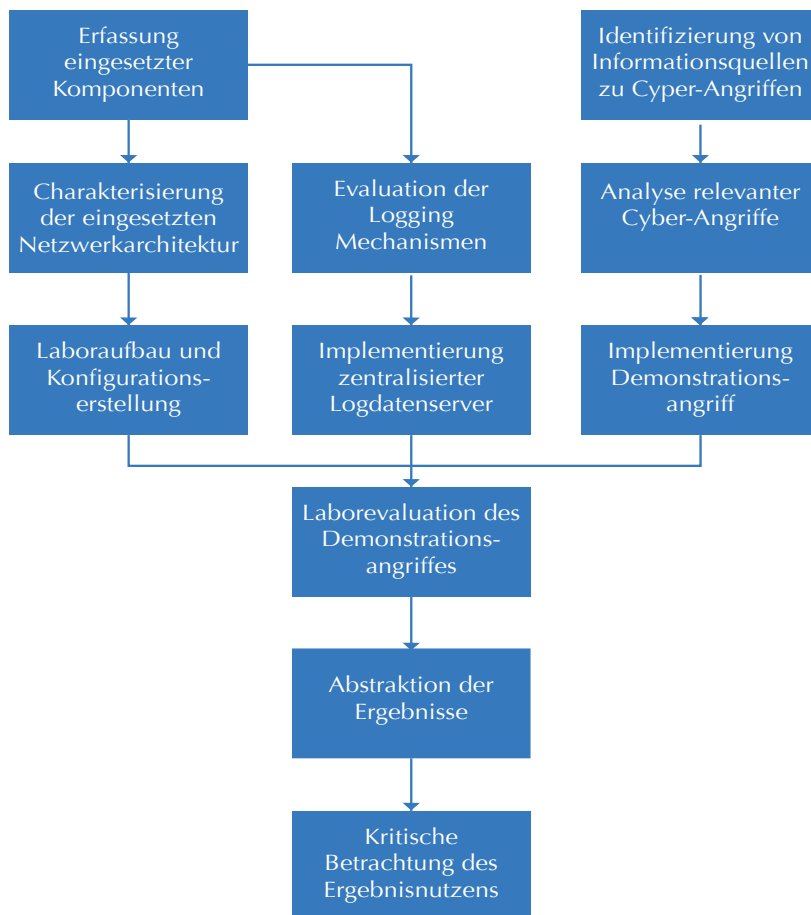
Unabhängig vom Logging Level des Routers werden die ACL Verstöße an den Syslog-Server weitergeleitet. Die Anzahl der Logs kann jedoch durch das Reduzieren der Logging Level minimiert werden. Es lohnt sich also eine entsprechende Analyse der Konfigurationen vorzunehmen, um die Menge der Logdaten managebar zu halten. <



ANDREAS SEILER M.SC.

Hochschule Augsburg
Fakultät für Informatik

HSASec – Forschungsgruppe für
IT-Sicherheit und Digitale Forensik
Tel. +49 821 5586-3462
andreas.seiler@hs-augsburg.de



Ingenieur- wissenschaften





△ · | · △ ·

△ · | · △ ·

△ · | · △ ·

△ · | · △ ·

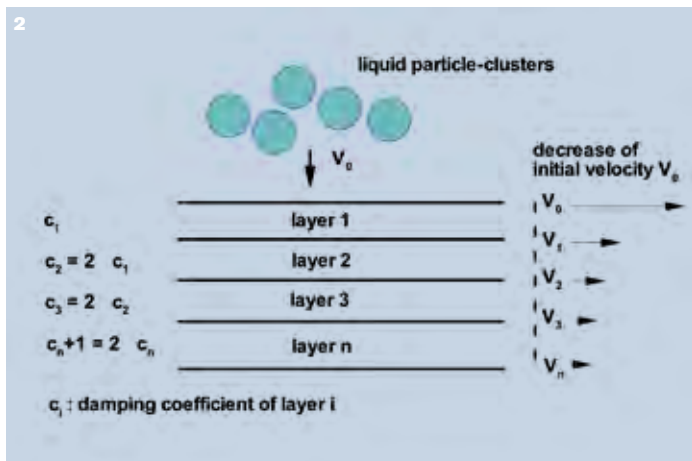
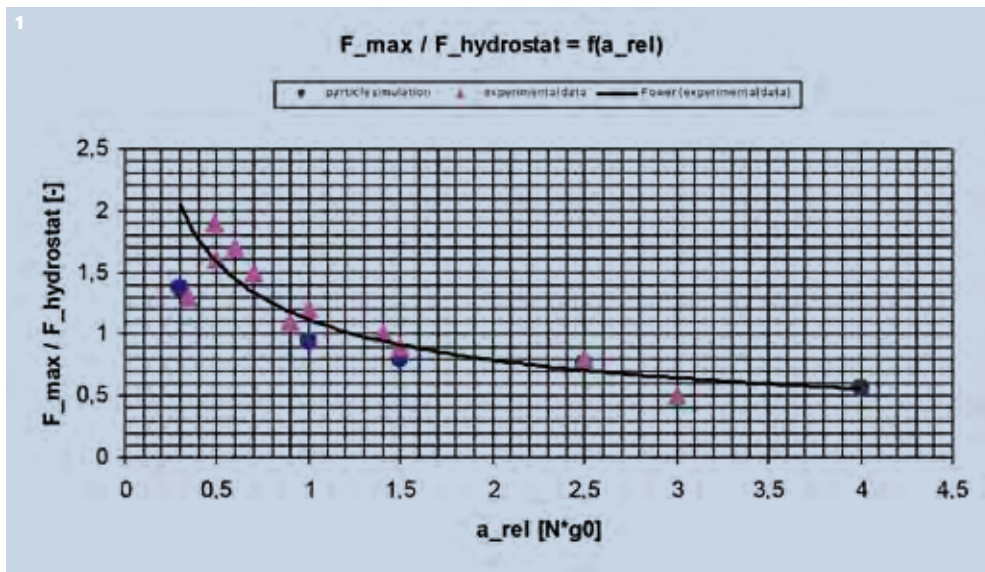
Liquid Sloshing und Impact in Faserverbund-Strukturen

Numerische und experimentelle Analyse der Flüssigkeitsdynamik in dünnwandigen Schalenstrukturen aus Faserverbundwerkstoffen

> Die Modellierung von hochdynamischen Fluid-Struktur Interaktionen, wie z.B. das Schwappen von Flüssigkeiten in großen Behältern oder der Impact von festen und flüssigen Körpern auf Mehrschichtverbunde, geht einher mit komplexen Phänomenen wie der physikalischen Abbildung des Fluids oder der innere Aufbau der Strukturkomponente. Insbesondere die Interaktion mit

anisotropen Werkstoffen, wie Faserverbundmaterialien unter Impact von festen und flüssigen Körpern, ist eine große Herausforderung für die Modellbildung und die numerische Umsetzung in Form einer Prozesskette. In diesem Beitrag soll ein innovativer, Lagrange-basierter Ansatz hervorgehoben werden, welcher in eine numerische, eigenentwickelte Prozesskette integriert ist

Die Verwendung innovativer Werkstoffe für Ingenieuranwendungen ist getrieben von den mechanischen und thermischen Anforderungen an das verwendete Material. Die Lebensdauer dieser Strukturen hängt entscheidend von der Kenntnis der Schadensmechanismen ab, insbesondere bei Impacts mit hoher Geschwindigkeit (Schlag bzw. Stoß). Hierbei spielt die Dynamik des Impactors (z.B. ein großes Flüssig-



- 1 Abhängigkeit der maximalen Kraft auf die Behälterwand von der Relativgeschwindigkeit zwischen Flüssigkeit und Struktur.
- 2 Particle-Cluster Ansatz für die Modellierung der Energiedissipation in einem Mehrschichtverbund während eines Impacts.



PROF. DR. ANDRÉ BAETEN

Hochschule Augsburg
Fakultät für Maschinenbau
und Verfahrenstechnik
Tel. +49 821 5586-3176
andre.baeten@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- Design und Auslegung von Hochleistungs-Faserverbundstrukturen
- Fluid-Struktur Interaktion mit Fokus auf dynamische Flüssigkeitsinteraktion
- Flugkörperdynamik in der Luft- und Raumfahrt

keitsvolumen oder ein kleiner, massiver Körper) und der Struktur, wegen der teilweise sehr hohen instationären Lasten darauf, eine dominierende Rolle bei der Auslegung.

Die Leistungsfähigkeit und Sicherheit z.B. eines dünnwandigen Tanks, der in der Raumfahrt für den Transport von teilweise kryogenen Flüssigkeiten verwendet werden soll, hängt im Wesentlichen ab von der exakten Kenntnis dieser Lasten in Verbindung mit den Masseigenschaften (Massenschwerpunkt und Massenträgheitsmomente), insbesondere während der Phasen starker Beschleunigungen.

Auf der Strukturseite bieten Faserverbundwerkstoffe neue Aspekte in Bezug auf das Design von Strukturen, da sie eine in weiten Bereichen einstellbare Steifigkeit und thermische Ausdehnung besitzen und somit ein weites Feld von mechanischen und thermischen Anwendungen abdecken können. Insbesondere die einstellbare Steifigkeit kann dazu beitragen, die strukturellen Lasten nach einem Impact zu vermindern und die Zuverlässigkeit und Schadenstoleranz einer Faserverbundstruktur zu erhöhen.

Die hier vorgestellte geschlossene Prozesskette beinhaltet sowohl die Modellierung des Impactors (Flüssigkeit bzw. Festkörper) und der Faserverbund-Struktur als auch deren dynamische Wechselwirkung. Eine freie Bewegung von Struktur und Flüssigkeit in sechs Freiheitsgraden sowie der Wärmeübergang zwischen Fluid und Struktur sind ebenso berücksichtigt, wie eine effiziente Rechenzeitminimierung dank eines innovativen diskreten Partikelansatzes.

Sloshing und Impact bei Mehrschichtverbunden

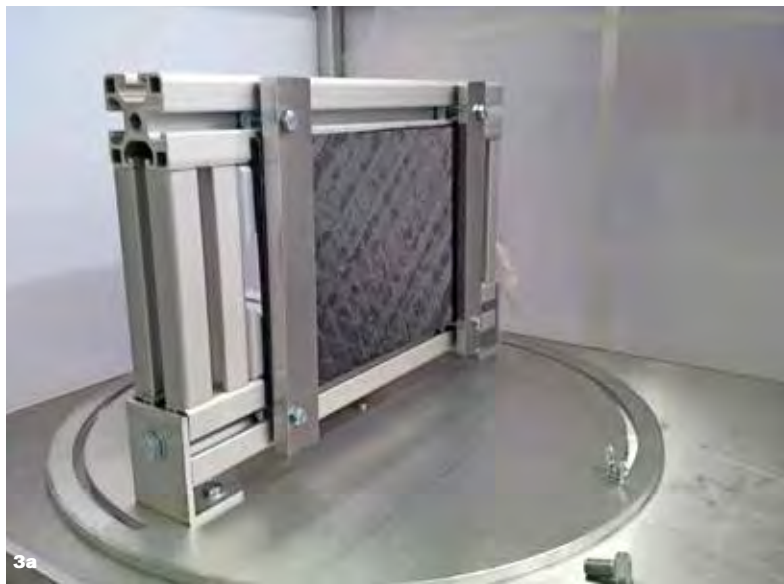
Unter Sloshing versteht man allgemein die Bewegung von Flüssigkeiten in bewegten Behältern (Tanks). Diese Flüssigkeitsbewegung ist häufig mit dem Impact einer großen Flüssigkeitsmenge auf die umgebende Struktur verbunden. Diese beiden Phänomene werden von der vorliegenden numerischen Prozesskette physikalisch korrekt wiedergegeben. Den Kern bildet ein Lagrange-basierter Ansatz „Particle-Cluster Simulation“, welcher sowohl für die Modellierung der flüssigen Phase als auch für die feste Struktur verwendet wird. Er basiert auf einer Lennard-Jones Potentialfunktion und benötigt kein Preprocessing in Form eines Rechenetztes. Die Relativbewegung zwischen Fluid und Struktur wird mithilfe einer Quaternionen-Transformation abgebildet, welche die Nachteile der Eulerwinkel („Gimbal Lock“) kompensiert. Die Berücksichtigung des Wärmeübergangs zwischen Fluid und Struktur, die thermodynamischen Eigenschaften beider Komponenten sowie eine innovative Modellierung der Strukturelastizität vervollständigen die Prozesskette bis hin zum Postprocessing. Es können alle relevanten Parameter zur Flüssigkeits- und Strukturmechanik in Tabellenform oder grafisch dargestellt werden.

Abbildung 1 zeigt ein Beispiel für die Abhängigkeit der maximalen Kraft auf eine Struktur aus einem Flüssigkeits-Impact in Abhängigkeit von der Relativbeschleunigung zwischen Flüssigkeit und Struktur. Die numerische Simulationskette wurde hierbei mit einem Nasa-Experiment validiert. Auffällig ist der exponentielle Zuwachs der maximalen hydrodynamischen Kraft bei geringen Relativbeschleunigungen. Bei hohen Relativbeschleunigungen hingegen wurde bei diesem Experiment ein Großteil der Impact-Energie in Form von Wärme dissipiert.

Der Block „Wall Elasto-Statics“ wie auch die Validierung durch ein Nasa-Experiment wurde bereits im Forschungsbericht 2014 der Hochschule Augsburg vom Autor im Detail beschrieben. Abbildung 2 beinhaltet den wesentlichen Ansatz zur Energiedissipation bei der Wechselwirkung eines Impactors mit der Struktur.

Numerische und experimentelle Analyse „Impact und Wall Elasto-Statics“

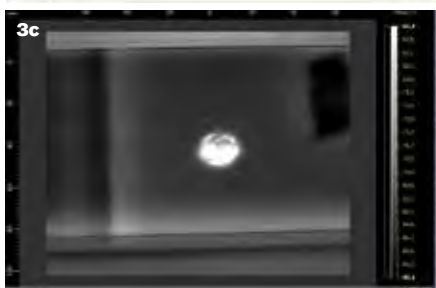
Das Impactverhalten von Faserverbundstrukturen wird in der dargestellten Prozesskette sowohl numerisch als auch experimentell erfasst. Die Deformation und Schädigung der Struktur wird numerisch über das Modul „Wall Elasto-Statics“ interaktiv in die Prozesskette „Fluid-Struktur Interaktion“ eingebunden. Es ist ausgelegt für die Modellierung jedes beliebigen Materialtyps, insbesondere ist es in der Lage, das Verhalten von anisotropen, schichtweise aufgebauten Werkstoffen wie Faserverbundwerkstoffen abzubilden.



3a Eingespannte CFK-Pobenplatte im Impact-Prüfstand (oben links)

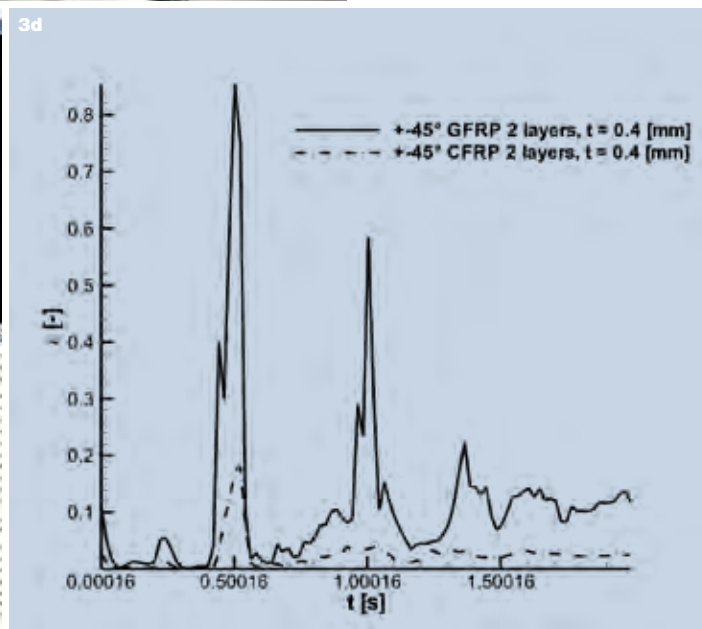


3b Thermographie-Phasenbild der Rückseite nach einem 12 [J] Impact auf die Platte



3c Thermographie-Phasenbild der Vorderseite nach einem 12 [J] Impact auf die Platte

3d Vergleich der Deformationen der Platte unter Verwendung der zwei Werkstoffe CFK und GFK.



Experimentell wird das Impactverhalten mit Hilfe eines Beschussprüfstandes, welcher mit Druckluft betrieben wird, analysiert. Der Impactprüfstand wurde seit 2013 nachhaltig weiterentwickelt und für die dargestellte Studie verwendet (Abb. 3 a-d). Numerische Simulation und Experiment stehen hierbei in guter Übereinstimmung, was sich insbesondere durch die Größe des beschädigten Bereiches nach dem Impact widergeben lässt.

Beispiel für Simulationsergebnisse aus der Impact-Interaktion mit Hilfe des Particle-Cluster Ansatzes

Der zerstörte Bereich in einer Faserverbundstruktur nach einem Impact ist das Ergebnis einer höchst komplexen Abfolge von Einzelereignissen innerhalb weniger Millisekunden. Der Particle-Cluster-Ansatz wurde verwendet, um insbesondere die Größe des zerstörten Bereiches in Abhängigkeit von der Impact-Energie physikalisch richtig widerzugeben. Die Impact-Energie wurde dazu über die Ge-

schwindigkeit des Impactors vor dem Impact eingestellt. Die Impact-Energie variiert im vorliegenden Beispiel zwischen 4 und 12 [J]. Aus dem Experiment lagen dazu für jede Impact-Energie aus dem angegebenen Intervall Lockin-Thermographie-Ergebnisse der zerstörten Probenplatten vor, die mit Hilfe des Phasenbildes die zerstörten Bereiche im Inneren der Faserverbundstruktur darstellen (Abb. 4, 5).

Zusammenfassung und Leistungsspektrum

Im Rahmen der 12-jährigen Forschungstätigkeit auf dem Gebiet der Fluid-Struktur Interaktion und der Optimierung dünnwandiger Membran-Strukturen aus Mehrschichtverbunden ist eine modular aufgebaute, in sich geschlossene Simulationskette für hochdynamische 6 Degrees-of-Freedom (DoF) Lastfälle entstanden, welche auf einem Lagrange-Ansatz beruht.

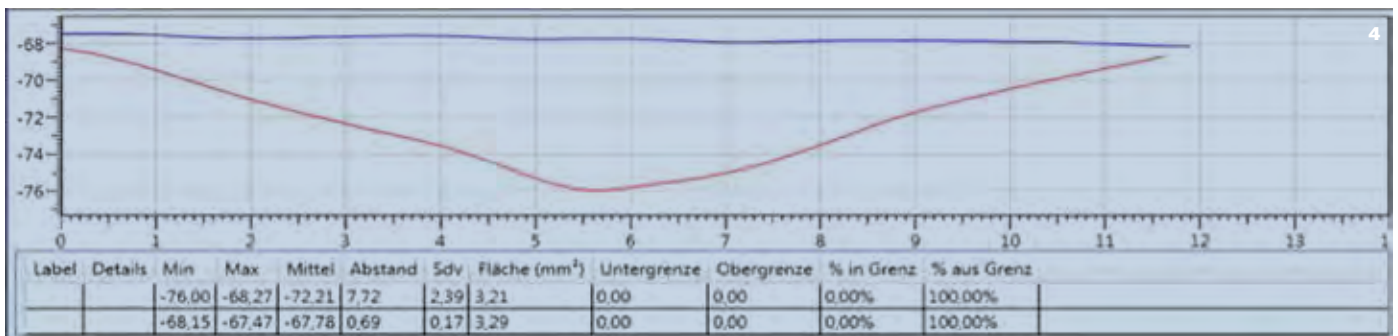
Mit Hilfe dieser Simulationskette können komplexe Strukturelemente und ganze Bauteile (wie z. B. Tanks) aus Faserverbundwerkstoffen mit Hilfe der Particle-Cluster Modellierung auf z. B. Impacts analysiert und ausgelegt werden.

Die effektive numerische Umsetzung sowie die Parallelisierbarkeit bieten deutliche Vorteile gegenüber konventionellen, kontinuumsmechanischen Ansätzen. <

LITERATUR

- 01 Baeten, A. (2015), „Numerical Analysis of Liquid Impact Energy Dissipation,“ ISOPE-TPC-0106, Kona, Hawaii, USA, June 24, 2015.
- 02 Baeten, A. (2015), „Lagrange-based Modeling and Testing of Composite Structure Impact Dynamics,“ AIAA-2015-0147, Orlando, Florida, USA, January 6, 2015.
- 03 Baeten, A., Thalhoffer, U. (2012), „Modeling of Coupled Diaphragm-Liquids-Dynamics for Space Applications,“ AIAA-2012-0095, Nashville, USA, January 9, 2012.

www.andre-baeten.de



4 Phasenbild der Lockin-Thermographie-Aufnahme einer zerstörten CFK-Probenplatte nach einem 12 [J] Impact. Die blaue Linie stellt als Referenz den Phasenwinkel der unzerstörten Probe dar, während die rote Linie den Verlauf des Phasenwinkels für den Bereich um den Impact angibt. Der zerstörte Bereich wird über die Differenz der roten zur blauen Linie berechnet.

Impact Energy [J]	4	6	8	10	12	Reference Area [mm ²]
Numerical simulation: Area of influence [mm ²]	21	145	242	382	912	8,100 (90 x 90)
Experimental results: Area of influence [mm ²]	18	121	225	352	841	8,100 (90 x 90)
Area of influence with respect to reference area [%]	0.2	1.4	2.8	4.3	10.4	8,100 (90 x 90)
Difference numerical simulation – experimental result [%]	17	20	7.5	8.5	8.4	8,100 (90 x 90)

Abb. 5: Vergleich der Ergebnisse für den zerstörten Bereich in Abhängigkeit von der Impact-Energie zwischen numerischer Simulation und experimenteller Analyse.

CFK/Metall-Hybridbauweisen im Maschinen- & Anlagenbau

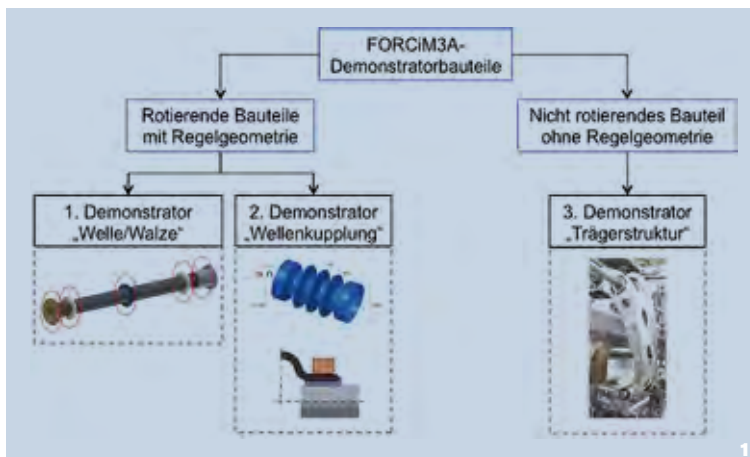
Bayerischer Forschungsverbund FORCiM³A erfolgreich abgeschlossen

> Der durch die Bayerische Forschungstiftung geförderte Forschungsverbund „CFK/Metall-Mischbauweisen im Maschinen- & Anlagenbau“ (FORCiM³A) liefert einen Beitrag zur Akzeptanz der Faserverbundtechnologie bei Partnern aus Industrie und Wissenschaft innerhalb der Region Bayerisch-Schwaben/Oberbayern.

Anforderungen des Maschinenbaus verstehen und Potenziale von CFK nutzen

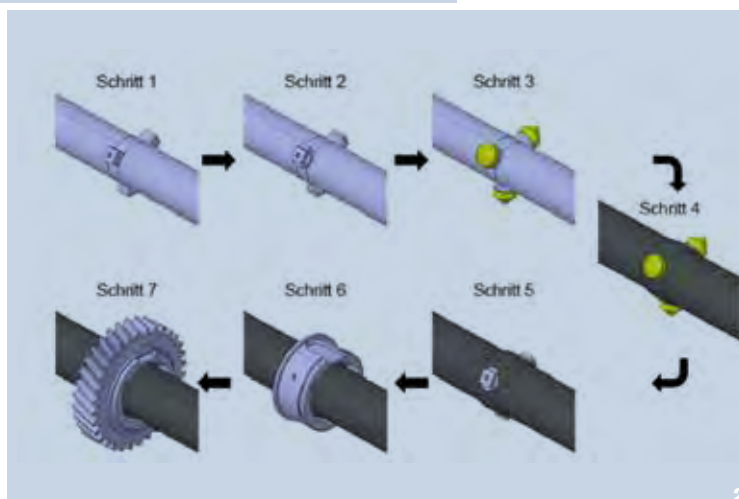
Der Forschungsverbund FORCiM³A hat in dreieinhalb Jahren dazu beigetragen, das Potenzial des Hochleistungs-Faserverbundwerkstoffes CFK für Anwendungen im Maschinenbau aufzuzeigen. Die Hochschule Augsburg hat dazu über die gesamte Projektlaufzeit zahlreiche Expertengespräche mit den Verbundpartnern geführt und auch

vor Ort Workshops organisiert, um die Anforderungen des Maschinenbaus zu konsolidieren und auch die Vorbehalte der Industrie gegenüber dem komplexen Werkstoff zu verstehen. Zum Ende des Projektes ist es gelungen, anhand von drei Demonstratorbauteilen die technischen Herausforderungen zu meistern und die Anforderungen, die an die Gestaltung und Auslegung dieser Bauteile gestellt wurden, zu erfüllen.



1 Demonstratorbauteile Welle/Walze, Wellenkupplung und Trägerstruktur.

2 Erarbeitung eines Bauweisenkonzeptes für die Querkrafteinleitung in eine CFK-Welle über metallische Zwischenelemente.



Hierbei wurden die Faserverbundstrukturen erfolgreich mit den metallischen Komponenten verbunden und ein hybrides Bauteil entwickelt, welches nicht nur Gewichtsvorteile hat, sondern auch eine erweiterte Funktionalität aufweist. Ein Beispiel hierfür ist die Wellenkupplung, die gleichzeitig Drehmomente überträgt und über die gezielt eingebrachte Nachgiebigkeit der Faserverbundkomponente auch Wellenversatz ausgleichen kann.

FORCiM3A – der Forschungsverbund

Im Rahmen des Bayerischen Forschungsverbundes „CFK/Metall-Mischbauweisen im Maschinen- & Anlagenbau“ haben 18 Partner aus Industrie und Forschung essentielle Fragestellungen zum Einsatz der Faserverbundtechnologie im Maschinen- und Anlagenbau anhand von drei Demonstratorbauteilen analysiert. Sieben Teilprojekte arbeiteten hier eng interdisziplinär zusammen. Im Fokus lagen die drei Demonstratorbauteile Welle/Walze, Wellenkupplung sowie die Trägerstruktur einer Verpackungsanlage. Durch den Einsatz von Hochleistungsfaserverbundwerkstoffen sollen v.a. die strukturmechanischen Eigenschaften unter Berücksichtigung der äußeren Einflüsse in diesem Anwendungsbereich deutlich gesteigert werden. Die Forschungsschwerpunkte der Hochschule Augsburg in Zusammenarbeit mit der Augsburger Fraunhofer-Projektgruppe Funktionsintegrierter Leichtbau des ICT sind insbesondere in den Demonstratoren Welle/Walze sowie Wellenkupplung zu finden.

Transparenz im Forschungsverbund schafft Akzeptanz und eine sehr gute fachliche Bewertung

Die hoch gesteckten Ziele des FORCiM3A-Forschungsverbundes erforderten innovative Organisationsstrukturen. Maßgeblich für den Erfolg ist die enge Vernetzung verschiedener Expertisen und eine übergeordnete organisatorische und technische Koordination. Ein großer Gewinn von FORCiM3A war die Klammerfunktion der technischen Koordinierung, die das Teilprojekt „Auslegungs- und Gestaltungsrichtlinien“ unter Federführung der Hochschule Augsburg ausgefüllt hat (Leitung: Prof. Dr. André Baeten, wiss. Mitarbeiter: Christian Oblinger, M.Eng.)

Durch Einbringen der eigenen Faserverbund-Expertise, aber insbesondere auch durch Absprachen und regelmäßige Workshops mit den Projektpartnern, ist es gelungen, faserverbundgerechte Auslegung und praxisrelevante Anforderungen miteinander zu vereinen. Das verdiente Ergebnis der hohen Vernetzungsdichte ist eine gute bis sehr gute Bewertung der Leistung des gesamten Verbundes durch die Fachgutachter.

Fachliche Ergebnisse der dritten Projektphase (2. Zwischenbegutachtung – Endbegutachtung)

Die dritte Projektphase (April 2014 bis Mai 2015) war charakterisiert durch die Finalisierung der Bauweisenkonzepte und die Herstellung von Prototypen der drei Demonstratorbauteile. Parallel dazu wurden aus den Erkenntnissen der sieben Teilprojekte sowie der Entwicklung der drei Demonstratorbauteile Auslegungs- und Gestaltungsrichtlinien entworfen und kontinuierlich dokumentiert.

Die „Welle/Walze“ ist ein rotations-symmetrisches Bauteil zur Einleitung und Übertragung von Drehmomenten. Die Krafteinleitung in eine CFK-Welle erfolgt üblicherweise über metallische Zahnräder und Lagerungen. Die fasergerechte Integration der Metallkomponenten in die CFK-Struktur und der damit verbundene Steifigkeitssprung stellen eine besondere Herausforderung dar. Im Rahmen von FORCiM3A wurde in einer Zusammenarbeit der Teilprojekte 1, 3 und 5 ein innovatives Bauweisenkonzept für die Querkrafteinleitung in eine CFK-Welle entwickelt, welches zum Patent angemeldet wurde. Dieses Konzept sieht metallische Zwischenelemente vor, welche eine formschlüssige Verbindung zwischen Zahnrad und CFK-Welle ohne Faserunterbrechung ermöglicht (Abb. 2).

Für das Demonstratorbauteil „Wellenkupplung“ wurden mehrere Prototypen in Prepreg-Bauweise an der Hochschule Augsburg hergestellt und anschließend bei der Firma Mayr getestet. Die geforderten Leistungsmerkmale im statischen Versuch konnten hierbei erfüllt werden.

Eine besondere Herausforderung bei der Entwicklung und Herstellbarkeit lag darin begründet, dass die vorgegebene Geometrie nicht faserverbund- und herstellgerecht ist, sondern sich an klassischen Kupplungsbauweisen („Balgkupplung“) anlehnt.



PROF. DR. ANDRÉ BAETEN

Hochschule Augsburg
Fakultät für Maschinenbau
und Verfahrenstechnik
Tel. +49 821 5586-3176
andre.baeten@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- Design und Auslegung von Hochleistungs-Faserverbundstrukturen
- Fluid-Struktur Interaktion mit Fokus auf dynamische Flüssigkeitsinteraktion
- Flugkörperdynamik in der Luft- und Raumfahrt



DIPL.-ING. (FH) M. ENG. CHRISTIAN OBLINGER

Universität Augsburg
AMU – Anwenderzentrum
Material- und Umweltforschung
Tel. +49 821 598-3586
christian.oblinger@amu.uni-augsburg.de



PROF. DR.-ING. KLAUS DRECHSLER

Fraunhofer-Institut für Chemische
Technologie ICT
Projektgruppe Funktionsintegrierter
Leichtbau
Tel. +49 821 90678-200

Technische Universität München
Lehrstuhl für Carbon Composites
drechsler@lcc.mw.tum.de

Im Rahmen von FORCiM3A wurden für das Demonstratorbauteil „Wellenkupplung“ zwei Herstellungsvarianten verfolgt. Eine Möglichkeit stellt die Realisierung als Flechtbauweise dar. Ein anderes Konzept sieht die Umsetzung auf Basis eines Aufbaus mittels Prepreg-Systemen vor. Für die Herstellbarkeit mit dem Prepreg-Verfahren sind unterschiedliche Vorgehensweisen erarbeitet worden, die beispielsweise eine faserverbundgerechte Drapierbarkeit des Geometrieansatzes ermöglichen. Abbildung 3 zeigt den Prototypen eines fertiggestellten CFK-Ausgleichselementes.

Für das dritte Demonstratorbauteil „Trägerstruktur“ wurde die Arbeiten durch den Eintritt der Firma Weißgerber Carbonwerke“ erfolgreich fortgesetzt. Die Aspekte der Halbschalenbauweise mit der Verklebung von metallischen Inserts sowie die Oberflächenbeschichtung konnten erprobt werden. Ein finaler Test der Trägerstruktur soll im Anschluss an FORCiM3A erfolgen; alle erforderlichen Testeinrichtungen stehen hierzu bereit (Abb. 4).

Multiplikatorwirkung und Nachhaltigkeit für die Region

Der Leitgedanke, die Ergebnisse des Verbundvorhabens FORCiM3A in die Industrie zu tragen, ist in vielfacher Hinsicht aufgegangen. Die Präsenz auf der Hannovermesse hat großes Interesse geweckt. Insbesondere die regionale Nachhaltigkeit wird durch die auch aufgrund der positiven Resonanz von FORCiM3A gegründeten CCeV-Arbeitsgruppe „CFK im Maschinenbau“ sichergestellt. Diese Arbeitsgruppe unter der Leitung von Prof. André Baeten wurde im April 2015 im Rahmen eines Thementages an der Hochschule Augsburg ins Leben gerufen und soll Schlüsselindustrien für eine breitere Anwendung der Faserverbundtechnologie im Maschinenbau gewinnen.

Zwei förderfähige Anschlussprojekte mit FORCiM3A-Verbundpartnern wurden bereits initiiert. Auf diesem Weg sollen die wegweisenden Erkenntnisse aus FORCiM3A langfristig in Standards und Normen überführt werden.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich besonders bei der Bayerischen Forschungsförderung und bei den beteiligten Industriepartnern für die Finanzierung dieses Forschungsverbundes.

Weiterhin sei an dieser Stelle allen Verbundpartnern für die bisherige konstruktive und vertrauensvolle Projektzusammenarbeit gedankt.

Projektdaten



Förderung: 2,22 Millionen Euro



Bayerische
Forschungsförderung

Laufzeit: Drei Jahre



3 Prototyp für die Wellenkupplung in Prepreg-Bauweise.

4 Trägerstruktur in CFK/Metall-Mischbauweise in Halbschalenbauweise vor der Verklebung.



MAI Design

Numerische Schädigungssimulation von Hochleistungs-Faserverbundwerkstoffen

> Im Rahmen des Spitzencluster-Forschungsverbundes MAI Carbon werden an der Hochschule Augsburg numerische Analysen mit Hilfe eines Finite-Elemente-Programms (FEM) sowie experimentelle Untersuchungen der Schädigungsvorgänge durchgeführt. Diese Untersuchungen dienen der Grundlagenforschung für das Themenfeld "Effects of Defects" für Faserverbundwerkstoffe und haben zum Ziel, geeignete Schädigungsmodellierungen auf die Simulation des Stabilitätsversagens von Mehrschichtverbunden unter Kompressionsbelastung im Anschluss an eine Impact-Belastung anzuwenden.

Die Schädigungsmodellierung wird im Rahmen von MAI Design als Teilprojekt des Spitzenclusters MAI Carbon durchgeführt. Ziel von MAI Carbon ist die faser- und fertigungsgerechte Entwicklung von Bauteilen aus Hochleistungsverbundwerkstoffen, insbesondere kohlenstofffaserverstärkten Polymeren. Der Spitzencluster wird gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und hat eine Laufzeit von fünf Jahren.



Im Rahmen der Forschungsarbeiten wurden gemeinsam mit dem Projektpartner Premium Aerotec GmbH (PAG) umfangreiche Untersuchungen am Demonstratorbauteil Lintel (engl. Türsturz) für den Airbus A350 durchgeführt. Der Lintel wurde zunächst durch PAG in einem Druckversuch nach vorherigem Impact (engl. Aufprall) bei einem sog. „Compression after Impact“ (CAI) Versuch zerstörend geprüft. An der Hochschule Augsburg wurden daraufhin strukturmechanische FEM-Simulationen mit dem Simulationsprogramm ANSYS 16.0 durchgeführt, um die praktischen Versuche möglichst präzise abzubilden. Erste lineare statische Simulationen zeigten ein Versagen bei einer wesentlich höheren Belastung als im Versuch.

Daraus kann geschlossen werden, dass hier kein Festigkeitsversagen des Werkstoffes, sondern ein Strukturversagen des Bauteils zum Ausfall führt. Aus diesem Grund wurde im weiteren Verlauf der Arbeit eine nichtlineare Beulanalyse durchgeführt und zusätzlich verschiedene Arten der numerischen Schädigungsmodellierung untersucht.



**ARNOLD HOPFAUF
M. ENG.**

Hochschule Augsburg
Fakultät für Maschinenbau
und Verfahrenstechnik
Tel. +49 821 5586-3664
arnold.hopfau@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- Schädigungsmodellierung in Faserverbundwerkstoffen
- Effects of Defects in Faserverbundwerkstoffen
- Hochschulausbildung „Faserverbund“

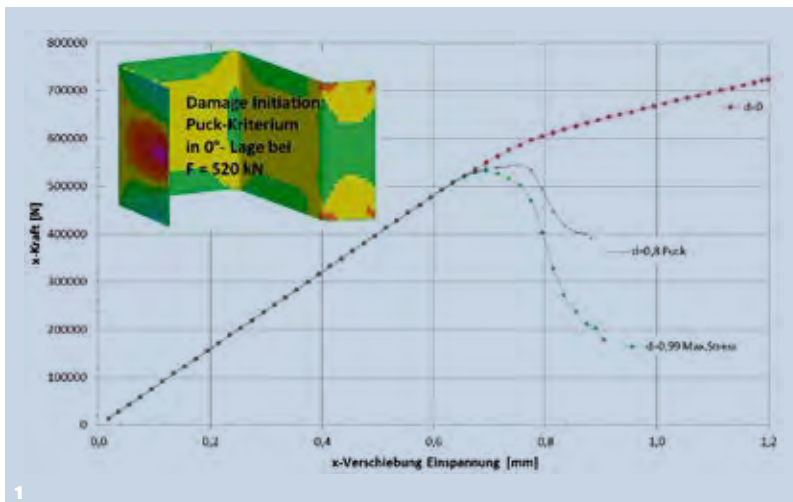


**PROF. DR.
ANDRÉ BAETEN**

Hochschule Augsburg
Fakultät für Maschinenbau
und Verfahrenstechnik
Tel. +49 821 5586-3176
andre.baeten@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

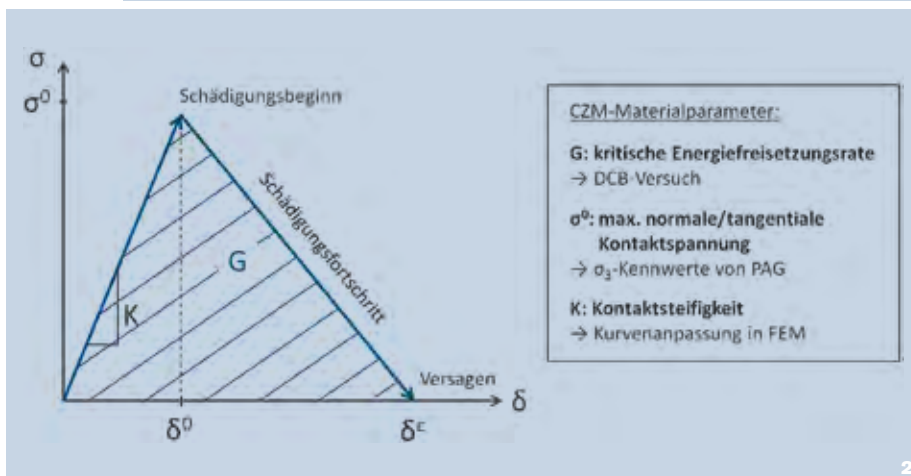
- Design und Auslegung von Hochleistungs-Faserverbundstrukturen
- Fluid-Struktur Interaktion mit Fokus auf dynamische Flüssigkeitsinteraktion
- Flugkörperdynamik in der Luft- und Raumfahrt



1

Nichtlineare Beulsimulation mit Modellierung von Faser-/Matrixschädigungen

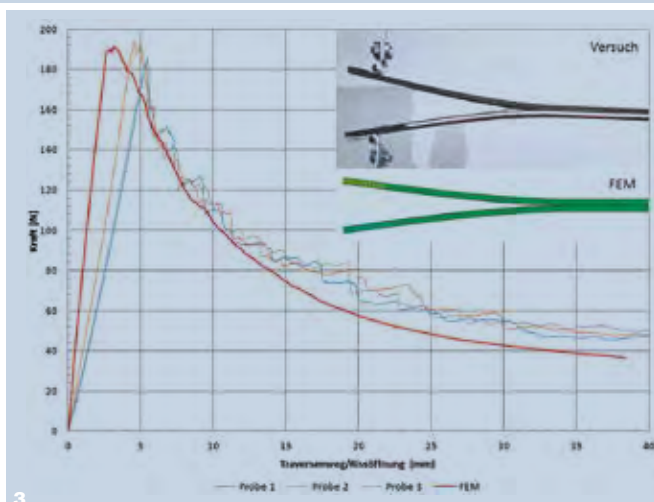
In einem ersten Schritt wurde die Schädigung des Bauteils bei zunehmender Belastung in Form eines Faser- bzw. Matrixversagen modelliert. Hierzu bietet ANSYS eine Möglichkeit zur Schädigungsmodellierung, die aus einem Damage Initiation Criteria sowie einer Damage Evolution Law besteht. Im Damage Initiation Criteria wird der Schädigungsbeginn basierend auf neun materialspezifischen Festigkeitskennwerten definiert. Hierzu steht eine Auswahl verschiedener Versagenskriterien (z. B. Maximum Stress oder Puck) zur Verfügung, welche sich gesondert für vier Fälle festlegen lassen: Zug- bzw. Druckversagen der Faser und Zug- bzw. Druckversagen der Matrix.



2

Das Damage Evolution Law hingegen beschreibt den Schädigungsfortschritt. So erfolgt nach Initiierung der Schädigung eine sofortige Reduktion der Steifigkeit in entsprechender Richtung. Hierzu werden vier Schädigungsvariablen definiert, wobei die möglichen Werte von 0, also keiner Reduktion des E-Moduls, bis zu 1, also dem kompletten Steifigkeitsverlust, reichen.

- 1 Kraft-Verschiebungs-Verlauf der nichtlinearen Beulsimulation des Lintels.
- 2 Traction-Separation-Law mit bilinearem Ansatz und benötigte Materialparameter.
- 3 Übereinstimmung zwischen experimentell ermittelten Kraft-Weg-Verläufen des DCB-Versuchs und zugehöriger FEM-Simulation.



3

Diese Schädigungsmodellierung, angewendet in der nichtlinearen Beulsimulation des Lintels, ergibt den Kraft-Verschiebungs-Verlauf in Abbildung 1. Anhand der verschiedenen Schädigungsvariablen wird ersichtlich, dass erst durch den Einfluss der Schädigungsinitiierung das Beulverhalten qualitativ realistisch abgebildet wird.

Hinsichtlich des quantitativen Vergleichs der Schädigungslast von Simulation und Versuch besteht weiterhin eine deutliche Diskrepanz. Als mögliche Gründe werden hierfür die Vernachlässigung des vorher erfolgten Impacts, die daraus resultierenden Delaminationschädigung (Trennung der einzelnen Schichten eines Faserverbundwerkstoffes) sowie der Delaminationsfortschritt mit zunehmender Belastung gesehen. Dies deckt sich mit den experimentellen Untersuchungen, die ein Stabilitätsversagen mit einhergehenden Delaminationen zeigen.

Numerische Simulation mit Delaminationsmodellierung

Eine Möglichkeit zur Delaminationsmodellierung in der numerischen Struktursimulation stellt das Cohesive Zone Model (CZM) dar. Dabei wird zwischen zwei Kontinua (in diesem Fall einzelne Laminatlagen) eine kohäsive Zone mit einer festgelegten Steifigkeit in normaler und tangentialer Richtung definiert.

Beim Erreichen einer sog. kritischen Energiefreisetzungsrate in der kohäsiven Zone setzt die Schädigung ein, wobei die Spannungsübertragung nicht schlagartig aufgelöst, sondern über eine zunehmende Steifigkeitsreduktion bis zur kompletten Trennung der Schichten verringert wird. Das Verhalten der kohäsiven Zone wird durch eine Traction-Seperation-Law (dt. Kohäsivspannungs-Relativverschiebungsbeziehung) mit bilinearem Ansatz beschrieben. Es kann zwischen drei grundlegenden Beanspruchungsarten unterschieden werden: Mode I (senkrecht Öffnen der Schichten), Mode II (gegenseitiges Verschieben der Schichten) und einem gemischten Mode aus beiden Beanspruchungen.

Für die Implementierung des CZM in ANSYS eignen sich insbesondere Contact-Elemente. Diese werden mit einer anfänglichen Dicke von Null zwischen den zu trennenden Laminat-schichten eingefügt und können sich bei Belastung entsprechend deformieren. Die Elemente werden durch jeweils drei Materialparameter pro Mode beschrieben, welche sich aus der Traction-Seperation-Law gemäß Abbildung 2 ableiten.

Die materialspezifische kritische Energiefreisetzungsrate lässt sich für den Mode I im Double-Cantilever Beam Versuch (DCB) ermitteln. Bei diesem Versuch werden die Enden eines länglichen, balkenförmigen Prüfkörpers senkrecht zur Laminatenebene auseinandergezogen, was zu einer fortschreitenden Delamination führt. Die kritische Energiefreisetzungsrate ergibt sich aus der Auswertung der Fläche unter der gemessenen Kraft-Traversenweg-Kurve. Die Probenherstellung und experimentellen Untersuchungen wurden in Zusammenarbeit mit dem Kompetenzzentrum Mechatronik der Hochschule Augsburg durchgeführt.

Ausblick

Im nächsten Schritt werden weitere experimentelle Untersuchungen zur Bestimmung der Materialkennwerte für das Mode II Versagen durchgeführt und es erfolgt analog zum Mode I eine Validierung der Simulation. Mit diesen Ergebnissen kann schließlich als Abschluss der Untersuchungen am Demonstratorbauteil Lintel die Delaminationsmodellierung in die nichtlineare Beulsimulation implementiert werden um den Druckversuch möglichst realistisch simulativ abzubilden. Insbesondere die Vorschädigung durch die Impactbelastung kann durch die Anwendung des CZM berücksichtigt werden. <



www.mai-carbon.de

Bearbeitungsqualität kohlenstofffaserverstärkter Kunststoffe

Qualitätsbewertung bei der Fräs- und Bohrungsfertigung

> Die Forschungsgruppe „Produktionstechnik für polymere und keramische Faserverbundwerkstoffe“ an der Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik befasst sich in Zusammenarbeit mit der Firma Hufschmied Zerspanungssysteme GmbH, Bobingen, mit der Bewertung der Bearbeitungsqualität von CFK (Kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff) und dem Einsatz spezieller Fräs- und Bohrwerkzeuge.

Im Rahmen zweier Projektarbeiten im Masterstudiengang „Lightweight Construction and Composite Technology“ werden den angehenden Ingenieuren

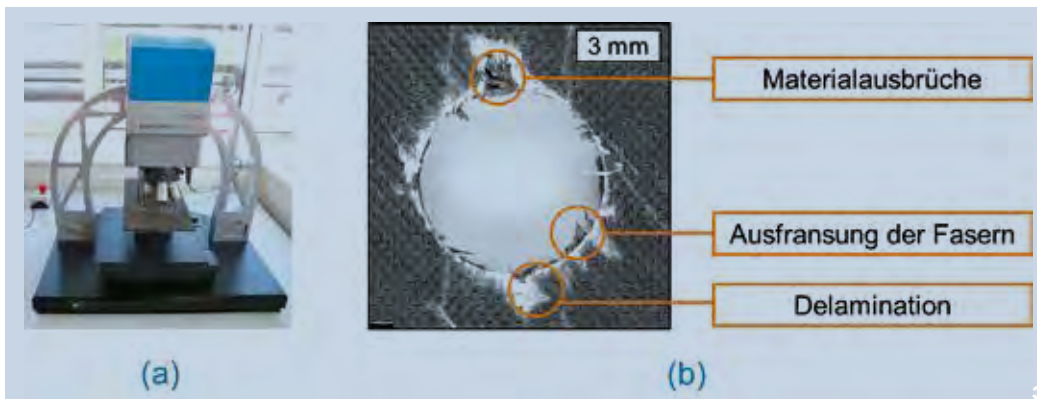
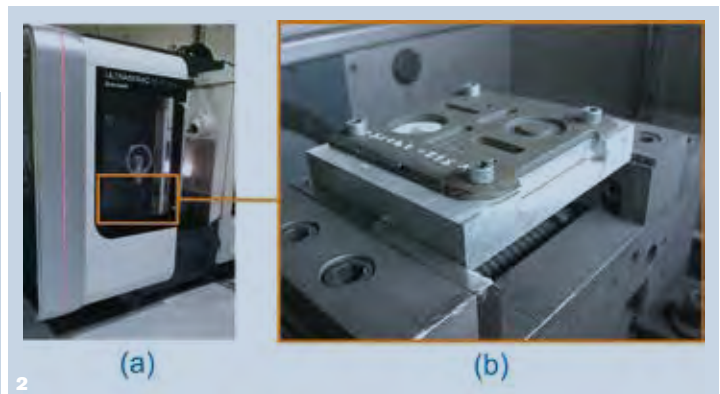
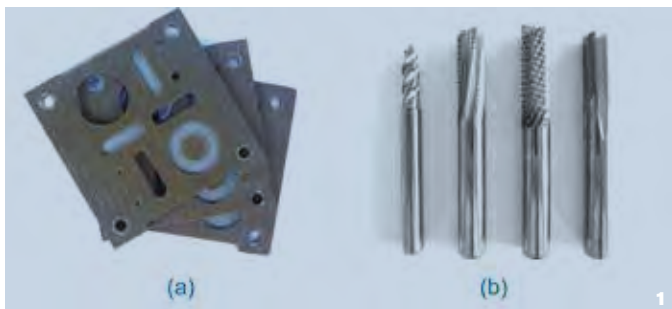
im praxisnahen Umfeld die Merkmale und Anforderungen bei der Zerspangung von Faserverbundwerkstoffen näher gebracht. In Kooperation mit der Firma Hufschmied Zerspanungssysteme GmbH sind die Projekte in Abläufe und Belange eines Werkzeugentwicklers eingebunden. Sowohl die Durchführung als auch die Verwertung der Ergebnisse erfolgt im gegenseitigen Interesse und Nutzen.

Hochleistungsleichtbau in der Luftfahrt

Faserverbundwerkstoffe, insbesondere CFK-Materialien, weisen u.a. hervorragende gewichtsspezifische Festigkeiten und Steifigkeiten, sehr gute Fatigue-Eigenschaften, ein ausgezeichnetes Energieabsorptionsvermögen

und hohe geometrische Gestaltungsfreiheiten auf.

Der konsequente Einsatz dieser Werkstoffe in der Luft- und Raumfahrt leistet daher einen essentiellen Beitrag zur Gewichtseinsparung und damit zur Ressourcenschonung und zur Ökoeffizienz. Neueste Flugzeug-Generationen wie die Boeing 787 und der Airbus A350XWB zeichnen sich insbesondere durch einen „schwarzen Rumpf“ aus. Ihr Strukturgewicht besteht dabei zu ca. 50 % aus Composite-Werkstoffen.



1 (a) Versuchsgeometrie, (b) Untersuchte Werkzeuge von links nach rechts: Zweistufen-Bohrer, Schaftfräser, Vielzahnfräser (Router), Kombination Schaft- und Vielzahnfräser [1].

2 Experimentelle Untersuchung: (a) Bearbeitungszentrum DMG Ultrasonic 55 linear, (b) Versuchsaufbau [1].

3 Evaluation der Bearbeitungsqualität (a) Auswertung mit 3D-Mikroskopie, (b) Typische Schadensmerkmale beim Bohren von CFK [2].

Hohe Anforderungen an die Zerspanung von CFK

Trotz endkonturnaher Herstellungsprozesse fallen zahlreiche Prozessschritte bei der Bauteilbearbeitung an (Trennen, Bohren, Kontur- und Fräsbearbeitung). Dabei stellt vor allem die Luftfahrtindustrie aus Gründen der Funktionalität und Sicherheit höchste Anforderungen an sämtliche Prozesse und die dafür benötigten Werkzeuge. Dies erfordert eine kontinuierliche Entwicklung neuer Spezialwerkzeuge für die Zerspanung von Faserverbundkunststoffen.

Im Gegensatz zu den meisten metallischen Werkstoffen, neigen die heterogenen Faserverbundwerkstoffe mit den abrasiven Kohlenstofffasern bei der Bearbeitung zu instabilem Prozessverhalten und zu einem hohen Verschleißniveau der Werkzeuge. Eine wesentliche Anforderung für die Bereitstellung neuer, effizienter Werkzeuggenerationen ist daher ein robustes, möglichst materialunabhängiges Bearbeitungsverhalten, das sich durch geringeren Verschleiß (also höhere Standzeiten) und einer Steigerung der Bearbeitungsgeschwindigkeiten auszeichnet. Im Rahmen dieser Arbeiten wurde für ein spezielles Luftfahrtlaminat eine Benchmark-Untersuchung zur Bearbeitungsqualität verschiedener Bohr- und Fräswerkzeuge durchgeführt (Abb. 1).

Bohren und Fräsen mit verschiedenen Hartmetallwerkzeugen

Die hier untersuchten CFK-Materialien sind Luftfahrtlaminat der Firma Premium Aerotec GmbH, Augsburg. Das Laminat besteht aus 12 Lagen Kohlenstofffasergelege, die oberste und unterste Lage jeweils aus Glasfaserhalbzeugen. Durch die Einbettung der Faserhalbzeuge in die Kunststoffmatrix mittels VAP (Vacuum Assisted Process) wird eine Bauteildicke von 5 mm bei einem Faservolumengehalt von bis zu 60 % erreicht. Die experimentellen Untersuchungen wurden auf einem 5-Achs-Bearbeitungszentrum bei der Firma Hufschmied Zerspanungssysteme durchgeführt. Die plattenförmigen Proben werden dabei für die Fräsbearbeitungsschritte auf einer speziellen Adapterplatte montiert (Abb. 2).

Bewertung der Bearbeitungsqualität

Die Bearbeitungsqualität wurde mit einem optischen 3D-Messsystem der Firma Alicona evaluiert. In Abbildung 3 werden am Beispiel einer Bohrungsaufnahme typische Schädigungsmerkmale bei der Bearbeitung von CFK hervorgehoben. Insbesondere beim Eintreten und beim Austreten des Bohrers aus der Bauteiloberfläche kommt es zu Materialausbrüchen, Delamination (Partielle Ablösung der Faserlagen) und Ausfransung der Fasern. Die Defekte treten unregelmäßig auf und erschweren die Beurteilung der Auswirkung auf die mechanischen Eigenschaften betroffener Stellen. Im Rahmen der Projektarbeiten wurde die Bearbeitungsqualität für unterschiedliche Hartmetallwerkzeuge untersucht. Durch eine Variation der Prozessparameter Vorschub und Schnittgeschwindigkeit konnte ein optimierter Arbeitsbereich für die jeweiligen Werkzeuge definiert werden.

Zukünftige Themenschwerpunkte

Die Forschungsgruppe „Produktionstechnik für polymere und keramische Faserverbundwerkstoffe“ wird weiterhin Beiträge zur Optimierung der Bearbeitungsprozesse von Faserverbundwerkstoffen leisten. Dabei werden u.a. die Werkzeuge hinsichtlich des Verschleißverhaltens und der Standzeit erprobt.

Danksagung

Firma Hufschmied Zerspanungssysteme GmbH (Bobingen) für die Bereitstellung der Werkzeuge, des Bearbeitungszentrums sowie für das Engagement und die Geduld bei der Versuchsdurchführung. <



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

Hochschule Augsburg
Fakultät für Maschinenbau
und Verfahrenstechnik
Tel. +49 821 5586-2068
ralf.goller@hs-augsburg.de

Forschungsgebiet

- Produktionstechnik für polymere und keramische Faserverbundwerkstoffe



ACHIM ROESIGER

Hochschule Augsburg
Fakultät für Maschinenbau
und Verfahrenstechnik
Tel. +49 821 5586-2067
achim.roesiger@hs-augsburg.de

LITERATUR

- 01 Cozzolino, M.; Gauthan Kumar, B.; Saisivam Alamelu, Y.; - Effects of machining operations on the quality of CFRP laminates. In: Report of the master group project, 2015, Hochschule Augsburg.
- 02 Zircher, D.; Lechner, F.; Käppeler, A.; Iqbal, H.; Ahmad, F.: Effects of the drilling operation on the quality of CFRP laminates. In: Report of the master group project, 2015, Hochschule Augsburg.

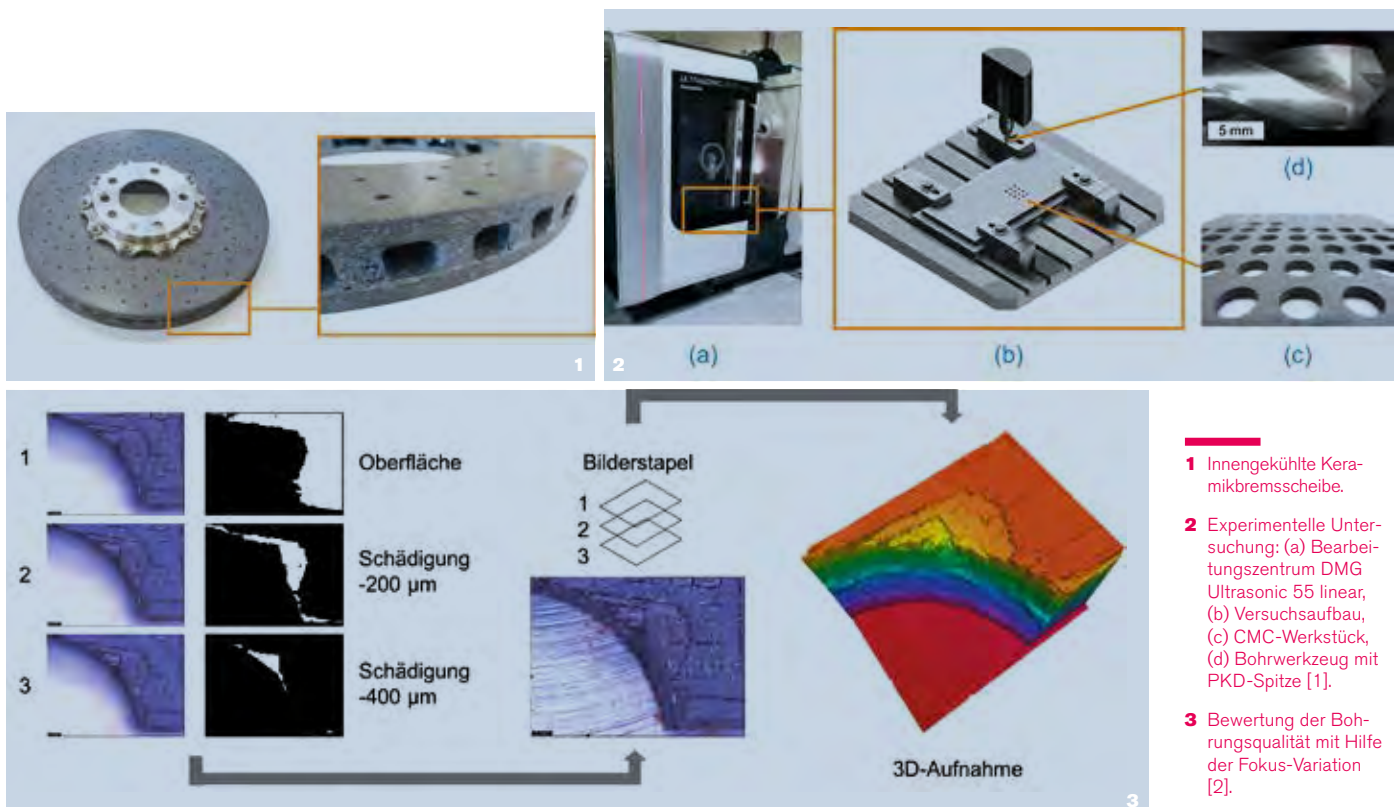
Produktionstechnik faserverstärkter Keramiken

Qualitätsbewertung bei der Bohrungsfertigung

> Die neue Forschungsgruppe „Produktionstechnik für polymere und keramische Faserverbundwerkstoffe“ an der Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik befasst sich im Rahmen des hochschulinternen Projektes „CMCDrill“ mit der Bohrungsbearbeitung spezieller Faserverbundwerkstoffe. Die Bearbeitungsqualität bei der mechanischen Fertigung wird mit innovativen, optischen Messmethoden untersucht.

Seit April 2014 ist an der Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik eine Forschungsprofessur „Produktionstechnik polymerer und keramischer Faserverbundwerkstoffe“ mit einem stets wachsenden Forschungsteam installiert. In Zusammenarbeit mit bedeutenden, regionalen und überregionalen Industriebetrieben, Forschungsinstituten und in Kooperation mit dem CCeV (Carbon Composite e.V.) werden Bearbeitungsverfahren für Leichtbaustrukturen aus Faserverbundmaterialien optimiert sowie innovative Strategien und Methoden entwickelt. Daher besteht jederzeit ein großes Interesse an einer fachlichen oder technologischen Zusammenarbeit mit Industriebetrieben und Forschungsinstituten.

Eine wesentliche Intention der Forschungsgruppe ist der Wissenstransfer in die Lehre. Den Studierenden werden im Rahmen von Fachvorlesungen und Praktika neben den Grundlagen auch anwendungsnahe Erfahrungen aus der angewandten Forschung näher gebracht. Abschlussarbeiten und Projekte werden hausintern in modern ausgestatteten Laboren der Fakultät Maschinenbau und Verfahrenstechnik sowie bei Industrie- und Forschungspartnern durchgeführt. Die Themenvielfalt lädt interessierte Studenten aller Fachbereiche ein, in einem jungen Team die Faszination der Faserverbundwelt zu erleben und aktiv mitzugestalten.



CMC-Werkstoffe und Anwendungsbereiche

CMC-Werkstoffe (CMC = Ceramic Matrix Composite) lassen sich einer ziemlich jungen Generation der Faserverbundwerkstoffe zuordnen. Die Mehrphasenwerkstoffe charakterisieren sich durch die Einbettung von Kohlenstoff- oder Keramikfasern in eine keramische Matrix. Dies ermöglicht die Anwendung von Keramiken in technischen Bereichen, in denen Metalle bzw. Superlegierungen aufgrund hoher thermomechanischer Belastungen und gewichtsspezifischen Anforderungen nicht eingesetzt werden können. Als Anwendungsgebiete der CMCs sind daher die Luft- und Raumfahrt und der Hochtemperatur- und Leichtbausektor zu nennen. Im Automotivsektor ersetzen zudem impact- und verschleißbeständige C/SiC- (Kohlenstofffaserverstärktes Siliziumkarbid) Werkstoffe Brems Scheiben aus Grauguss (Abb. 1).

Endbearbeitung als Schlüsselrolle einer neuen, ökoeffizienten Technologie

Aufgrund der ausgezeichneten thermomechanischen Eigenschaften eignen sich CMCs auch für den Einsatz in Hochleistungsgasturbinen. Die dadurch erzielbare Effizienzsteigerung würde im Energiesektor und in der Luftfahrt in erheblichem Maße zur Einsparung von Ressourcen und der Reduktion des CO₂-Ausstoßes beitragen. Die Erschließung dieser neuen Volumenmärkte setzt jedoch eine weitere Senkung der immer noch hohen Herstellungskosten voraus. Dabei stellen die Kosten des notwendigen finalen Bearbeitungsschrittes einen signifikanten Anteil der Gesamtprozesskosten dar. Die in der Anwendung vorteilhaften Eigenschaften der CMCs, wie die enorme Härte sowie die Verschleiß- und Thermobeständigkeit, führen zu aufwändigen Bearbeitungsprozessen. Die Endbearbeitung industrieller Erzeugnisse aus faserverstärkter Keramik erfolgt nach wie vor durch Diamantschleifwerkzeuge. Trotz zahlreicher Prozessoptimierungen ist diese Technologie nach wie vor ein Begrenzungsfaktor für die Serienproduktion. Daher ist es erforderlich, neue Prozessstrategien für diese Materialien zugänglich zu machen.



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

Hochschule Augsburg
Fakultät für Maschinenbau
und Verfahrenstechnik
Tel. +49 821 5586-2068
ralf.goller@hs-augsburg.de

Forschungsgebiet

- Produktionstechnik für polymere und keramische Faserverbundwerkstoffe



ACHIM ROESIGER

Hochschule Augsburg
Fakultät für Maschinenbau
und Verfahrenstechnik
Tel. +49 821 5586-2067
achim.roesiger@hs-augsburg.de

Bohren mit geometrisch bestimmter Schneide

Anbindungsbohrungen werden z.B. in CMC-Werkstoffe eingebracht, um die Metalltöpfe auf der Keramikbremscheibe zu befestigen. Zur Gestaltung eines wirtschaftlicheren Prozesses wird erstmals das Anwendungspotential der Bohrungsfertigung mit geometrisch definierten Schneiden im Rahmen eines Experimentes untersucht. Als Versuchsmaterial dient ein C/SiC-Material bestehend aus Kohlenstofffasergewebe, eingebettet in einer Siliziumkarbidmatrix. Aufgrund der enormen Härte der Siliziumkarbidphase werden Bohrwerkzeuge mit massiver PKD-Spitze (PKD = Polykristalliner Diamant) verwendet. Die Versuche wurden bei der Firma Hufschmied Zerspanungssysteme GmbH, Bobingen, auf einem speziellen 5-Achs-Bearbeitungszentrum durchgeführt. Die plattenförmige Probe wurde dazu auf dem Maschinentisch mit Spannwerkzeugen fixiert und gegen Bewegung gesichert. Abbildung 2 veranschaulicht die Vorgehensweise bei der experimentellen Untersuchung.

Untersuchung der Bearbeitungsqualität mit 3D-Mikroskopie

Die Bohrungsqualität wird mit Hilfe eines 3D-Messsystems von der Firma Alicona nach dem Prinzip der Fokus-Variation evaluiert. Diese Technologie ermöglicht die Messung steiler Flanken, großer Rauheiten und stark reflektierender Oberflächen mit einer vertikalen Auflösung von bis zu 10 nm. Das Funktionsprinzip nutzt den Effekt der geringen Tiefenschärfe einer optischen Vergrößerung, um die Tiefeninformation zu extrahieren. Dabei wird sowohl die topographische als auch die registrierte Farbinformation einer Probenoberfläche generiert.

In Abbildung 3 wird das Prinzip der Fokus-Variation am Beispiel der untersuchten Bohrungsränder dargestellt. Der Abstand zwischen Objektiv und Probe wird verändert, während kontinuierlich Bilder aufgenommen werden. Mit Hilfe der Änderung der Schärfewerte lässt sich die Tiefe für jeden Bildpunkt bestimmen. Durch die Zusammensetzung aller aufgenommenen Bildebenen wird ein 3D-Modell für ein Bohrungssegment generiert. Das spröde Bearbeitungsverhalten führt zu deutlich erkennbaren Materialabplatzungen an der Bohrungskante. Die Flächen oder Volumina der Abplatzungen werden vermessen und anhand von Modellen evaluiert. Die so erzielte, objektive Bewertung der Bearbeitungsqualität ist die Grundlage für die Optimierung eines schädigungsarmen und wirtschaftlichen Bohrungsprozesses für CMC-Werkstoffe.

Zukünftige Themenschwerpunkte

In zukünftigen Arbeiten werden unterschiedliche Verfahren zur CMC-Bearbeitung miteinander verglichen, wie die Bearbeitung mit geometrisch definierten Schneiden (Drehen, Bohren, Fräsen), konventionelle Schleiftechniken sowie alternative Bearbeitungsverfahren wie Laser- oder Wasserstrahlschneiden. Weiterhin wird der Einfluss der Bearbeitungsprozesse auf die mechanischen Eigenschaften der CMCs untersucht.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei der Firma Schunk Kohlenstofftechnik GmbH (Heuchelheim) und dem Lehrstuhl für keramische Werkstoffe der Universität Bayreuth für die Bereitstellung der Materialien. Der Firma Hufschmied Zerspanungssysteme GmbH (Bobingen) gilt ein besonderer Dank für die Bereitstellung der Werkzeuge und des Bearbeitungszentrums. <

LITERATUR

- 01 Rösiger, A.; Goller, R.: Damage evaluation of CMCs after drilling with geometrically defined cutting edges. In: Proceedings of the 20th Symposium on Composites, 2015.
- 02 Goller, R.; Rösiger, A.: Damage of ceramic matrix composites (CMCs) during machining operations. In: Proceedings of the 11th International Conference on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications, 2015.

Materialdämpfung: vom Experiment zur Simulation

Konzept zur Ermittlung eines schwer fassbaren Materialkennwertes

> Ein Schwerpunkt der Forschungsgruppe „Numerik und Simulation“ an der Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik ist es, die numerischen Berechnungsverfahren im Hinblick auf ihre praktische Anwendbarkeit fortzuentwickeln und zu verifizieren. Dazu steht eine umfassende und moderne Laborausstattung mit Rechencluster, Windkanal, Materialprüfeinrichtungen usw. zur Verfügung.

Im Folgenden soll ein an der Fakultät erarbeitetes Verfahren erläutert werden, bei welchem Simulation und Experiment eng miteinander verzahnt werden, um eine möglichst präzise Vorhersagbarkeit des Materialverhaltens, insbesondere der Dämpfungseigenschaften für den Werkstoff „Sonoston“ zu ermöglichen.

Dämpfung und der Werkstoff Sonoston

Dämpfung

Das Werkstoffverhalten von isotropen, metallischen Werkstoffen kann in der Regel durch wenige Kennwerte wie Dichte, E-Modul etc. beschrieben werden. Diese Kennwerte sind mit vergleichsweise wenig Aufwand experimentell bestimmbar und können leicht in numerische Simulationsprogramme eingebracht werden.

Deutlich schwieriger ist es, den Materialparameter „Dämpfung“ zu bestimmen. Die Dämpfung ist, grob gesprochen, eine Maßzahl für den Energieverlust in einer oszillierenden Struktur. Ursachen der Dämpfung sind z.B. Reibungseffekte an Fügestellen, rückwirkende Einflüsse der Umgebung (Wirbel, Bewegungswiderstände in Fluiden etc.) oder aber dissipative Effekte im Material selbst. Eine experimentelle Messung der Dämpfung erfolgt meist auf indirektem Wege, indem an bestimmten Stellen einer schwingenden Struktur die Amplitude gemessen wird. Die Differenz zweier aufeinander folgender Amplituden bildet dann eine mögliche Maßzahl für die Dämpfung.



PROF. DR.-ING.
MATTHIAS SCHLÄGEL

Hochschule Augsburg
Fakultät für Maschinenbau
und Verfahrenstechnik
Tel. +49 821 5586-3193
matthias.schlaegel@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- Numerische Simulation (FEM, FSI)
- Thermomechanische Materialcharakterisierung und -modellierung
- Stabilität und Festigkeit von tiefgetauchten Strukturen



Dämpfungsmessung mittels Dynamisch Mechanischer Analyse

Eine direkte Dämpfungsmessung ist möglich mit dem Verfahren der dynamisch mechanischen Analyse. Die Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik verfügt seit 2014 über das dafür erforderliche Messgerät, einen sog. Dynamisch Mechanischen Analysator (DMA). Dieses Messgerät bringt auf eine Materialprobe eine harmonische Verschiebungsanregung auf und misst gleichzeitig die Reaktionskraft an der Lagerung der Materialprobe. Abbildung 1 zeigt die Probe im dynamisch mechanischen Analysator des Festigkeitslabors.

Bei diesem Experiment wird die Materialprobe als 3-Punkt-Biegeversuch belastet, wobei die Deformation mittig aufgebracht wird. Als Ergebnis ergibt sich eine Phasenverschiebung zwischen Anregung und Reaktionslast (Abb. 3).

Diese Phasenverschiebung ist proportional zur Materialdämpfung. Der Sonderfall des rein elastischen Materialverhaltens ohne Dämpfung würde sich dadurch äußern, dass die anregende und die Reaktionsschwingung in Phase sind.

Der Werkstoff Sonoston

Das Material, für welches die Dämpfungswerte bestimmt werden sollten, war eine Mangan-Kupfer-Bronze Legierung. Sonoston, so der Handelsname dieser Legierung, hat eine für Metalle außerordentliche hohe Dämpfung und wurde in den 1960er Jahren in Großbritannien entwickelt. Die mikromechanische Ursache für die ausgeprägte Materialdämpfung ist eine martensitische Transformation des Werkstoffes bei Deformation.

Die Numerische Simulation

Dämpfung in der FEM

Mit der Finite Elemente Methode (FEM) wird u.a. das mechanische Verhalten eines Werkstoffes bzw. eines Bauteiles unter Belastung am Rechner simuliert. Die Ergebnisse sind allerdings immer nur so gut wie die Materialparameter, welche man zuvor im FEM-Programm eingegeben hat.

Wie bereits erwähnt, lassen sich Parameter wie E-Modul, Dichte usw. sehr gut experimentell bestimmen und unmittelbar in den gängigen, kommerziellen FEM Programmen eingeben. Für die Dämpfung gilt dies leider nicht und selbst wenn man – wie in unserem Fall – über sehr fortschrittliche Methoden zur experimentellen Dämpfungsbestimmung verfügt, so lässt sich die gemessene Dämpfung nur in den seltensten Fällen direkt in eine FEM Analyse integrieren. Aus diesem Grund wurde im Rahmen des hier beschriebenen F&E-Projektes ein Verfahren erarbeitet, welches die Brücke schlägt zwischen der experimentellen Dämpfungsmessung und der Implementierung dieser Dämpfungswerte in einer numerischen Simulation.



1 DMA mit 3-Punkt-Biegeversuch.

Inkompatibilität der Dämpfungswerte

Während Größen wie E-Modul, Dichte etc. genauso im FEM-Programm eingegeben werden können, wie sie gemessen wurden, kann ein gemessener Dämpfungswert (z. B. Abklingkonstante, Phasenverschiebung, Lehr'sches Dämpfungsmaß usw.) i. d. R. nicht direkt eingegeben werden. Die an der Fakultät verwendete FEM Software ANSYS erlaubt die Definition der Dämpfung im Wesentlichen über numerisch beschreibbare Parameter wie z. B. α - und β -Dämpfung oder über viskose Beschreibungen. Mit dem nachfolgend beschriebenen Verfahren sollen die vorderhand inkompatiblen Parameter ineinander überführt werden.

Einbindung gemessener Dämpfungswerte in die FEM-Simulation

Um die gemessenen Dämpfungswerte, namentlich die Phasenverschiebung, in der FEM-Simulation einbinden zu können, wurde ein sog. „Reverse-Engineering“ Ansatz verfolgt. Die Vorgehensweise gliedert sich in vier Schritte:

- Die noch unbekannt, numerischen Dämpfungsgrößen werden parametrisiert.
- Für diese Materialparameter wird eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt. Damit werden diejenigen numerischen Dämpfungsparameter identifiziert, welche einen dominanten Einfluss auf das Materialverhalten haben.
- Der so reduzierte Satz an Dämpfungsparametern wird variiert und dahingehend numerisch optimiert, dass die Struktur dynamik im Experiment und in der numerischen Simulation möglichst gut korrelieren.
- Der so gefundene Satz an Parametern beschreibt das Dämpfungsverhalten des Werkstoffes bestmöglich und kann weiterhin für numerische Simulationen genutzt werden.

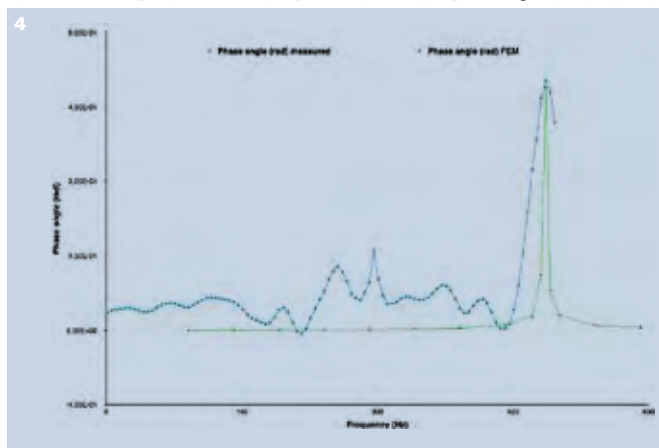
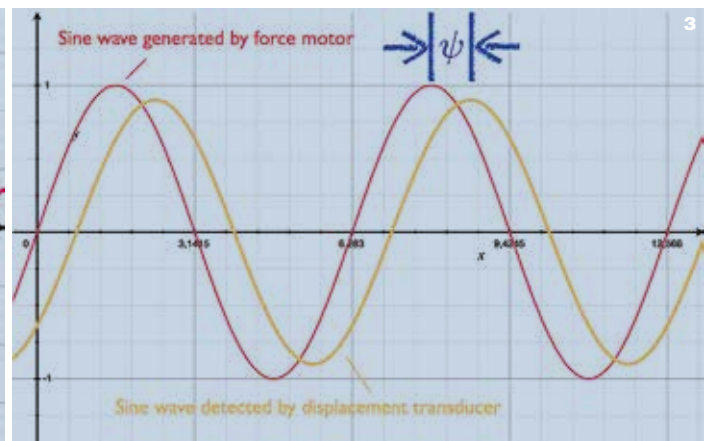
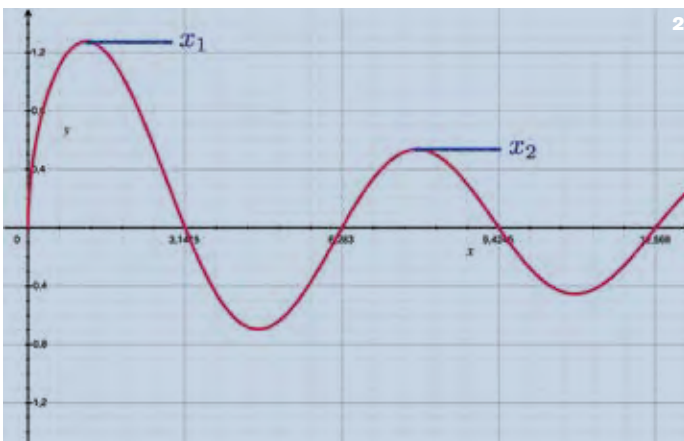
Zusammenfassung

Ziel des beschriebenen F&E-Vorhabens war es, die experimentell bestimmten Dämpfungskennwerte des Werkstoffes Sonoston in einen Parametersatz zur Nutzung im FEM-Programm Ansys zu überführen. Erreicht wurde dieses Ziel über einen sog. Reverse-Engineering-Ansatz, bestehend aus Experiment, Sensitivitätsanalyse und Optimierung.

Abbildung 4 zeigt die Gegenüberstellung der Phasenverschiebung über der Frequenz für das Experiment und für die Simulation, letztere durchgeführt mit dem Parametersatz, welcher mittels dem o.a. Verfahren bestimmt wurde. <

LITERATUR

- 01 Stelzmann, U., Groth C., Müller G.: "FEM für Praktiker – Band 2: Struktur-dynamik", Expert-Verlag 2008.
- 02 ANSYS Inc.: "ANSYS Documentation 16.1 – ANSYS Workbench Documentation – ANSYS DesignXplorer User's Guide", 2015.
- 03 ANSYS Inc.: "ANSYS Documentation 16.1 – Mechanical Applications – Mechanical User's Guide – Analysis Types – Linear Dynamic Analysis Types", 2015.



- 2 Dämpfungsermittlung aus der Amplitudenabnahme.
- 3 Phasenverschiebung als Ergebnis einer DMA.
- 4 Phasenverschiebung über der Frequenz, Messung blau, Simulation grün.

Fluid Struktur Interaktion an einer schwingenden Platte

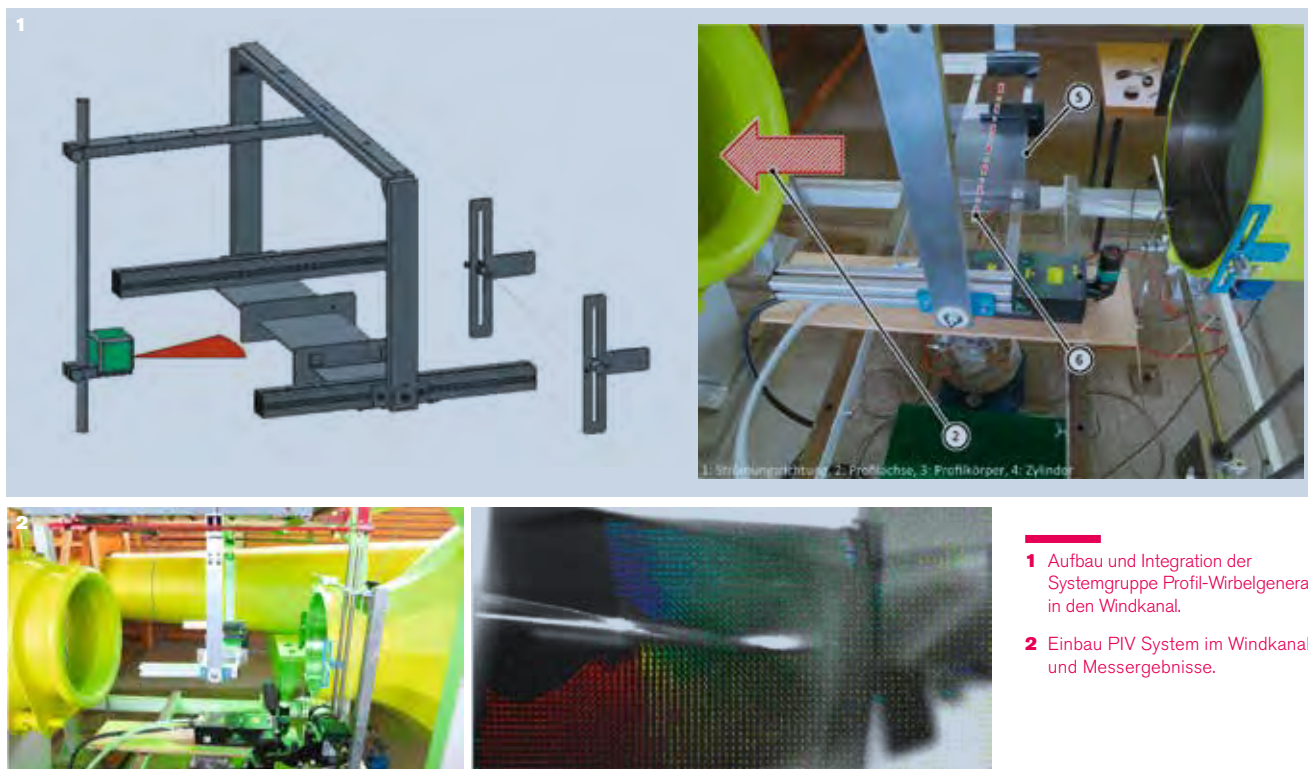
Forschungsgruppe Numerik und Simulation

> Einen Einblick in die Aktivitäten der Forschungsgruppe „Numerik und Simulation“ an der Fakultät Maschinenbau und Verfahrenstechnik gab bereits der Forschungsbericht 2014 mit dem Thema „Fluid Struktur Interaktion an einem Tragflügel“. Die FSI untersucht die Wechselwirkung zwischen einem strömenden Fluid und einem um- oder durchströmten Bauteil. Genaue Kenntnisse der gegenseitigen Beeinflussung sind Voraussetzung für die optimale Gestaltung und Dimensionierung von strömungsanhaftenden Maschinen- und Anlagenkomponenten in vielen technischen Bereichen. Damit nimmt sich die Forschungsgruppe einer Thematik an, die zunehmend an Bedeutung erlangt.

Mit dem Aufbau eines leistungsstarken Rechenclusters, der Installation von ANSYS Multi Physics Forschungslizenzen sowie dem messtechnischen Ausbau des Windkanal- und Festigkeitslabors wurde die Infrastruktur für die numerische und experimentelle Untersuchung von FSI-Themen geschaffen. Sie wird kontinuierlich weiter ausgebaut, um künftig Unternehmen bei der Bearbeitung von FSI-Fragestellungen unterstützen zu können. Gegenwärtig ist ein hochmodernes optisches Messsystem zur Auflösung komplexer Strömungsstrukturen im Windkanal installiert. Das System wurde im Rahmen einer Pro-

jektarbeit im Masterstudiengang Lightweight Construction and Composite Technology ausgewählt und getestet.

Im Rahmen des Masterprojektes sollte zunächst ein einfaches Strömungsprofil, das durch eine Wirbelschleppe in Schwingung versetzt wird, entworfen, gefertigt und in den Windkanal integriert werden. Die Profilwahl fiel auf eine ebene Stahlplatte mit einem stromauf platzierten Zylinder zur Generierung der Wirbelstraße. Das Design der Baugruppe Profil-Wirbelgenerator sollte insbesondere eine Parametrisierung der Größen ermöglichen, die die Wechselwirkung zwischen Platte und Zylindernachlauf massgeblich beeinflussen. Darüber hinaus musste die Lösung kostengünstig mit den zur Verfügung



stehenden Fertigungseinrichtungen hergestellt werden können.

Abbildung 1 zeigt die fertige Konstruktion, die den Einbau verschiedener Zylindergrößen, eine variable Distanz zwischen Zylinder und Platte und Flexibilität in der Lagerung der Platte gewährleistet. Durch die Variabilität des Zylinderdurchmessers können verschiedene Wirbel- bzw. Anregungsfrequenzen der Platte erzeugt werden, die flexible Gestaltung der Lagerung erlaubt die Untersuchung elastischer und sehr steifer Profilkörper.

Für die messtechnische Erfassung instationärer, dreidimensionaler Strömungsstrukturen – wie im Fall des Zylindernachlaufs und der sich ausbildenden Plattenumströmung – ist der Einsatz hochauflösender Messtechnologien erforderlich. Die Projektgruppe testete dazu zwei optische Messsysteme der Firma Dantec Dynamics. Bei den Messsystemen handelt es sich um ein Particle-Image Velocity- (PIV) und ein Laser-Doppler-Anemometrie- (LDA) System. Den Einbau des ersten Systems im Windkanal der Hochschule und die damit erzielten Messresultate zeigt Abbildung 2. Das PIV-System liefert ein Echtzeit-Geschwindigkeitsfeld in einer Schnittebene des umströmten Plattenraumes. Die Verteilung der zweidimensionalen Geschwindigkeitsvektoren wird durch die Messung der Geschwindigkeit kleinster, dem Luftstrom folgender Partikel generiert. Ein aufgeweiteter Laserstrahl beleuchtet die Partikel in der Messebene pulsierend. Mittels moderner CCD-Kameras wird die Lichtreflektion der Partikel aufgenommen und digital weiterverarbeitet.

Die Resultate der PIV-Messungen können zur unmittelbaren Validierung numerischer Berechnungsansätze herangezogen werden. Das Projekt zur Untersuchung der FSI an einer schwingenden Platte wird im Wintersemester 2015/16 fortgeführt. Der Fokus wird sich dann auf die strukturmechanische Untersuchung des Profils im Experiment und im numerischen Modell richten. Damit wäre dann die komplette FSI an dem umströmten Objekt abgebildet.

Am Ende dieser Forschungsarbeiten soll ein Verfahren stehen, welches die vollständige Beschreibung – numerisch wie experimentell – der Dynamik einer umströmten Struktur zulässt. Auf Basis eines solchen Verfahrens könnten dann bereits in einer frühen Projektphase Aussagen gemacht werden zu gekoppelten Fluid-Struktur Phänomenen, wie z.B. Flattern, zwangserregten Schwingungen oder dem zu erwartenden akustischen Abstrahlverhalten. <

LITERATUR

- 01 Echtler, W.; Häusler, A.; Richter, R.; Rieder, M.: Test Bed for Fluid-Structure Interaction. Group project Summer Term 2015, Augsburg University of Applied Sciences.
- 02 M. Czapp: PIV an der HS Augsburg. Firmenpräsentation. Dantec Dynamics, Ulm.



**PROF. DR.-ING.
ALEXANDRA JÖRDENING**

Hochschule Augsburg
Fakultät für Maschinenbau
und Verfahrenstechnik
Tel. +49 821 5586-3215
alexandra.joerdening@hs-augsburg.de

Fachgebiete

- Strömungsmechanik
- Strömungsmaschinen
- Computational Fluid Dynamics



**PROF. DR.-ING.
MATTHIAS SCHLÄGEL**

Hochschule Augsburg
Fakultät für Maschinenbau
und Verfahrenstechnik
Tel. +49 821 5586-3193
matthias.schlaegel@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- Numerische Simulation (FEM, FSI)
- Thermomechanische
- Materialcharakterisierung und -modellierung
- Stabilität und Festigkeit von tiefgetauchten Strukturen

Einführung Tiefziehsimulation

Im Automobilbereich werden viele Struktur- und Designbauteile mittels eines Tiefziehprozesses hergestellt, bei dem ein ebenes Blech durch gezielte Formänderung zu einem dreidimensionalen Bauteil geformt wird. Dieser und andere Fertigungsprozesse werden verstärkt mit sogenannten Prozesssimulationen abgesichert, die den realen Prozessen folgen und wie diese oftmals mehrstufig ablaufen (Abb. 1).

Für den beispielhaften Tiefziehprozess werden dazu die Werkzeuge und die Platine (Blech) in Elementnetze mit verbindenden Knoten aufgeteilt (diskretisiert). Zunächst werden die Verschiebungen während des Umformprozesses an den Elementknoten berechnet. Im Nachgang werden aus diesen Verschiebungen, Spannungen und weitere Größen ermittelt, die zur Beurteilung des Prozesses dienen.

Der in Abbildung 1 vereinfacht gezeigte Prozess an einem vom Industriepartner BMW zur Verfügung gestellten Demonstrator wird im weiteren Projektverlauf von FORPRO² näher betrachtet.

Einflussgrößen Umformgeschwindigkeit und adaptive Vernetzung

Das Ergebnis einer Prozesssimulation dient in vielen Fällen zur Absicherung des realen Prozesses und unterliegt deshalb hohen Anforderungen an Genauigkeit und Plausibilität. Außerdem ist es in hohem Maß auch von der Wahl der Einflussgrößen abhängig. Einerseits wird durch die Einstellung der Einflussgrößen die Simulationsgenauigkeit beeinflusst und andererseits richtet sich die Rechenzeit danach.

Tiefziehsimulationen werden meist aufgrund ihrer hohen Nichtlinearität bezüglich der Verformung und des Materialverhaltens mit expliziten FEM-Berechnungen simuliert, die den zeitlichen Verlauf der Umformung abbilden. Bei dieser Form der Zeitintegration spielt die Diskretisierung – also die Netzfeinheit – eine wesentliche Rolle für die Rechenzeit. Je kleiner das kleinste Element im Netz, desto kleiner ist der sogenannte kritische Zeitschritt, der die maximale Zeitschrittweite für eine stabile Lösung vorgibt. Zusätzlich zur Erhöhung des Zeitschrittes führt ein feines Netz zur Erhöhung der Element- und Knotenanzahl und damit zu einem weiteren Anstieg der Rechenzeit. Dagegen führen zu grobe Netze zu ungenauen Ergebnissen, weil u.a. Kontakte zwischen dem Blech und den Werkzeugen nicht korrekt dargestellt und berechnet werden können.



**PROF. DR.-ING.
MICHAEL SCHMID**

Hochschule Augsburg
Fakultät für Maschinenbau
und Verfahrenstechnik
Tel. +49 821 5586-1053
michael.schmid@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- Wissensbasierte
Produktentwicklung



DENNIS OTTEN M.SC.

Hochschule Augsburg
Fakultät für Maschinenbau
und Verfahrenstechnik
Tel. +49 821 5586-2065
dennis.otten@hs-augsburg.de

Projektdaten

Bayerischer Forschungsverbund
für effiziente Produkt- und Prozessentwicklung durch wissensbasierte
Simulation



Förderung:
Bayerische Forschungstiftung
1,999 Mio. Euro



Gesamtumfang: 4,208 Mio. Euro

Eine Möglichkeit, um zumindest den Anstieg an Elementen und Knoten zu beschränken, ist die sogenannte adaptive Vernetzung. Dabei wird ein initial grobes Netz nur lokal und bei der Umformsimulation insbesondere an Stellen mit großen Verformungen schrittweise verfeinert.

Eine weitere Möglichkeit die Berechnung zu beschleunigen, ist die Anpassung der Umformgeschwindigkeit. Würde der Prozess mit der realen Umformgeschwindigkeit simuliert, so ergäbe sich eine viel zu hohe Rechenzeit, weil entsprechend viele Zeitschritte berechnet werden müssten. Um diese zu senken, bietet es sich an, die Geschwindigkeit virtuell zu erhöhen. Durch diese auch Zeitskalierung genannte Möglichkeit, ergibt sich eine Beschleunigung der Rechenzeit, aber auch ein Abfall in der Simulationsgenauigkeit.

Diese beiden zuvor beschriebenen Möglichkeiten – Adaptivität und Zeitskalierung – können auch kombiniert eingesetzt werden, um einen akzeptablen Kompromiss zwischen Simulationsgenauigkeit und Rechenzeit zu erhalten.

Design of Experiments (DoE)

Mittels eines Versuchsplanes nach der Methode Design of Experiments (DoE, statistische Versuchsplanung) wird versucht, mit möglichst wenigen Experimenten herauszufinden, welche Auswirkungen die einzelnen Einflussparameter haben.

Für diese Untersuchung wird eine einfache Geometrie eines Napfes benutzt, die vom Lehrstuhl für Umformtechnik und Gießereiwesen der Technischen Universität München zur Verfügung gestellt wird. Die Werkzeuggeometrie, bestehend aus Matrize, Stempel und Niederhalter, wird nach Vorgaben gemäß dem Stand der Technik vernetzt und modelliert. Zur Reduktion der Rechenzeit wird nur ein rotationssymmetrisches Viertel der Geometrie verwendet (Abb. 2).

Um einen Basiswert für die Umformung zu erhalten, wird zunächst ein Experiment durchgeführt, das der Realität am nächsten kommt. Hierfür wird ein sehr feines Netz für die Platine verwendet und die Umformgeschwindigkeit wird realitätsnah gewählt. Auf diesen Versuch aufbauend, werden vier weitere Experimente durchgeführt (Abb. 3).

Da der Versuch zur Basisbestimmung ohne Adaptivität (P0* in Abb. 3) trotz der zur Verfügung stehenden leistungsstarken Hardware eine Rechenzeit von etwa 100 Tagen erfordern würde, findet die Vernetzung adaptiv statt. Das Simulationsergebnis wird als Referenz bestimmt (P0 in Abb. 3).

Es werden die Einflussgrößen Umformgeschwindigkeit und adaptive Vernetzung variiert. Bei jedem der vier Experimente (P1–P4 in Abb. 3) werden als Ausgangsgrößen die lokale Spannungsverteilung und die Rechenzeiterparnis ermittelt. Diese dienen nun als Ausgangsgröße für die Parameter- und Wechselwirkungsanalyse [1] mit der die Effektivität der Eingangsparameter auf die jeweilige Ausgangsgröße bestimmt wird.

Es zeigt sich, dass der Einsatz der Adaptivität eine wesentlich kleinere Auswirkung auf den Fehler der lokalen Spannungsverteilung hat als die Geschwindigkeitserhöhung (0,1 % zu 0,65 %). Beim Einsatz beider Einflussgrößen (Adaptivität und Umformgeschwindigkeit) ergibt sich zusätzlich noch eine Wechselwirkung (0,39 %). Betrachtet man die Berechnungszeitverringerung durch den Einsatz der Einflussgrößen, zeigt sich auch hier der größere Nutzen der Einflussgröße Adaptivität: Die Auswirkung der Adaptivität ist ca. viermal größer als die der Umformgeschwindigkeit.

Aufgrund dieser Untersuchung lässt sich als Regel festhalten: Die adaptive Vernetzung ist zur Simulationszeitverkürzung bei möglichst hoher Genauigkeit wesentlich effektiver als die Zeitskalierung und sollte deshalb mit höherer Priorität eingesetzt werden.

Danksagung

Wir danken der Bayerischen Forschungsförderung (BFS) für die Förderung im Rahmen des Forschungsverbunds „FORPRO² – Effiziente Produkt- und Prozessentwicklung durch wissensbasierte Simulation“. Außerdem danken wir der BMW Group, dem Lehrstuhl für Umformtechnik und Gießereiwesen der Technischen Universität München sowie Max Plater für die Unterstützung. <

LITERATUR

- 01 Klein, B.: Versuchsplanung – DoE – Einführung in die Taguchi/Shainin-Methodik 2. Auflage Oldenbourg Wissenschaftsverlag 2007 München, ISBN 978-3-486-58352-6.
- 02 Plater, M.: Untersuchung von Qualitätsparametern in der Umformsimulation, Bachelorarbeit Hochschule Augsburg 2015.

FAST FORWARD



EBERLE ist ein innovativer Hersteller von Triebfedern und Stanz-Biege-Teilen. Als Teil der KERN-LIEBERS Firmengruppe mit 6.000 Mitarbeitern an 60 Standorten weltweit profitieren wir von den Strukturen eines internationalen Konzerns.

- HOCHSCHULABSOLVENTEN
- PRAKTIKUM/
BACHELORARBEIT

Schwerpunkte Maschinenbau, Umwelt- und Verfahrenstechnik, Mechatronik

Sie (w/m) sind dabei, Ihr Studium erfolgreich abzuschließen und suchen eine neue Aufgabe? Sie suchen einen Praktikumsplatz oder ein Thema für eine Bachelorarbeit? Wir bieten vielfältige Möglichkeiten und spannende Aufgaben. Interessiert? Dann sprechen Sie uns an!

Eberle

PRÄZISIONSTECHNIK

J.N. Eberle Federnfabrik GmbH
Herrn Röbner · Telefon 0 82 32 / 50 02-168
Hochfeldstraße 6 – 8 · 86830 Schwabmünchen
E-Mail: bewerbung@eberle-federn.de · www.eberle-federn.de

www.vrbank-hg.de

Visionen
brauchen
Freiraum.



Neue Ideen
und Inspiration

Jeder Mensch hat etwas, das ihn antreibt.

Eine starke Bank für eine Region

VR-Bank
Handels- und Gewerbebank



Daniela Heider Beratung für Personalmanagement



Machen Sie sich und Ihre Mitarbeiter zu Ihrem Erfolgsfaktor!

Studenten/Absolventen

Sie suchen einen attraktiven Arbeitsplatz?

Unternehmen

Sie suchen neue qualifizierte Mitarbeiter?

Gerne berate/ coache und unterstütze ich Sie!
Ich freue mich auf Ihren Kontakt!

Daniela Heider
Beratung für Personalmanagement
www.daniela-heider.de
info@daniela-heider.de
+49 (0)171- 860 78 90



Tragverhalten von Verbundankern

Versuche, Modellierung und Optimierung

> Die Holz-Beton-Verbund-Bauweise (HBV) erfreut sich in den letzten Jahren zunehmender Beliebtheit. Insbesondere im Sanierungsbereich zur Ertüchtigung von klassischen Holzbalkendecken im Mehrgeschoßbau findet diese Bauweise Zuwachs.

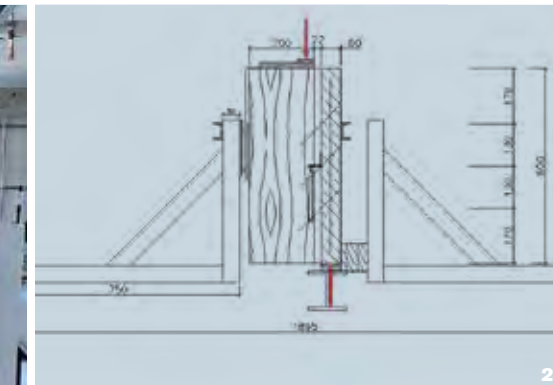
Zahlreiche Vorteile liegen dabei auf der Hand:

- Steigerung der aufnehmbaren Traglast der Decke.
- Verbesserung des Schallschutzes.
- Verbesserung des Brandschutzes.
- Erhöhung der Steifigkeit und somit besseres Verhalten bzgl. Schwingungsanfälligkeit.
- Möglichkeit zum Ausgleich bestehender Verformungen bzw. Durchbiegungen.

Das Institut für Holzbau der Hochschule Augsburg (IfH) wurde von der Firma FRIEDRICH UG Verbundsysteme beauftragt, einen sog. Holz-Beton-Verbundanker (Abb. 1) zu optimieren und eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) zu erwirken.



1



2

- 1 Holz-Beton-Verbundanker mit den beiden Teilen Schraubenspitze mit Holzgewinde und „Betongewinde“ mit Schraubenkopf.
- 2 Versuchsaufbau der Scherprüfungen.
- 3 Versuchsbau mit eingebauter Prüfkörper mit Zwischenschicht.

Wirkungsweise des Holz-Beton-Verbundes

Die Wirkungsweise der Holz-Beton-Verbund-Bauweise (HBV) beruht darauf, einen meist unten angeordneten Holzbalken mit einer darauf liegenden Betonplatte möglichst (schub-)fest zu verbinden. Dies geschieht in diesem Fall mit HBV-Ankern, die kontinuierlich unter einem Winkel von 45° in die Holzbalken eingeschraubt werden. Die dann noch überstehenden Schraubenteile werden mit der Ortbetonplatte vergossen. Anhand der Fachwerkkanalogie und der entsprechenden Ausrichtung werden die Verbundanker vornehmlich zugbelastet.

Je fester dieser Verbund ist, desto höher sind die Steifigkeit und die Tragfähigkeit des Tragsystems. Verbindungen im Holzbau sind jedoch dadurch gekennzeichnet, dass unter Belastung immer eine Verformung auftritt, d.h. die zu verbindenden Bauteile verschieben sich relativ zueinander. Diese Verschiebung sollte so gering sein wie möglich, um insbesondere Verformungen klein zu halten. Ziel war die Optimierung dieses Verbundankers:

- Aus produktionstechnischer Sicht, denn das Schraubengrundmaterial sowie etwaige Beschichtungen haben Einfluss auf die Herstellungskosten.
- Wegen Schraubengeometrie (Länge des „Betongewindes“, Länge des Holzgewindes sowie Schraubendurchmesser), denn diese hat aus bautechnischer Sicht gesehen erhebliche Relevanz auf die Tragfähigkeit der Verbindung.

Hierzu wurden zunächst Versuche mit einem bislang vorhandenen HBV-Anker durchgeführt, um eine erste Größenordnung der Schraubeneigenschaften zu bekommen. Geprüft wurden

- der Auszieh Widerstand der Schraube aus dem Holz sowie aus dem Beton.
- der Eindrehwiderstand beim Verschrauben der Anker in das Holz.
- das Abdrehmoment (Torsionsbruch) der Schraube selber.
- die Zugtragfähigkeit des Ankers.

Die Versuche zeigten, dass die Geometrie des Ankers dem Grunde nach schon nahe am Optimum lag. Die Verhältnisse zwischen den Tragfähigkeiten im Beton und im Holz sowie des Schraubenmaterials selbst lagen in einer gewünschten

Größenordnung, wobei die material-spezifischen Sicherheiten berücksichtigt wurden. Somit musste an der Schraubengeometrie keine Änderung vorgenommen werden.

Das Verhältnis von Eindrehwiderstand und Abdrehmoment wies ebenfalls einen ausreichenden, wenn auch knappen Abstand auf. Dies bedeutete, dass das kostengünstigere, ungehärtete Schraubengrundmaterial für den Anwendungsfall ausreichend war.

Bei weiteren Schraubenchargen mit Änderungen in einer Gleitmittelbeschichtung sollte der Effekt dieser Beschichtung beim Eindrehen in das Holz überprüft werden. Dieses Gleitmittel erzeugte allerdings keine befriedigende Minderung des Eindrehwiderstands, so dass auf diese Beschichtung, nicht zuletzt auch aus Kostengründen, verzichtet wurde.

Ermittlung des Verschiebungsmoduls Kser

Im Hinblick auf die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) wurden neben den oben beschriebenen Versuchen an den Schrauben selbst noch Scherverversuche an Kleinbauteilen zur Ermittlung des Verschiebungsmoduls Kser durchgeführt.

Hierzu wurden auf 60 cm langen Holzbalken mit unterschiedlichen Rohdichten Betonplatten (30 cm breit, 6 cm stark) aufbetoniert, die mit einer Betonstahlmatte bewehrt wurden.

- Die erste Versuchsreihe bestand aus Prüfkörpern ohne Zwischenschicht,
- in der zweiten Versuchsreihe wurde eine Zwischenschicht bestehend aus einer 22 mm OSB-Platte zwischen Balken und Betonplatte angeordnet, um einen Einfluss dieser Zwischenschicht zu ermitteln.

Um eine verhältnismäßig geringe Betonfestigkeit nahe der Festigkeitsklasse C20/25 zu erreichen, wurden im Baustofflabor mehrere Betonrezepturen erprobt und die Festigkeitsentwicklung dieser Betonvarianten in regelmäßigem Abstand untersucht. Letztendlich wurde ein probates Rezept gefunden, das die vorgegebenen Anforderungen entsprechend erfüllte.



PROF. DR. FRANÇOIS COLLING

Hochschule Augsburg
Fakultät für Architektur und Bauwesen
Leiter des Instituts für Holzbau
Tel. +49 821 5586-3109
francois.colling@hs-augsburg.de

Fachgebiete

- Konstruktiver Ingenieurbau
- Holzbau
- Baustatik



DIPL.-ING. (FH) HENRIK BOLL

Tel. +49 821 5586-3143
henrik.boll@hs-augsburg.de

Im Versuch wurden die Prüfkörper senkrecht aufgestellt und auf der Schmalseite der Betonplatte gelagert. Die Kraft wurde in den Holzbalken eingeleitet und die Relativverschiebung zwischen Balken und Betonplatte gemessen. Der Versuchsablauf (zeitlicher Verlauf der kraft- bzw. weggesteuerten Belastung) wurde in Anlehnung an die DIN EN 26891:1991 definiert (Abb. 2, 3).

In Abbildung 4 sind die Kraft-Verformungs-Linien von sechs Prüfkörpern ohne Zwischenschicht dargestellt. Der Verschiebungsmodul wurde im Bereich zwischen 10 % und 40 % der Maximalkraft ausgewertet und anhand der Steigung der Kurven ermittelt.

Erwartungsgemäß waren die Tragfähigkeit und auch der Verschiebungsmodul der Prüfkörper mit Zwischenschicht geringer, weil die effektive Einbindelänge der Verbundanker im Holz um die Dicke der Zwischenschicht kleiner war.

Um einige Nachteile dieses Versuchsaufbaus der senkrechten Prüfkörper zu umgehen, wurden in einer weiteren Versuchsreihe die Prüfkörper geneigt eingebaut, so dass die aufgebrachte Prüfkraft durch den Schwerpunkt des Prüfkörpers hindurch in das untere Auflager eingeleitet wurde (Abb. 5, 6).

Dieser Versuchsaufbau hat folgende Vorteile gegenüber dem senkrecht eingebauten Prüfkörper:

- Beim senkrecht eingebauten Prüfkörper entsteht wegen der exzentrischen Lasteinleitung eine horizontale Haltekraft, die ihrerseits eine erhöhte Reibung verursacht. Diese tritt bei den geneigt eingebauten Prüfkörpern nicht auf.
- Der Einbau der frei stehenden geneigten Prüfkörper geht schneller und einfacher und ist daher wirtschaftlicher.

Die Versuche zeigten, dass die ermittelten Steifigkeiten und Tragfähigkeiten bei beiden Versuchs-Varianten auf einem vergleichbaren Niveau liegen. Somit wurden die weiteren Versuche mit dem einfacheren schrägen Einbau der Prüfkörper durchgeführt.

Überprüfung des Verschiebungsmoduls Kser anhand von Bauteilversuchen

Neben den beschriebenen Versuchen mit kleinen Scherprüfkörpern wurden zusätzlich Biegeversuche mit größeren Bauteilen durchgeführt.

Die Bauteilabmessungen wurden vorab rechnerisch anhand des Gamma-Verfahrens und per Stabwerksberechnung dahingehend festgelegt, dass das Erreichen der Schubtragfähigkeit der Holz-Beton-Verbindung als Versagenskriterium maßgeblich werden sollte.

Es wurden erneut zwei Varianten (mit und ohne Zwischenschicht) geprüft. In Abbildung 7 ist ein eingebauter Prüfkörper dargestellt.

Die in den Versuchen ermittelten Durchbiegungen wurden mit den rechnerisch abgeschätzten Verformungen verglichen.

Mit den in den Kleinversuchen ermittelten Verschiebungsmoduln (Kser) wurden die erwarteten Durchbiegungen dieser Träger rechnerisch abgeschätzt und mit den tatsächlich gemessenen Durchbiegungen verglichen.

Diese Gegenüberstellung zeigt eine aus baupraktischer Sicht gute und ausreichende Übereinstimmung zwischen Versuch und Berechnung.

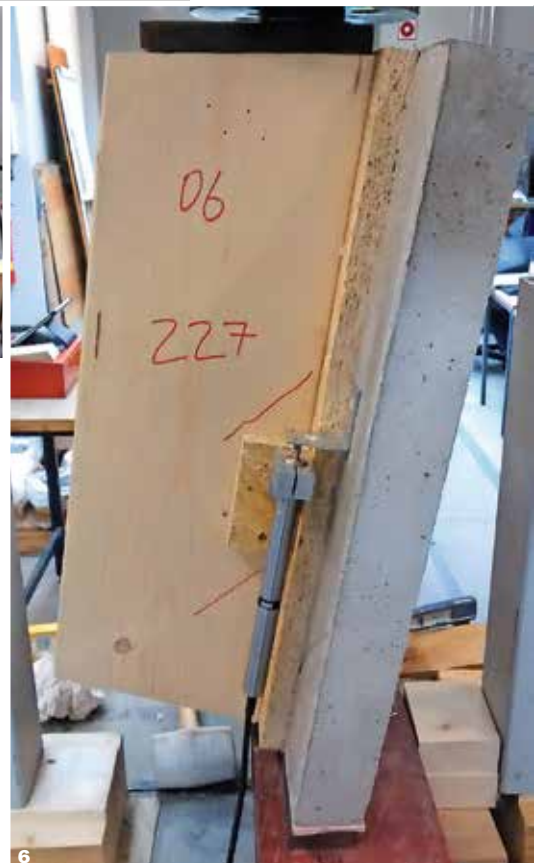
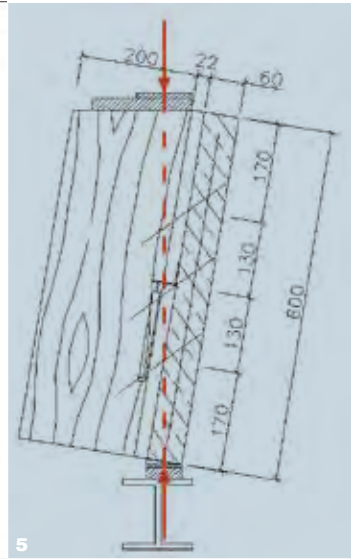
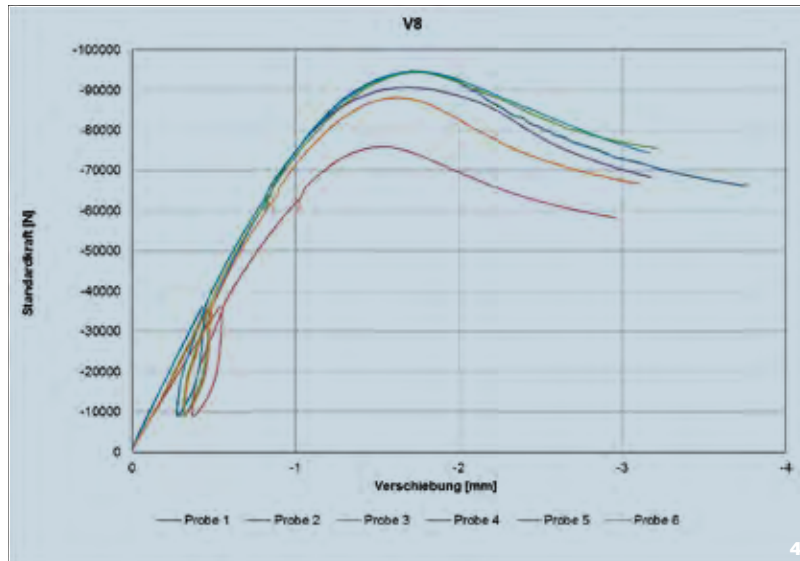
Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Im März 2015 wurde durch das DIBt die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für den untersuchten Verbundanker für den untersuchten Verbundanker erteilt (Z-9.1-851). Das Gesamtprojekt „Verbundanker“ fand somit für den Hersteller sowie für das IfH ein sehr befriedigendes Ende.

Firmen, die eine deutsche oder auch eine europäische Zulassung nach einem europäischen Bewertungsdokument anstreben, finden mit dem Institut für Holzbau an der Hochschule Augsburg einen kompetenten Partner, der Ihnen bei diesem Anliegen umfassend – von Planung und Versuchsdurchführung, bis hin zur Bewertung der Ergebnisse und einem Zulassungsentwurf – behilflich sein kann. <

PRÜFKÖRPER	W BERECHNUNG [mm]	W VERSUCH [mm]	ABWEICHUNG [%]
C1.1	5,27	4,71	10,6
C1.2	5,27	6,42	-21,8
C1.3	5,27	5,96	-13,1
C2.1	5,27	5,76	- 9,3
C2.2	5,27	5,42	- 2,8
C2.3	5,27	5,09	3,4
Mittelwert		5,56	5,5

Tabelle: Gegenüberstellung der Ergebnisse aus Berechnung und Versuchen bei einer Belastung von 60 kN.



- 4 Kraft-Verformungsdiagramm der Versuchsreihe mit Zwischenschicht.
- 5 Versuchsaufbau der Scherprüfungen mit geneigter Prüfkörperlagerung.
- 6 Versuchsaufbau eingebauter Prüfkörper mit geneigter Lagerung.
- 7 Eingebauter Prüfkörper als Biegeträger.

6

Airborne Photogrammetrie

Luftbildvermessung an der Fakultät für Architektur und Bauwesen

> Was waren das für Zeiten, als zu Beginn des 19. Jahrhunderts auf den Befehl Napoleons hin die Landesvermessung in Bayern begann. Bis heute lässt die Berufsbezeichnung „Geometer oder Landvermesser“ ein Gefühl von Ungebundenheit und von beschaulichem Arbeiten in der freien

Natur aufkommen. Betrachtet man alte Aufnahmen von der Vermessung der Berge, liegt eine Ahnung von Abenteuer in der Luft. Auf den ersten Blick sind diese Assoziationen in der modernen Bauvermessung

nicht so ohne weiteres zu finden. Die atemraubende Entwicklung der Rechnertechnik in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts hat zur Entwicklung neuer Gerätegenerationen und damit zu einer völlig anderen Art des Vermessens und der Datenauswertung geführt.

Ausstellung „Die Vermessung der Berge“, Sektion Lindau des Deutschen Alpenvereins



1

- 1 Die Vermessung der Berge um ca. 1900.
- 2 Fassadenflug im Kastanienhof der Hochschule Augsburg.
- 3 Hexakopter HT-6 mit Messkamera.

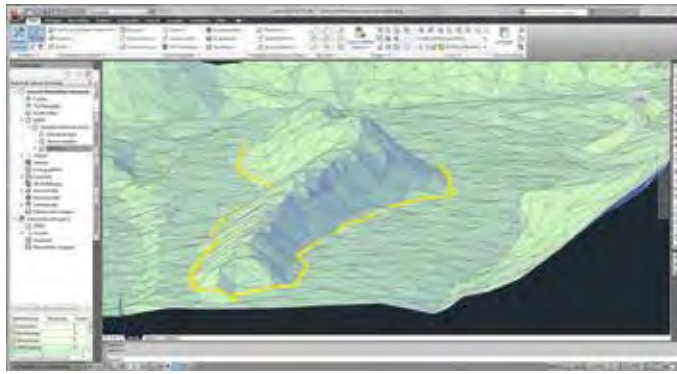


3



2

Eigene Aufnahme, Bilder 3 – 10: Abbildungen aus den o.g. genannten Arbeiten.



4 Massenermittlung einer Erddeponie.

Ein signifikantes Beispiel für die allerneueste Entwicklung ist der Einsatz von „Unmanned Aerial Vehicles (UAV)“ in der Luftbildphotogrammetrie (airborne photogrammetry), also kleiner Luftfahrzeuge, im allgemeinen Sprachgebrauch „Drohnen“ genannt. Nachdem der Begriff Drohne meist mit militärischen Einsatzzwecken verknüpft wird, stellen die Bezeichnungen Schwebplattform, Flugroboter, Multikopter oder allgemein Drehflügler eine gute Alternative dar.

Grenzenlose Möglichkeiten

Die photogrammetrische Vermessung, bei der z. B. die Abmessungen von Gebäuden oder Ingenieurbauwerken aus hoch aufgelösten, digitalen Bildern ermittelt werden können, ist schon seit vielen Jahren ein fester Bestandteil der Lehre für die angehenden Baumeister der Fakultät für Architektur und Bauwesen.

Bisher war der Einsatz der Photogrammetrie mit wenigen Ausnahmen (Vermessung der Augsburger Stadtmauer oder des Augsburger Eiskanals) durch die zwangsläufige Erdgebundenheit der Standorte der Fotografen auf die Erfas-

sung von Objekten mit mäßiger Höhe beschränkt (wie z. B. Gebäudefassaden). Eine geeignete Messkamera, die an Bord eines Flugroboters höhenungebunden Fotos erstellen kann, erweitert dagegen das Spektrum der Möglichkeiten nahezu grenzenlos (Abb. 2).

Ein UAV kann neben einer Vielzahl anderer denkbaren Möglichkeiten auch für die Kartierung der Erdoberfläche, die gefahrlose Vermessung befahrener Straßen, die Untersuchung unzugänglicher Ingenieurbauwerke wie hohe Brücken oder zur Überwachung von abrutschgefährdeten Steilhängen im Gebirge zum Einsatz kommen.

Einführung des UAV-Systems HT-6 an der Hochschule Augsburg

In 2014 wurde an der Fakultät für Architektur und Bauwesen das nach dem aktuellen Stand der Technik ausgerüstete Vermessungslabor um einen Hexakopter HT-6 der Firma Height-Tech aus Bielefeld ergänzt. Dem zuvor gingen umfassende Marktrecherchen von Matthias Brechenmacher im Rahmen seiner Masterabschlussarbeit im Studiengang „Allgemeiner Ingenieurbau“.



PROF. DR.-ING.
REINHOLD WEBER

Hochschule Augsburg

Fakultät für Architektur
und Bauwesen

Tel. +49 821 5586-3105

reinhold.weber@hs-augsburg.de

Fachgebiete

- Vermessungskunde
- Verkehrswegebau



5 Texturiertes Modell des
MCA-Trainings-Geländes.

Der Flugroboter HT-6 ist dem Hochleistungssektor der auf dem Markt erhältlichen Systeme zuzuordnen, und besitzt sechs rotorbesetzte Antriebe, eine ausgeklügelte Technik und Sensorik, schwingungseliminierende Baumaterialien und eine aktive Kameraaufhängung (GIMBAL), (Abb. 3). Dadurch kommt ein sehr stabiles Flugverhalten zustande, das für die Gewinnung von präzisiertem Fotomaterial mit einem hohen Maß an Stabilität, Schärfe und Auflösungsqualität unerlässlich ist. Neben einer speziellen Kamera mit festem 12 mm Weitwinkelobjektiv kann der Drehflügler auch eine Wärmebildkamera oder eine flugtaugliche Videokamera tragen.

Nachdem zum Jahreswechsel 2014/2015 die versicherungs- und luftfahrtrechtlichen Randbedingungen geklärt waren – der Hexakopter besitzt eine spezielle „Aufstiegs-erlaubnis für unbemannte Luftfahrtsysteme“ des Luftamtes Südbayern – konnte Mathias Brechenmacher schon beim ersten Flugversuch im Frühjahr 2015 als Abschluss seiner wissenschaftlichen Arbeit die Massenermittlung für eine große Erddeponie durchführen (Abb. 4).

Erste professionelle Praxiserprobungen Vermessung der Motocross-Strecke Augsburg

Im Sommersemester 2015 wurde im Rahmen einer Projektarbeit der Viertsemesters des Studiengangs Bachelor Bauingenieurwesen das UAV-System erstmals in größerem Umfang getestet. Die Aufgabenstellung sah vor, das Trainings-Gelände des traditionsreichen Motorsport-Clubs Augsburg e.V. photogrammetrisch zu vermessen und ein dreidimensionales virtuelles Modell für eine Netzpräsentation herzustellen.

Unter Leitung von Pierre Schmitt (Student des Bauingenieurwesens und langjähriger, erfahrener Modellflieger) wurde aus einer Vielzahl von Luftaufnahmen aus einer Flughöhe zwischen 20 und 35 m über Grund ein digitales Geländemodell erstellt und visualisiert (Abb. 5). Das mit dem Hexakopter mitgelieferte Softwarepaket für die photogrammetrische Auswertung (Photoscan AGISOFT) wurde von der Projektgruppe intensiv getestet und hat dabei seine Praxistauglichkeit bewiesen.

HT-6 über der Bundesautobahn A7

In Zusammenarbeit mit der Autobahndirektion Südbayern hat Wolfgang Breubeck im Rahmen seiner Masterthesis ebenfalls im Sommer 2015 die Aufgabe übernommen, ein neuartiges Verfahren zur Bestandsdatenerhebung und -verwaltung von Entwässerungseinrichtungen an Bundesautobahnen zu entwickeln. Die Themenstellung erfolgte vor dem Hintergrund, dass die bayerischen Autobahnbehörden überwiegend nur über sehr rudimentäre Bestandsunterlagen für ihr ausgedehntes Straßenenwässerungsnetz verfügen. Dies erschwert nicht nur den Unterhalt, sondern führt bei Baumaßnahmen an den zweibahnigen Straßen oft auch zu unliebsamen Überraschungen.

6	PhotoScan			Elcovision 10		
	X	Y	h	X	Y	h
Schacht 3	0,75 cm	0,56 cm	1,84 cm	0,40 cm	0,60 cm	1,31 cm
Schacht 4	0,35 cm	1,72 cm	1,60 cm	0,51 cm	0,86 cm	1,30 cm
Schacht 5	0,72 cm	0,83 cm	0,54 cm	0,76 cm	1,28 cm	0,52 cm
Schacht 6	1,13 cm	1,94 cm	1,20 cm	1,06 cm	0,66 cm	1,25 cm
Schacht 7	0,90 cm	0,90 cm	1,25 cm	0,94 cm	1,12 cm	0,62 cm
Schacht 8	1,65 cm	0,58 cm	0,74 cm	0,80 cm	1,02 cm	0,92 cm



6 Abweichungen der Airborne-3D-Koordinaten von der Tachymetrischen Vermessung.

7 Start- und Landezone, Flugroute und Passpunkte an der A7.

8 Passpunkte.

Die bisher zum Einsatz gekommene Methode der konventionellen, tachymetrischen Vermessung für die Erfassung der Entwässerungsanlagen ist zeitaufwändig und aus Gründen der Verkehrssicherheit i.d.R. mit einer Einschränkung des fließenden Verkehrs verbunden. Der alternative Einsatz von großen Messflugzeugen ist dagegen kostenintensiv und führt nur bedingt zu den angestrebten Genauigkeiten. Angesichts der Möglichkeiten eines UAV entstand die Idee, zu zeigen, wie durch den Einsatz eines Flugroboters die Bestandsdokumentation im Straßenbau deutlich effektiver durchgeführt werden könnte.

Im Vorfeld der Flüge über den ca. 1 km langen Streckenabschnitt der A7 zwischen dem Autobahndreieck Allgäu und der Anschlussstelle Oy-Mittelberg bei Kempten hat Wolfgang Breubeck die erzielbare Genauigkeit bei der Anwendung des Hexakopter-Systems mit der Vermessung eines Gemeindestraßenabschnitts zwischen Leitershofen und Radegundis getestet. Der Vergleich der Luftbilddauswertung über zwei verschiedene Auswerteprogramme (Photoscan Agisoft, Elcovision) mit der terrestrischen Vermessung mittels Tachymeter zeigte, dass die erzielbaren Genauigkeiten bei der Aero-Vermessung im sehr guten Bereich (unterhalb von 2 cm) liegen (Abb. 6).

Für den auf die Erprobung an der Teststrecke nachfolgenden, ersten „offiziellen“ Flug einer Schwebplattform über einer bayerischen Autobahn am 11. Juni 2015 wurde eine sehr genaue Flugplanung durchgeführt (Abb. 7). Erstmals kam dabei ein Wegpunkt-Navigationsprogramm zum Einsatz, mittels dessen eine Flugroute am Rechner festgelegt und auf das Fluggerät übertragen werden kann. Der Hexakopter fliegt damit autonom den abgesteckten Kurs ab und bleibt an den vorgesehenen Positionen der Luftbilddaufnahmen für das Fotografieren in der Luft stehen.

Um die spätere photogrammetrische Entzerrung der Luftaufnahmen auf einen genauen Maßstab zu ermöglichen, wurden 14 Passpunkte entlang der Standstreifen der Autobahn in die Bankette gesetzt. Mit luftseitig gut sichtbaren Messmarken signalisiert, wurden danach deren 3D-Koordinaten über den Satellitenpositionierungsdienst der deutschen Landesvermessung (SAPOS) zentimetergenau eingemessen (Abb. 8). Die abschließende Auswertung von insgesamt 147 Luftbilddaufnahmen ermöglichte es nun, ein räumliches, georeferenziertes Modell berechnen zu lassen, in dem die Entwässerungseinrichtungen des beflogenen Streckenabschnitts der A7 zentimetergenau zu lokalisieren sind und in Lageplänen dargestellt werden können. Eingepflegt in eine relationale Datenbank (Applikation „Infrastruktur“ von STRATIS) stehen die gewonnenen Informationen über die Oberflächenentwässerung in Zukunft allen Nutzern an der Autobahndirektion Südbayern über einen einfachen Zugriff am Rechner zur Verfügung (Abb. 9).

Durch die festgestellte Genauigkeit der photogrammetrischen Vermessung ist es sogar möglich, die Oberflächengeometrie von Fahrbahnen (das für die Straßentwässerung so wichtige Längs- und Quergefälle) zu bestimmen und dieses in Höhenniveauplänen darzustellen (Abb. 10).

Fazit

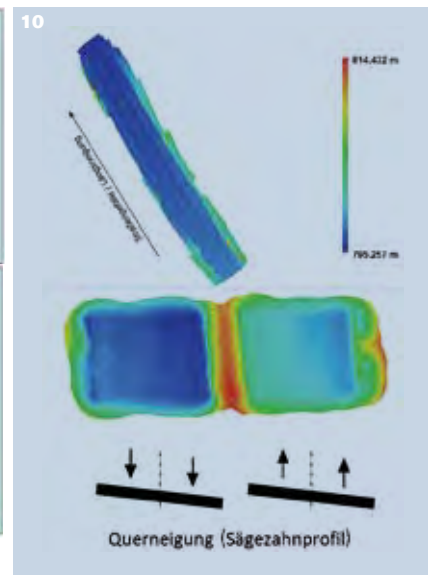
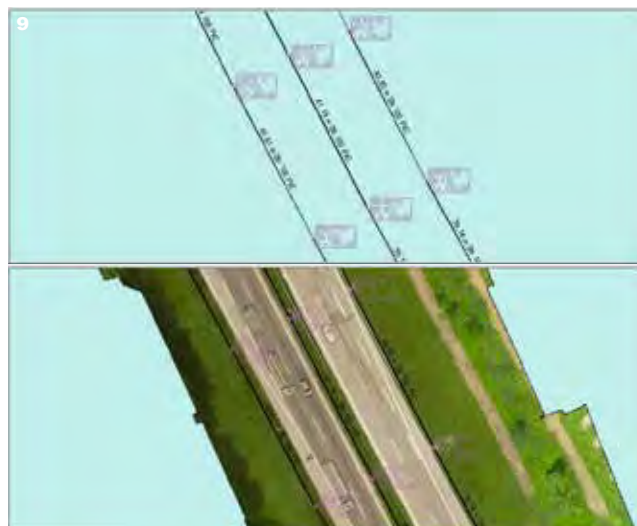
Die Ergebnisse dieser ersten Projekte haben die Praxistauglichkeit der Luftbildphotogrammetrie mit Hilfe eines UAV-Systems bewiesen und die vorhandenen Erwartungen übertroffen. Für die Zukunft ist vorgesehen, den Hexakopter HT-6 bei der thermographischen Erfassung von Gebäuden, Bauwerken aber auch von Photovoltaikflächen einzusetzen. Nach einer Modifikation könnte die Schwebplattform u.a. auch zur Entnahme von Proben aus Gewässern eingesetzt werden. <

LITERATUR

- 01 Projektarbeit „Motocross-Strecke Augsburg“ im SS 2015.
- 02 Masterarbeit „Aufbau und Anwendung eines unbemannten, luftgestützten Systems (OAV) zur Vermessung und Bilddatenerstellung im Bauwesen“ von Mathias Brechenmacher.
- 03 Masterarbeit „Entwicklung eines neuen Verfahrens zur Bestandsdatenerhebung und -verwaltung von Entwässerungseinrichtungen an Bundesautobahnen“ von Wolfgang Breubeck.

9 Auszug aus der Datenbank.

10 Höhenniveaupläne.



CyPhREE – Plattform für Kooperation und Monitoring

Industrial Internet, Monitoring und Smart Systems im Forschungs- und Lehrverbund

> Smart Grid, Smart Home, Industrie 4.0 und (Gebäude-) Monitoring sind verschiedene Aktivitäten, die an der Hochschule Augsburg mit einzelnen Projekten an Fakultäten im Hochtechnologiesektor und im Bereich Ressourceneffizienz durchgeführt wurden. Mit einem Verbundvorhaben werden diese Aktivitäten gebündelt und für Industrie- und Forschungsanwendungen gezielt zusammengestellt. Die Besonderheit dieses Programms ist, dass mit den entwickelten Basistechnologien über Teilprojekte eine stetige Weiterentwicklung erfolgt. Erfolgreich wurde ein Industrieprojekt („Living Walls“)

und ein Forschungsprogramm mit der Ulster University („Smart Environments“) in das neu begonnene Projekt integriert.

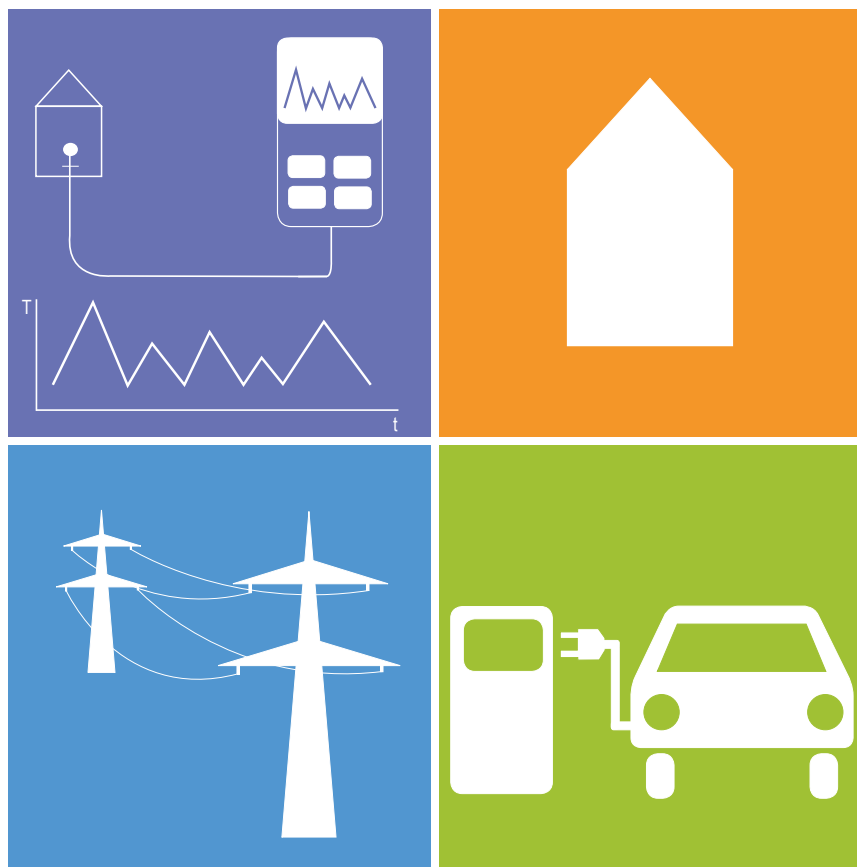
Projektgedanke – angewandte Wissenschaften als Verbundkonzept

CyPhREE steht für Cyber Physical (Objects for) Renewable Energies and Environment. Unter diesen Begriffen gibt es Hochtechnologie-Aktivitäten an der Hochschule Augsburg aus den Gebieten Ressourcen- und Energieeffizienz, des Industrial Internet und den

Ansätzen eines Smart Grids. Mehrere Fakultäten arbeiten in diesem Forschungsprojekt eng zusammen, um ein gemeinsames Ziel zu verwirklichen: Das intelligente Gebäude von morgen. Durch ein Verbundprogramm werden vorhandene Einzelbausteine zu einer weit entwickelten Wirkeinheit zusammengeschlossen. Grundgedanke ist es, Hochtechnologie erleb- und begreifbar sowie für Industriekooperationen stabil verfügbar zu machen. Dabei werden vorhandene Labore der Hochschule (Energie-Effizienz-Labor, Smart-Grid-Labor, Labor für Verteilte Systeme, Labor für Batteriespeicher) genutzt und gezielt für die neue Fragestellung erweitert. Studierende können seit dem Sommersemester 2015 auf eine breite Basis über die Fachgebietsgrenzen hinweg interdisziplinär arbeiten. Sie erweitern mit weiteren Teilprojekten die Projektbasis.

Systemkomponenten

Technologisch werden in dem Projekt derzeit Energieerzeugungsanlagen, Gebäudeeffizienz und Behaglichkeit unter einem Monitoringprogramm sowie eine informationstechnische Prozesssteuerung zu einem aktiven Zusammenwirken in Echtzeit zusammengeführt. Ein internetgestütztes Datenbanksystem, softwareagentenbasierte Datenverteilung und Aktorensteuerung sowie Messprogramme zu den Teilprojekten realisieren modular erweiterbar das Projekt. Ein Monitoringsystem für alle Beteiligten bildet die wissenschaftliche Basis für die erhobenen Messdaten. In einer Datenbank für Zeitreihen werden Messkanäle im Langzeitbetrieb hochaufgelöst erfasst und gespeichert. Unterschiedliche Signalfrequenzen werden synchronisiert und für die Zeitreihenanalyse aufbereitet. Neu hinzukommende Teilprojekte können durch die Verwendung von



transparenten Nachrichtenkanälen zu beliebigen Zeitpunkten hinzugefügt werden und so auf schon erhobene Daten als zusätzliche Datenbasis zurückgreifen.

Für die praktische Anwendung wurde ein Hörsaal mit einer Messanlage für Energieeffizienz ausgestattet. In Modulen werden nun die Bereiche Behaglichkeit, Heizen und Kühlen, der Stromlastgänge sowie Lüftung erfasst. Alle Daten können mittels thermischer Simulation in einer Simulationsumgebung eingespielt werden. Messungen werden so nachvollziehbar. Auswirkungen von Maßnahmen können rechnerisch erprobt werden. Industrieanwendungen

können damit vorab untersucht und Versuche kostengünstig vorbereitet werden. Erweitert wird die Messeinrichtung um die Tageslichtversorgung. (Projektparts: Prof. Dr.-Ing. Martin Bauer, Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Nowak, Michael Sedlmeier)

Eine eigene Wetterstation liefert die zu den Messprogrammen erforderlichen Daten. Sie sind mit den parallel erfassten Daten der Hochschul-Wetterdaten der Helmholtz-Gesellschaft in langen Zeitreihen zum Vergleich erfasst.



**PROF. DR.-ING.
MARTIN BAUER**

Hochschule Augsburg

Fakultät für Architektur
und Bauwesen

Tel. +49 821 5586-3112

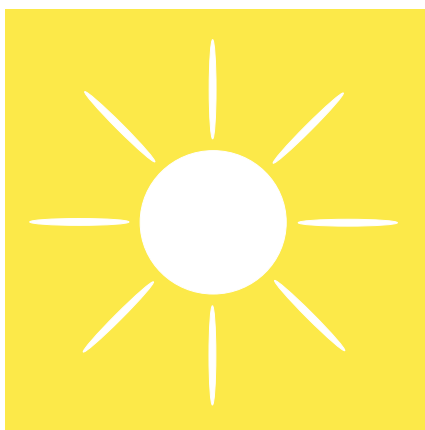
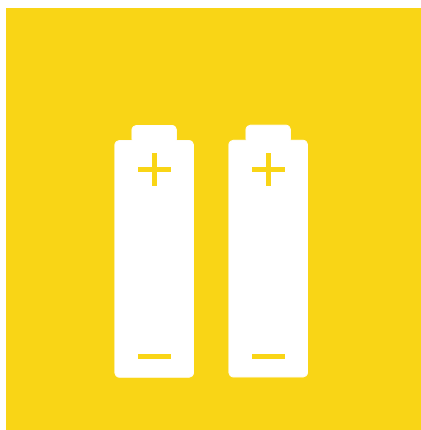
martin.bauer@hs-augsburg.de

Fachgebiete

- Tragwerkslehre
- Baukonstruktion
- Konstruktionsmethodik
- EnergieEffizienzDesign

**Wissenschaftliche
Projektbeteiligte**

- Prof. Dr.-Ing. Martin Bauer
- Prof. Dr. Fiorentino Valerio Conte
- Prof. Dr.-Ing. Werner Jäger
- Prof. Dr.-Ing. Ingo Heusler
- Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Nowak
- Prof. Dr.-Ing. Thorsten Schöler
- Prof. Dr.-Ing. Christine Schwaegerl
- Lucas Kögel
- Michael Sedlmaier Dipl.-Ing. (FH), M.Eng.



Aus den Laboren des Smart-Grid-Labors werden aktuell die Lastgangdaten der Kleinwindkraftanlage in Friedberg integriert. Ebenso integriert werden Lastgänge aus der Photovoltaik-Anlage, die auf dem Hochschulgelände installiert ist. Zusammen liefern sie in einer Zeitreihe Leistungsdaten für die Zufälligkeit von Lastgängen und Leistungsspitzen aus Erneuerbaren Energien in elektrischen Stromnetzen. (Projektpart: Prof. Dr.-Ing. Christine Schwaegerl)

Mittels Simulationen und projektspezifischen Batterietests beteiligt sich das im Aufbau befindliche Labor für Batteriespeicher. (Projektpart: Prof. Dr. Fiorentino Valerio Conte)

Industrial Internet

Im Rahmen des CyPhREE-Projekts wurde ein cyber-physikalisches System entworfen, das autonom arbeitende Softwareagenten nutzt. Das System wird zum Empfang von Informationen von Sensoren und zur Ansprache von Aktoren des Gebäudes genutzt. Für die Interaktion mit der physikalischen Welt über Sensoren und Aktoren verwendet das System das Message Queue Telemetry Transport (MQTT)-Protokoll,

welches von IBM für eine leichtgewichtige Übertragung von Nachrichten zwischen Maschinen entwickelt wurde. Beispielsweise ist ein Softwareagent für die Kommunikation mit den Sensoren und Aktoren zuständig (MQTT-Agent), ein CEP-Agent führt die Verarbeitung der Ereignisse durch (CEP = Complex Event Processing). Weitere Agenten regeln die Ansprache von Aktoren bzw. die konkrete Auslösung von Ereignissen über Operatoren (Operator-Agent). Hierbei kommunizieren die Agenten untereinander und arbeiten zusammen. (Projektpart: Prof. Dr.-Ing. Thorsten Schöler, Lucas Kögel)

Industriekooperation

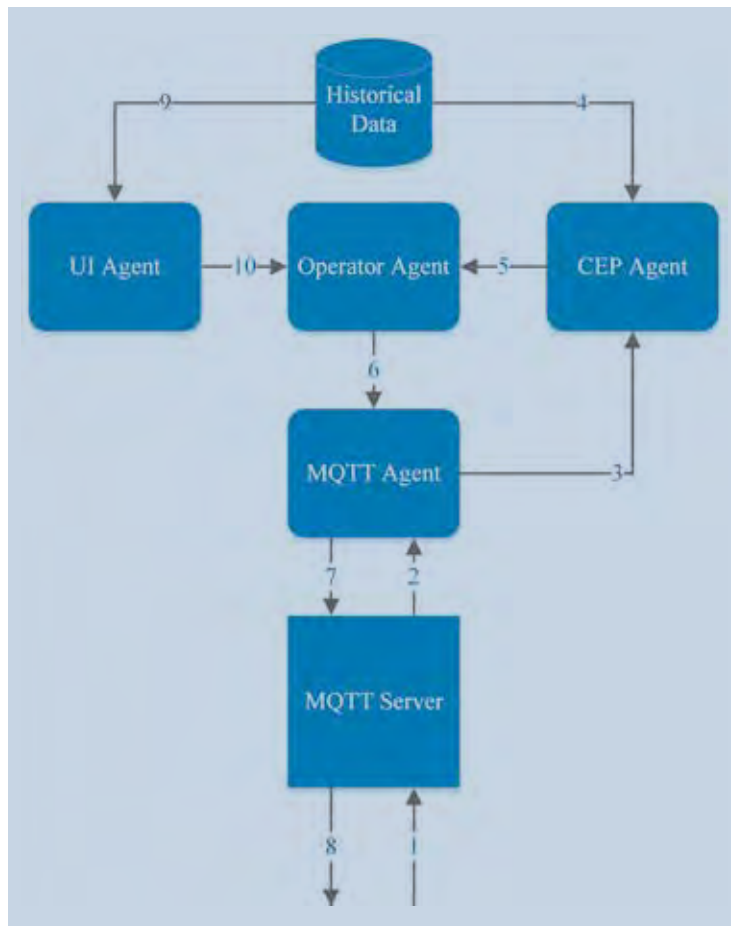
Begrünte Fassaden verändern die klimatischen Bedingungen und damit die Wirkungsweise der dahinter angeordneten Konstruktion. In Kooperation mit einem Fassadensystemhaus und einer namhaften Ingenieurgesellschaft kann ein erstes Industrieforschungsprojekt im Projekt integriert werden. Verschiedene Fassadenpaneele bilden mit unterschiedlichen Begrünungstypen sowie Referenzmessungen mit konventioneller Fassadentechnologie den Forschungs- und Entwicklungsgegenstand.

Für das Programm ist nur eine Sensorik für die spezielle Forschungsfrage zu beschaffen. Die gesamte Messinfrastruktur kann aus dem CyPhREE-Projekt bereitgestellt werden.

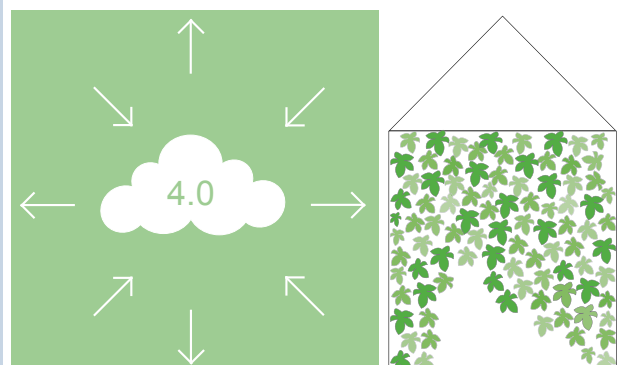
Forschungskooperation

Ein wichtiges Anliegen der Informatik ist es, neue Algorithmen und Datenstrukturen jeweils auch in konkreten Anwendungen umzusetzen. CyPhREE erlaubt es, aktuelle Technologien aus den Bereichen Verteilte Intelligente Systeme, Datenstrommanagement und BigData einzusetzen. Diese Themen werden aktuell von großen IT-Firmen wie Google, Apple, Microsoft oder SAP erforscht und in verschiedenen Anwendungsbereichen umgesetzt.

Innerhalb des Projekts wird auch der Austausch mit internationalen Hochschulpartnern vorangetrieben. Mit der Ulster University in Nordirland wurde ein langjähriger Partner der Hochschule Augsburg dazu gewonnen, Algorithmen zur Auswertung von Messdaten im Gebäude einzusetzen und somit Mehrwerte auch im Forschungsbereich durch Zusammenführung von Aktivitäten zu erreichen. <



Cyber-physikalisches System greift auf autonom arbeitende Softwareagenten zu.



Forschungsprojekt LINDA gestartet

Wiederversorgung nach großflächigen Stromausfällen

> **Im Rahmen des Forschungsprojekts LINDA „Lokale Inselnetzversorgung und beschleunigter Netzwiederaufbau mit dezentralen Erzeugungsanlagen bei großflächigen Stromausfällen“ beschäftigt sich das Team um Prof. Dr.-Ing. Michael Finkel mit der Konzeption eines stabilen Inselnetzbetriebs mit Erzeugungs- und selektiven Lastmanagement für den Fall eines lang andauernden Stromausfalls im übergeordneten Netz.**

Die Analysen des Büros für Technikfolgenabschätzung beim deutschen Bundestag zeigen, dass die Folgen eines langandauernden und großflächigen Stromausfalls einer nationalen Katastrophe nahekommen könnten. Durch den Einsatz dezentraler Energieversorgungsanlagen (Wasserkraft, Wind, Biomasse, PV, etc.) in Inselnetzen könnte zumindest für sensible Verbraucher ein deutlich verbessertes Versorgungsniveau erreicht werden. Derartige Konzepte sind bisher noch nicht erforscht worden.

PROJEKTRÄGER

Das Forschungsprojekt LINDA wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie für drei Jahre mit einer Summe von 242.678 € gefördert (gesamtes Projektvolumen: 1,96 Mio. €).

Ziel des Projektes ist es, ein allgemeines, über alle Spannungsebenen skalierbares Konzept zu entwickeln, welches einen stabilen Inselnetzbetrieb zusammen mit dem vorhandenen Mix von dezentralen Erzeugungsanlagen ermöglicht. Hieraus ergeben sich drei zentrale Forschungsthemen:

- Konzeption und Betriebsführung von Inselnetzen mit dezentralen Energieversorgungsanlagen und Energiespeichern sowie selektiver Versorgung sensibler Verbraucher.
- Schnelle, möglichst unterbrechungsfreie, automatische Integration von dezentralen Inselnetzen in das übergeordnete Netz, nachdem dieses wieder verfügbar ist.
- Weiterentwicklung der Betriebsanlagen, der dezentralen Erzeugungsanlagen (Wasserkraftwerke, Biomassekraftwerke, PV Anlagen, Stromspeicher ...), der Schutzsysteme und Netzleittechnik, um den besonderen Anforderungen beim Inselnetzbetrieb und der Reintegration in das übergeordnete Netz zu genügen.

Dieser Lösungsvorschlag soll in Feldversuchen exemplarisch erprobt werden.

Forschungsziele der Hochschule Augsburg

1. Konzeption eines stabilen Inselnetzbetriebs bei Ausfall des übergeordneten Netzes
2. Systemkonzept: Lastmanagement für Inselnetzbetrieb
3. Erprobung der Inselnetzkonzepte im Netzbezirk Feldheim
4. Erstellung verallgemeinerter System- und Notfallkonzepte
5. Analyse übergreifender Fragestellungen <



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

Hochschule Augsburg
Fakultät für Elektrotechnik
Tel. +49 821 5586-3366
michael.finkel@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- Zukunftsfähige Marktmodelle der Energiewirtschaft
- Planung und Optimierung von Verteilnetzen
- Lokale Inselnetzversorgung mit DEA

Projektbeteiligte

- Christoph Steinhart M.Eng. Kooperative Promotion Hochschule Augsburg (Prof. Dr.-Ing. Michael Finkel MBA) und TU München (Prof. Dr.-Ing. Rolf Witzmann)
- Michael Fischer B.Eng. Masterstudent im Studiengang „Master of Applied Research in Engineering Sciences“

Sowie:

- Bayerische Elektrizitätswerke GmbH, Augsburg
- LEW Verteilnetz GmbH, Augsburg
- marquis Automatisierungstechnik GmbH, Herbrechtingen
- MTU Onsite Energy, Augsburg
- PSI AG, Aschaffenburg
- Stellba Hydro GmbH & Co. KG, Herbrechtingen



**Wirtschafts-
wissenschaften**

777

777



777

77777

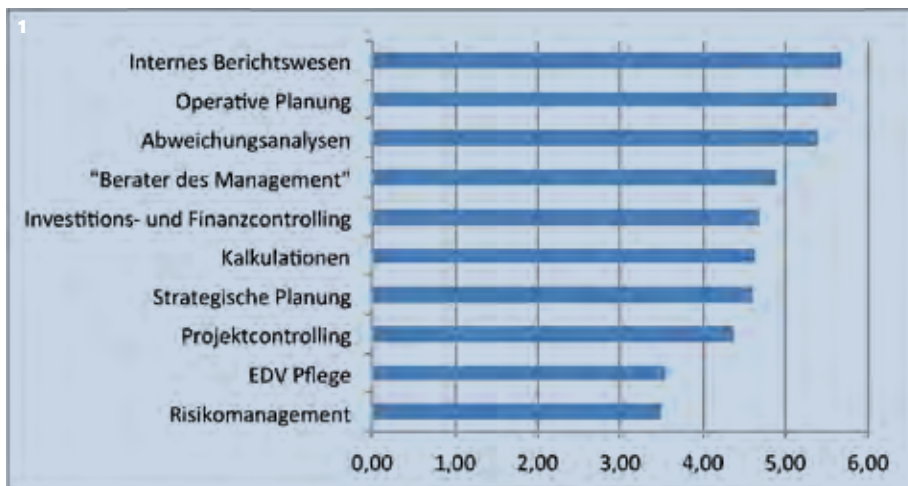
Finanzkrise versus Controlling

Auswirkungen der Finanzmarktkrise auf deutsche Unternehmen

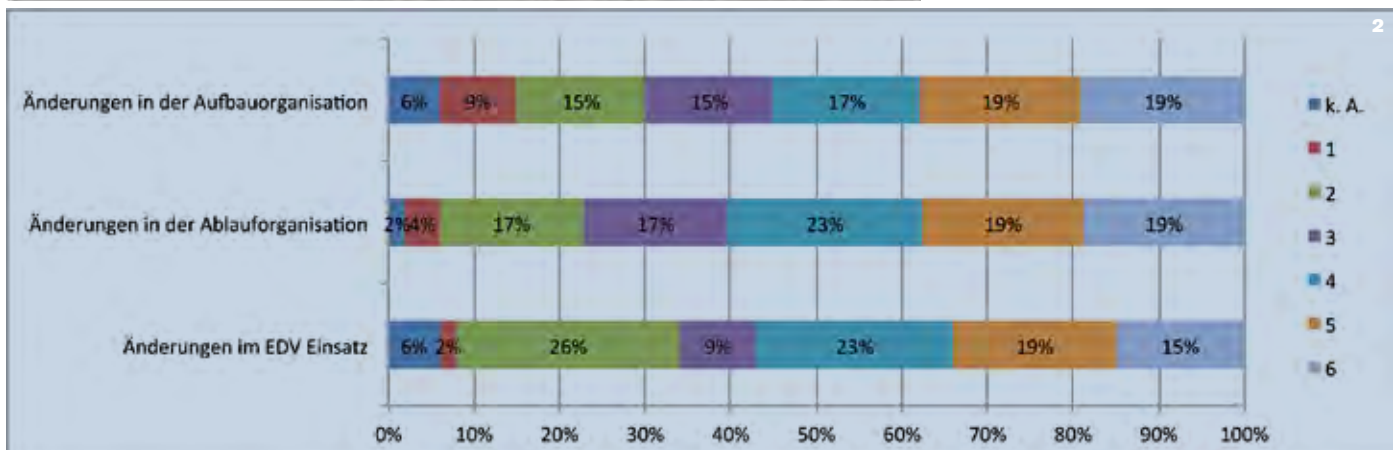
> Als sich 2008 die Finanzmarktkrise ausbreitete, war zu erwarten, dass nur wenig wieder so sein würde wie vorher. Von Entscheidern in Unternehmen wurde immer wieder betont, dass man „auf Sicht“ steuere. Behutsames, reaktionsschnelles Führen durch das krisenbedingt turbulente Fahrwasser stand im Vordergrund. Etablierte Steuerungssysteme wurden ausgesetzt und Controller entdeckten in vielen Unternehmen die Notwendigkeit einer an der Liquidität orientierten Steuerung.

Und heute? Viele Unternehmen haben sich aus der Krise heraus sehr gut entwickelt. Sowohl weltweit agierende Großunternehmen als auch Mittelständler können auf zumeist mehrere erfolgreiche Geschäftsjahre zurückblicken. Der abrupten Krise folgte in vielen Fällen eine Phase des forcierten Wachstums.

Dieser Beitrag gibt einen Überblick über den aktuellen Stand des Controlling in deutschen Unternehmen sowie über die Anpassungen, die innerhalb der letzten fünf Jahre aufgrund der Finanz- und Wirtschaftskrise vorgenommen worden sind. Auf der Basis einer empirischen Unternehmensbefragung wird gezeigt, dass die Krisen- und Wachstumsphase der letzten Jahre deutliche Spuren in der Unternehmenssteuerung hinterlassen haben.



- 1** Änderungen in der Controlling-Organisation (1 = geringe Änderungen bis 6 = sehr große Änderungen).
- 2** Bedeutung der Controlling-Aufgaben (1 = keine Bedeutung bis 6 = sehr große Bedeutung).





**PROF. DR.
GEORG ERDMANN**

Hochschule Augsburg
Fakultät für Wirtschaft
Tel. +49 821 5586-2983
georg.erdmann@hs-augsburg.de

Fachgebiete

- Finanzen
- Controlling

Die Befragung erfolgte strukturiert nach den Bereichen Organisation, Aufgaben, Instrumente des Controllings sowie den Anforderungen an Controller selbst. Dabei wurde neben der jeweiligen Unternehmenssicht auch die persönliche Meinung der Experten abgefragt, um sowohl ein unternehmensspezifisches als auch ein individuelles Bild zu haben.

Befragte Unternehmen

Zur Teilnahme eingeladen waren ausgewählte Unternehmer, Führungskräfte und Fachspezialisten aus dem Bereich Controlling. 100 Personen wurden individuell angeschrieben, 53 Fragebogen vollständig ausgefüllt. Die Befragungsergebnisse wurden anonym erfasst.

Die 53 teilnehmenden Unternehmen haben einen Umsatz zwischen 1 Mio. € und 78 Mrd. €. Die Verteilung zwischen dem niedrigsten und dem höchsten Wert dieser Extrempunkte ist dabei gleichmäßig, es gibt eine kontinuierliche Bandbreite der Unternehmen. Der Durchschnittsumsatz liegt bei 5.290 Mio. €, der Median bei 160 Mio. €. Von den 53 Unternehmen zählen 19 Unternehmen zur Gruppe der Industrieunternehmen, 13 bieten Finanzdienstleistungen und zehn Unternehmen bieten sonstige Dienstleistungen an.

Mit der großen Bandbreite und der kontinuierlichen Verteilung wurde gewährleistet, dass innerhalb der Umfrage die gesamte Breite der Controllertätigkeit in deutschsprachigen Unternehmen abgedeckt ist. Das Spektrum der Untersuchung reichte somit von der kleinen eigentümergeführten Unternehmensberatung bis zum weltweit tätigen, börsennotierten Industriekonzern.

Ergebnisse der Befragung

Controlling-Organisation

- Controlling-Organisationen entwickeln sich den individuellen und situativen Anforderungen der Unternehmen (Branche, Wachstum & Krise etc.) entsprechend. Es lassen sich allerdings keine Muster erkennen, dass in bestimmten Branchen besonders starke Anpassungen vorgenommen wurden.
- Die Daten zeigen, dass mit zunehmender Unternehmensgröße das Controlling in den Unternehmen an Gewicht gewinnt. Dies ist plausibel, wenn man davon ausgeht, dass mit zunehmender Größe die Komplexität und die Transparenzanforderungen in den Unternehmen steigen. Das Controlling sichert hier die Führbarkeit der Unternehmen.
- Als Folge der Finanzmarktkrise hat die Mehrzahl der Unternehmen z. T. erhebliche organisatorische Anpassungen im Controlling vorgenommen. Die erhobenen Daten sprechen dafür, dass sich die Krise und das anschließende starke Wachstum in den Unternehmen stark auf das Controlling (-selbst)verständnis ausgewirkt haben.
- Die Anpassungen in den Strukturen und Prozessen im Controlling haben zu entsprechenden Anpassungen in den EDV Systemen geführt.

Die Mehrzahl der Unternehmen hat klare Anpassungen in der Organisation und in den Prozessen des Controlling vorgenommen.

Controlling-Aufgaben

- Sowohl aus Unternehmenssicht als auch nach der persönlichen Einschätzung der Befragten zählen zu den zentralen Controlling-Aufgaben die „Klassiker“ internes Berichtswesen, operative Planung und das Feld der Abweichungsanalysen.
- Innerhalb der Controlling-Aufgaben hat die Bedeutung der Aufgabe „Berater des Managements“ am stärksten zugenommen. Dieser seit einigen Jahren von der Controlling-Forschung postulierten Aufgabe wird nun auch in der Praxis ein hoher Stellenwert beigemessen. Dem Risikomanagement kommt hingegen die geringste Bedeutung zu, es rangiert am Ende der Einschätzung.
- Unternehmen erwarten von ihrem Controlling einen strukturierten, in die Zukunft gerichteten, schnellen und inhaltlich sowohl Ergebnisentwicklungen als auch Zahlungsströme berücksichtigenden Managementimpuls. Controller werden damit zu internen Beratern, nicht nur des Top-Managements.

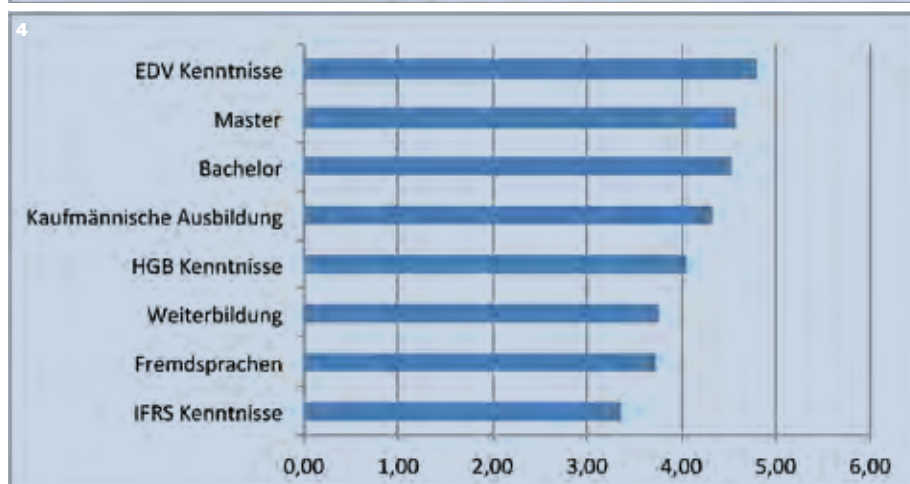
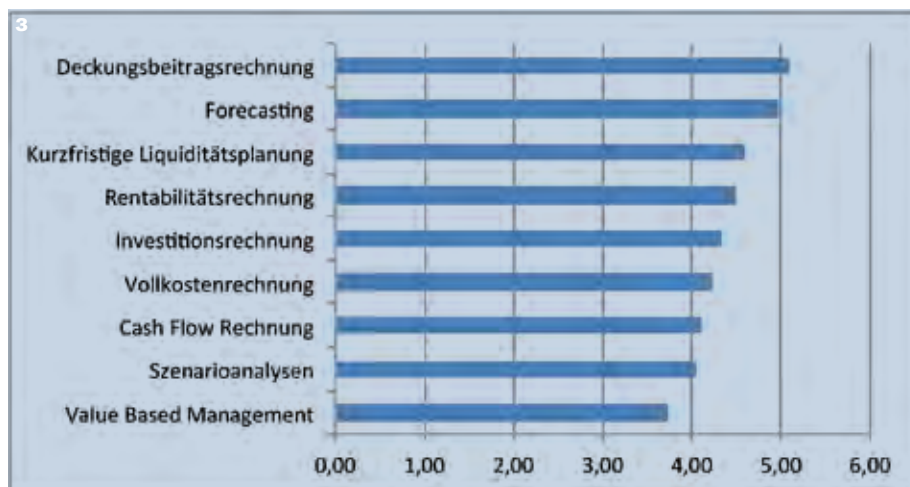
Controlling-Instrumente

- Das Forecasting ist ein wesentliches Instrument des Controlling. Die Bedeutung des Forecasting hat in der Wahrnehmung der Befragten am stärksten zugenommen. Dies deckt sich mit dem dargestellten Selbstverständnis des Controlling als Berater des Management.
- Die kurzfristige Liquiditätsplanung ist zum Aufgabengebiet des Controlling geworden. Sie ist eines der Kerninstrumente im Controlling und würde traditionell eher innerhalb der Finanzabteilung erwartet werden. Dies hängt sicherlich mit der stark an der Liquidität orientierten Steuerung in der akuten Krisenphase der Jahre 2009 und 2010 zusammen.
- Das Value Based Management wurde in der turbulenten Marktphase nicht zum zentralen Instrument in der Unternehmenssteuerung. Zu Beginn der Krise wurde vermutet, dass sich Instrumente des Value Based Management stärker in der Steuerung von Unternehmen etablieren würden. Die Untersuchungsergebnisse zeigen dies jedoch nicht.

- Forecasting in Verbindung mit den Instrumenten Deckungsbeitragsrechnung, kurzfristige Liquiditätsplanung und Szenarioanalyse ergeben ein zukunftsgerichtetes Instrumentenbündel, das sowohl auf die Steuerung von Ergebnisentwicklungen als auch von Zahlungsströmen abzielt.

Anforderungen an Controller

- EDV Kenntnisse und eine solide kaufmännische Ausbildung zählen zu den wichtigsten fachlichen Anforderung an Controller.
- Die Wertigkeit eines Studienabschlusses ist gleich hoch, d. h. aus Sicht der Unternehmen ist ein Masterabschluss keine zusätzliche Qualifizierungsebene für das Controlling.
- Controller müssen heute analytische Fähigkeiten entwickeln, um in komplexen und zum Teil turbulenten Entwicklungen schnell Transparenz herzustellen. Von Controllern wird zudem erwartet, dass sie in der Lage sind, ihre gewonnen Erkenntnisse passend zu kommunizieren. Nur so kann der Controller dem Rollenbild des internen Beraters gerecht werden.



3 Bedeutung der Controlling-Instrumente (1 = keine Bedeutung bis 6 = sehr große Bedeutung).

4 Fachliche Anforderungen an Controller (1 = keine Anforderung bis 6 = sehr hohe Anforderung).

Fazit

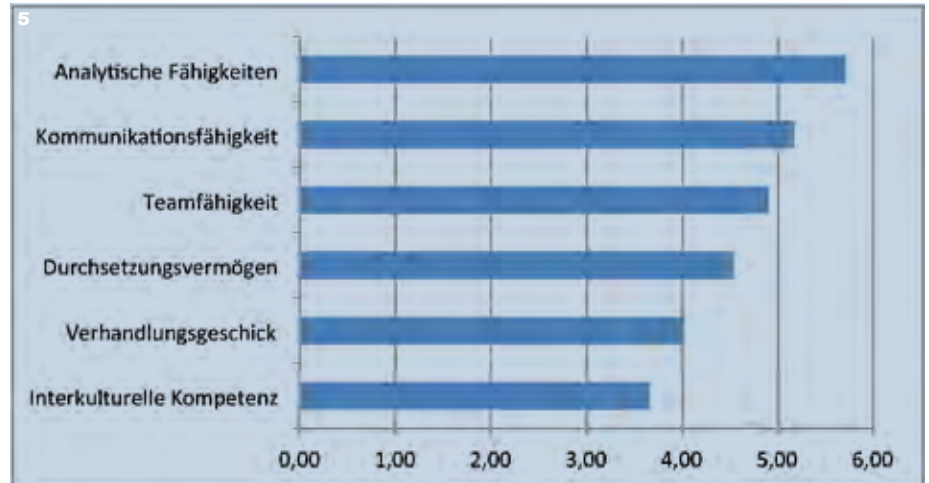
Als Folge der Finanzmarktkrise und der anschließenden turbulenten Marktphase hat die Mehrzahl der befragten Unternehmen nennenswerte und z. T. erhebliche Anpassungen in der Organisation des Controlling sowie in den Controlling-Prozessen vorgenommen. Das Risikomanagement

wird trotz der Erfahrungen aus der Krise nicht als Gegenstand des Controlling bzw. der Unternehmenssteuerung gesehen.

Dagegen hat das Thema Forecasting in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen. Ebenso die Intensität der Interaktion zwischen Unternehmens-

führung und Controlling. Controllern kommt somit zunehmend die Aufgabe des internen Beraters des Managements in Fragen der Steuerung der Ergebnisentwicklung und der Zahlungsströme zu. <

5 Persönliche Anforderungen an Controller (1 = keine Anforderung bis 6 = sehr hohe Anforderung).



Pioneering new technologies
Pioneering new technologies

Aufbrechen in die faszinierende Welt der Mikro- und Leistungselektronik

z. B. als Elektrotechniker/-in, Informatiker/-in, Physiker/-in, Produkt Manager/-in, Mikrosystemtechniker/-in oder Mechatroniker/-in für die Bereiche Fertigung, Projektmanagement und Entwicklung.

Sie haben die Möglichkeit Praktika zu absolvieren. Wir unterstützen Sie auch gerne bei Ihrer Diplomarbeit. Außerdem bieten wir das duale Studium an.

Sensor-Technik Wiedemann GmbH · Am Bärenwald 6 · 87600 Kaufbeuren
Telefon: +49 8341 9505-0 · Telefax: +49 8341 9505-55 · www.sensor-technik.de
Personalabteilung · bewerbung@sensor-technik.de

STW[®]
30
JAHRE
Sensor-Technik Wiedemann GmbH
Mobil-Steuerungen und Messtechnik

Beschäftigungswachstum im Umweltschutzsektor

Die Bedeutung von Innovationen und Agglomerationseffekte

> Der Umweltschutzsektor verspricht einen doppelten Nutzen: Seine Güter und Dienstleistungen sollen dazu beitragen, ökologische Herausforderungen zu bewältigen und gleichzeitig neue Arbeitsplätze zu schaffen. Ob dies wirklich der Fall ist, ist bislang jedoch noch nicht eindeutig nachgewiesen worden. Im Rahmen des Forschungsprojekts wird untersucht, ob das Beschäftigungswachstum in „grünen“ Betrieben tatsächlich höher ist als in anderen Betrieben. Darüber hinaus werden die Determinanten der Arbeitskräftenachfrage im Umweltschutzsektor analysiert. Die deskriptiven Ergebnisse zeigen, dass der Umweltschutzsektor durch ein überproportionales Beschäftigungswachstum gekennzeichnet ist. Eine ökonometrische Analyse auf der Basis eines verallgemeinerten, linearen gemischten Modells und einer Instrumentenschätzung zeigt, dass insbesondere Innovationen und Agglomerationseffekte das Beschäftigungswachstum in Umweltschutzbetrieben fördern.

Umweltschutzgüter und -dienstleistungen sollen dazu beitragen, Umweltschädigungen bzw. den Energieverbrauch zu verringern. Auf der Basis der Daten des IAB-Betriebspanels wies der deutsche Umweltschutzsektor im Jahre 2012 ca. 1.47 Millionen Beschäftigte auf (Tabelle 1). Davon sind ungefähr zwei Drittel mit der Erstellung von Dienstleistungen beschäftigt.

Eine genauere Aufgliederung nach Umweltbereichen zeigt die hohe Bedeutung des Klimaschutzes und der erneuerbaren Energien (35 %, Tabelle 2). Danach folgt der Bereich Abfallwirtschaft und Recycling (19 %), der allerdings von 2009 bis 2012 nur ein geringes Beschäftigungswachstum aufwies (0,6 %). Im Vergleich zu Betrieben, die keine Umweltschutzgüter bzw. -dienstleistungen erstellen, war die Beschäftigungsdynamik des Umweltschutzsektors insgesamt von 2009 bis 2012 mit 4,7 % gegenüber 4,2 % leicht höher. Die Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Umweltbereichen sind jedoch erheblich. So wuchs die Beschäftigung in den Bereichen „Altlastensanierung Bodenschutz“ (16,8 %), „Analytik, Beratung und Projektierung“ (16,3 %) sowie „Umweltforschung und -entwicklung, -überwachung“ (14 %) in überproportionaler

Weise. Das Beschäftigungswachstum bei den erneuerbaren Energien (6,2 %) war zwar immer noch höher als das der übrigen Betriebe, wurde aber u.a. durch die Krise in der deutschen Solarindustrie gedämpft.

Für die Analyse der Ursachen des Beschäftigungswachstums wurden unterschiedliche Datenquellen kombiniert. Das Betriebspanel und das Betriebshistorikpanel des IAB wurden mit regionalen Daten auf der Ebene von Kreisen und kreisfreien Städten verknüpft. Das IAB-Betriebspanel enthielt im Jahre 2012 eine detaillierte Frage zum Umweltschutzsektor in Deutschland. Etwa 15 % (2.352 Betriebe) aller Betriebe in der Stichprobe des Jahres 2012 boten Umweltschutzgüter und -dienstleistungen an. Eine Kombination der Betriebspanelwellen von 2009 und 2012 erlaubt eine Analyse des Beschäftigungswachstums für diesen Zeitraum. Für die ökonometrische Schätzung der

UMWELTSCHUTZSEKTOR	BESCHÄFTIGTE 2012	
	ANZAHL	ANTEIL IN %
Umweltschutzgüter	520516	35,5
Umweltschutzdienstleistungen	945165	64,5
Insgesamt	1465682	100,0

Tabelle 1: Beschäftigung im Umweltsektor im Jahre 2012



PROF. DR. JENS HORBACH

Hochschule Augsburg
 Fakultät für Wirtschaft
 Tel. +49 821 5586-2908
 jens.horbach@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- Umweltökonomie
- Arbeitsmärkte

Arbeitsnachfrage wurden die folgenden Determinanten berücksichtigt: Die Produktnachfrage als einer der wichtigsten Treiber der Arbeitsnachfrage; die Exportanteile, um den Einfluss des Welthandels zu berücksichtigen sowie der Einfluss von Innovationsaktivitäten auf die Beschäftigung. Darüber hinaus wurde die Bedeutung der Lohnentwicklung einbezogen. Da unterschiedliche Umweltbereiche eine sehr differenzierte Beschäftigungsentwicklung aufweisen (Tabelle 2), wurde dieser Sachverhalt auch in der Schätzgleichung für die Arbeitsnachfrage berücksichtigt. Darüber hinaus wurde analysiert, welche Rolle Agglomerationseffekte für die Entwicklung des Umweltschutzsektors spielen.

Die ökonometrischen Ergebnisse zeigen, dass besonders innovative Umweltbereiche wie Mess-, Analyse- und Regeltechnik, Analytik, Beratung und Projektierung sowie Umweltforschung und -entwicklung im Vergleich zu nicht umweltbezogenen, aber ebenfalls innovativen Betrieben, eine überdurchschnittlich gute Beschäftigungsentwicklung von 2009 bis 2012 aufwiesen. Die Produktnachfrage sowie Agglomerationseffekte sind positiv mit der Beschäftigungsnachfrage korreliert, während ein hoher Wettbewerbsdruck sich negativ auf das Beschäftigungswachstum auswirkt. Im Vergleich zu den übrigen Betrieben spielen Agglomerationseffekte für den Umweltschutzsektor offenbar eine quantitativ wichtigere Rolle.

UMWELTECHNOLOGIEBEREICH	VERTEILUNG DER BESCHÄFTIGTEN IM JAHRE 2012, IN %	BESCHÄFTIGUNGSWACHSTUM VON 2009 BIS 2012, IN %
Gewässerverschmutzung, Abwasserbehandlung	12,3	2,7
Abfallwirtschaft, Recycling	19,0	0,6
Luftreinhaltung	3,8	12,0
Klimaschutz, erneuerbare Energien, Einsparung von Energie	35,2	6,2
Lärmbekämpfung	4,5	6,1
Altlastensanierung Bodenschutz	1,6	16,8
Naturschutz und Landschaftspflege	9,7	1,2
Mess-, Analyse- und Regeltechnik	3,9	9,5
Analytik, Beratung und Projektierung	2,9	16,3
Umweltforschung und -entwicklung, -überwachung	2,0	14,0
Sonstige Umweltbereiche	5,1	11,7
Alle Umweltbereiche	100,0	4,7
Übrige Betriebe ohne Umweltschutzgüter	-	4,2

Tabelle 2: Umweltschutzbeschäftigte nach Technologiebereichen und Beschäftigungswachstum

Quelle: IAB-Betriebspanel 2012, eigene Berechnungen.

Der ausführliche Beitrag wird bei einer internationalen Zeitschrift mit Peer-Review-Verfahren eingereicht. Die Ergebnisse des Forschungsprojekts wurden auf den folgenden Veranstaltungen vorgestellt:

- 24. Februar 2015: Seminar der Gesellschaft für Regionalforschung in Innsbruck
- 25. Juni 2015: 21. Jahreskonferenz der European Association of Environmental and Resource Economists in Helsinki, 24.–27. Juni 2015 <

LITERATUR

- 01 Horbach, Jens, Janser, Markus (2015): The Role of Innovation and Agglomeration for Employment Growth in the Environmental Sector, IAB-Discussion Paper 16/2015, Nürnberg <http://doku.iab.de/discussionpapers/2015/dp1615.pdf>.

ARTIKEL IN REFERIERTEN ZEITSCHRIFTEN

- 01 Rennings, Klaus, Horbach, Jens, Rammer, Christian (2014): Determinanten und Wirkungen von Umweltinnovationen in verschiedenen Anwendungsfeldern – eine Analyse auf Unternehmensebene. In: Wirtschaftspolitische Blätter 2/2014, 357-373
- 02 Horbach, Jens (2015): The role of environmental policy for eco-innovation: Theoretical back-ground and empirical results for different countries. In: Crespi, Francesco, Quatraro, Francesco (eds.) (2015): The Economics of Knowledge, Innovation and Systemic Technology Policy, Routledge, Oxford, New York
- 03 Horbach, Jens (2015): Empirical Determinants of Eco-innovation in European Countries using the Community Innovation Survey. In: Environmental Innovation and Societal Transitions (forthcoming)
- 04 Horbach, Jens (2015): Regulation, innovation in green technologies and employment. Does regulation-induced eco-innovation lead to positive employment effects? IZA World of Labor (in revision)

WEITERE PUBLIKATIONEN

- 01 Horbach, Jens, Janser, Markus (2015): The Role of Innovation and Agglomeration for Employment Growth in the Environmental Sector, IAB-Discussion Paper 16/2015 <http://doku.iab.de/discussionpapers/2015/dp1615.pdf>
- 02 Horbach, Jens, Rennings, Klaus, Sommerfeld, Katrin (2015): Circular Economy and Employment, Gutachten im Auftrag des Zentrums für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim, https://sunstiftungsfonds.files.wordpress.com/2015/06/ce_employment_13052015.pdf

Entgeltoptimierung – mehr Netto vom Brutto

Gestaltungsmöglichkeiten bei der Gehaltsabrechnung

> Die Positionierung von Unternehmen als attraktiver Arbeitgeber ist in Zeiten immer knapper werdender Personalressourcen von elementarer Bedeutung. Andererseits müssen Lohnkosten und insbesondere Lohnzusatzkosten zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit in engen Grenzen gehalten werden. Daher finden sich in der Unternehmenspraxis mannigfaltige Ansätze zur Nettoentgeltoptimierung (NEO) bei der Gehaltsabrechnung. Der Gesamtlohnanspruch des Mitarbeiters besteht hierbei in unveränderter Höhe weiter, es sinkt nur der zu versteuernde und zu verbeitragende Teil des Lohns – eine Win-Win Situation für Arbeitgeber und Arbeitnehmer.

„Mehr Netto vom Brutto“ – unter diesem Leitziel analysierten 15 Studierende im Rahmen eines Steuerprojekts die verschiedenen Gestaltungsmöglichkeiten zur Entgeltoptimierung. Im ersten Schritt wurden mit einer Internetrecherche die praktisch zu findenden Lösungsansätze zur Optimierung gesammelt und eine nahezu unüberschaubare Zahl von steuerbegünstigten Lohnkomponenten wurde im Rahmen des Projektes zusammengetragen: Die Ansätze reichen dabei von A wie Altersversorgung über B wie Benzingutschein, Erholungsbeihilfen und Gesundheitsförderung, Job-Ticket und Kinderbetreuung bis zur Pkw-Werbeflächenvermietung.



PROF. DR. HANS HERRLER

Hochschule Augsburg
Fakultät für Wirtschaft
Tel. +49 821 5586-2904
hans.herrler@hs-augsburg.de

Forschungsschwerpunkt

- Ertrags- und Unternehmenssteuern

STRUKTUR DER BEGÜNSTIGTEN LOHNKOMPONENTEN

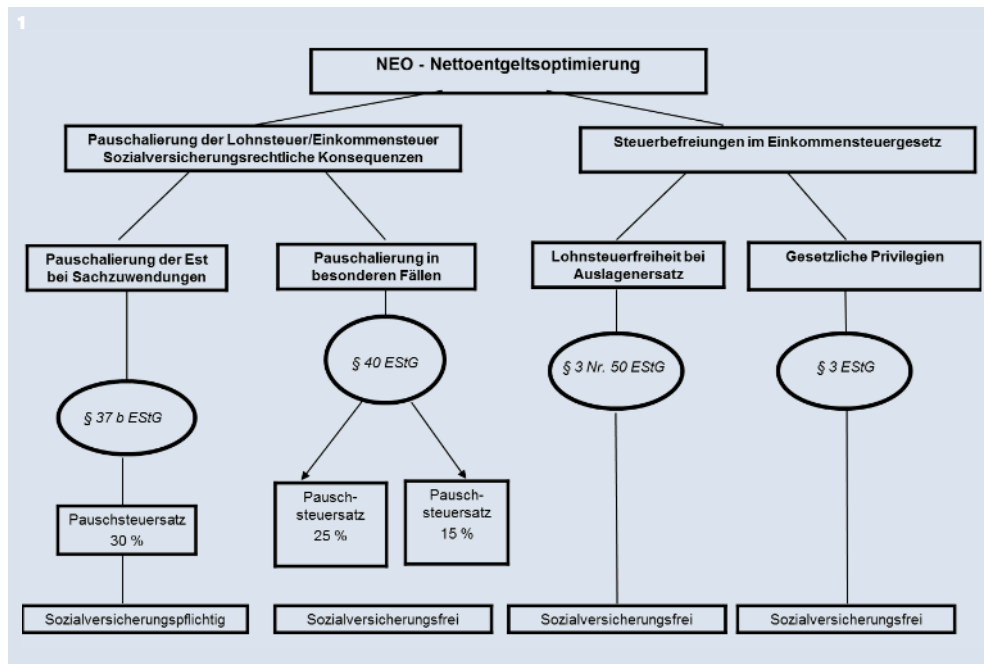
Fahrtkosten	EDV	Gesundheit/Familie/Beruf
Firmenwagen Werbeflächenvermietungen Fahrtkostenerstattung Job-Ticket Benzingutschein	EDV-Geräte ▪ Überlassung ▪ Übereinigung Telefonkostenersatz	Gesundheitsförderung Erholungsbeihilfe Kinderbetreuung Zuschläge/Zulagen Umzugskosten Fortbildung
Mahlzeit	Betriebsveranstaltungen/ Geschenke	Altersvorsorge
Kantinenessen Barzuschüsse Auswärtstätigkeit	Aufmerksamkeiten Mitarbeiterabbatt Betriebsveranstaltungen/ Feiern	Direktversicherung Pensionskasse Pensionsfonds Unterstützungskasse

Ziel war es, die gesammelten Lösungsvorschläge auf ihre steuerrechtliche und sozialversicherungsrechtliche Haltbarkeit hin zu überprüfen und die Lösungsansätze zu systematisieren. Dieses Ergebnis ist in Abbildung 1 zusammengefasst.

Struktur der begünstigten Lohnkomponenten

Im zweiten Schritt musste geklärt werden, wie und warum es zu den Begünstigungen bei der Lohn- und Gehaltsabrechnung kommt. Hier zeigt sich, dass steuerrechtliche und sozialversicherungsrechtliche Bestimmungen in Kombination genutzt werden: Während steuerrechtlich die Vorteile der Steuerbefreiung oder Pauschalierung zum Einsatz kommen, kennt das Sozialversicherungsrecht nur die Befreiung

als Begünstigungsform. Die rechtliche Basis der Nettoentgeltoptimierung liegt demzufolge in der Kombination von lohnsteuerlichen Begünstigungsnormen im Einkommensteuergesetz und sozialversicherungsrechtlichen Befreiungsvorschriften.



1 Überblick der rechtlichen Grundlagen der Nettoentgeltoptimierung.

VERBESSERUNG DES ALLGEMEINEN GESUNDHEITZUSTANDES UND DER BETRIEBLICHEN GESUNDHEITSFÖRDERUNG

Lohnsteuerfrei und sozialversicherungsfrei wenn,

- zusätzlich zum ohnehin geschuldeten Arbeitslohn erbracht ist
- 500,00 € im Kalenderjahr nicht übersteigt
- ein entsprechender Nachweis für die außerbetrieblichen Maßnahmen besteht

Ausnahme:

Übernahme bzw. Bezuschussung von Mitgliedsbeiträgen für Sportvereine und Fitnessstudios

Rechtliche Grundlagen: § 3 Nr. 34 EStG

Beispiel:

Ein Arbeitgeber bietet seinen Mitarbeitern einen Kurs zur Raucherentwöhnung an. Die vom Arbeitgeber getragenen Kosten des Kurses betragen 250,00 € je Mitarbeiter. Die Teilnahme an dem Kurs zur Raucherentwöhnung ist nach § 3 Nr. 34 EStG steuerfrei möglich.

Rechtliche Grundlagen der Nettoentgeltoptimierung

Exemplarisch können hier nur einzelne Optimierungsmöglichkeiten dargestellt werden (Abb. 1)

Gesundheitsförderung

Um Arbeitgeber zu motivieren, mehr Engagement für die Gesundheit ihrer Mitarbeiter zu zeigen, gibt es für entsprechende Dienstleistungen und Barzuschüsse steuerliche Unterstützung. Gefördert werden Dienstleistungen zur Verbesserung des allgemeinen Gesundheitszustandes (Primärprävention) wie zum Beispiel die Raucherentwöhnung und das Training von Entspannungstechniken. Aber auch Barzuschüsse zu solchen Maßnahmen begünstigt der Gesetzgeber steuerlich mit einem Freibetrag bis 500 Euro im Jahr je Arbeitnehmer.

Erholungsbeihilfen

Gewährt der Arbeitgeber seinem Arbeitnehmer Erholungsbeihilfen, sind diese mit 25 % pauschaliert besteuert, wenn folgende Beträge im Kalenderjahr nicht überschritten werden:

- für den Arbeitnehmer 156 Euro
- für den Ehegatten 104 Euro
- für jedes Kind 52 Euro

Im Fall einer vierköpfigen Familie können daher pro Kalenderjahr Erholungsbeihilfen von bis zu maximal 364 € gewährt werden. Übersteigen die Erholungsbeihilfen im Einzelfall diese maßgeblichen Jahreshöchstbeträge, ist insgesamt entweder § 39b Abs. 3 EStG mit Ausnahme des Satzes 9 oder § 40 Abs. 1 Satz 1 Nr. 1 EStG anzuwenden (R 40.2 Abs. 3 Satz 4 LStR2011).

Der Arbeitgeber muss aber sicherstellen, dass die Beihilfen zu Erholungszwecken verwendet werden. Hierzu führt der BFH in seinem Urteil vom 19.09.2012 – VI R 55/11 aus: „Unzureichend ist, wenn die Arbeitnehmer den jeweiligen Zweck, zu dem sie die erhaltenen Beträge verwendet haben, nicht angeben. Dann damit ist ein Mindestmaß an Vergewisserung über den Verwendungszweck nicht in der Weise gewährleistet, dass der Arbeitgeber selbst aufgrund der Erklärungen der Arbeitnehmer entscheiden kann, ob die Mittel tatsächlich zu Erholungszwecken verwendet worden waren. Deshalb genügt auch jedenfalls keine – wenn auch plausible – Vermutung, wonach die zugewendeten Geldbeträge typischerweise die für Freizeitveranstaltungen und Urlaube jährlich getätigten Ausgaben nicht überschreiten. Denn sichergestellt ist die Mittelverwendung damit nicht.“ Damit wird deutlich, dass es eines gewissen Nachweises der Mittelverwendung schon bedarf.

Benzin- und Essensgutscheine

Nach § 8 Abs. 2 Satz 9 EStG werden Sachbezüge nicht besteuert, die den Betrag von 44 Euro pro Monat nicht überschreiten. Es handelt sich nicht um eine Steuerbefreiungsvorschrift, sondern um eine Freigrenze, so dass ein Lohnsteuerabzug auch unter dieser Grenze liegender Sachbezüge dann in Betracht kommt, wenn die Grenze durch Einbeziehung weiterer Sachbezüge überschritten wird. Denn die Freigrenze stellt eine „Alles oder Nichts“-Regelung dar. Der VI. Senat des BFH hat hierzu eine Reihe von Entscheidungen neueren Datums getroffen und damit erklärt, wie Tank- und Geschenkgutscheine zu beurteilen sind. Ob Sachlohn danach vorliegt, entscheidet der BFH nach dem Rechtsgrund des Zuflusses. Es ist auf Grundlage der arbeitsvertraglichen Vereinbarungen danach zu fragen, welche Leistung der Arbeitnehmer vom Arbeitgeber beanspruchen kann. Sachbezug

unterscheidet sich von Barlohn durch die Art des arbeitgeberseitig zugesagten und daher arbeitnehmerseitig zu beanspruchenden Vorteils selbst, und nicht durch die Art und Weise der Erfüllung des Anspruchs. Um diese steuer- und sozialversicherungsrechtliche Begünstigung zu nutzen, ist folglich darauf zu achten, dass arbeitsvertraglich ein ausschließlicher Anspruch auf einen Sachbezug geregelt wurde.

Die exemplarisch ausgewählten Beispiele mögen auf den ersten Blick den Eindruck erwecken, dass mit dem Einsatz der Nettoentgeltoptimierung nur Kleinbeträge gespart werden können und sich der Aufwand für diese Peanuts nicht lohnen könnte.

Wenn diese einzelnen Bausteine sinnvoll kombiniert werden, lassen sich beträchtliche Einspareffekte erzielen. So kann bei einem Entgeltoptimierungspaket von 400 Euro (240 Euro Altersversorgung, 60 Euro Fahrtkostenzuschuss, 44 Euro Benzingutschein und 56 Euro Gesundheitsförderung) für einen Arbeitnehmer mit 3.500 Euro Gehalt ein zusätzliches Netto von 93,54 Euro erzielt werden und die Mehrkosten des Arbeitgebers für die Lohnerhöhung von 400 Euro würden sich durch eine Minderung der Sozialversicherungsbeiträge entsprechend reduzieren – eine Win-Win-Situation für Arbeitgeber und Arbeitnehmer. <



www.hs-augsburg.de/~herrler/

Risikocontrolling in der Kontraktlogistik

Fachkräftemangel, Technologiewandel und Konkurrenzdruck –
die zukünftigen Risiken?

> **Im betriebswirtschaftlichen Kontext ist Risiko definiert als die aus einer Entscheidung resultierende Verlustgefahr. Aufgabe des Managements ist es, diese Verlustgefahr durch geeignete Maßnahmen so zu beeinflussen, dass sie entweder ganz vermieden oder aber zumindest weitgehend reduziert werden kann.**

Aufgabe des Controllings ist es, für bestmögliche Transparenz zu sorgen, so dass die Verantwortlichen ihre Entscheidungen im Sinne einer größtmöglichen Zielerreichung treffen können. Risikocontrolling muss Instrumente zur Verfügung stellen, um Risiken zu identifizieren, zu quantifizieren, zu aggregieren sowie um Risiken zu überwachen und zu dokumentieren.

Grundsätzlich gilt, dass Risikocontrolling umso wichtiger ist, je

- dynamischer die Unternehmensumwelt ist.
- kleiner ein Unternehmen ist.
- weniger diversifiziert ein Unternehmen ist.
- jünger das Unternehmen ist.

Treffen diese Faktoren auf die Kontraktlogistik zu?

Das Unternehmensumfeld in der Kontraktlogistik ist von einer starken Dynamik geprägt. Beispielhaft angeführt seien hier aktuell die stetig wachsenden Anforderung an die IT-Vernetzung, die gewachsene Umweltsensibilität der Kunden oder Omni Channel Logistics. Erschwerend kommt hinzu, dass die Umsatzrenditen in deutschen Logistikunternehmen recht mager ausfallen. So erzielten im Jahr 2014 knapp zwei Drittel eine Umsatzrendite von maximal 4%.¹ Zum Vergleich: Im deutschen Mittelstand lag die Umsatzrendite in 2013 durchschnittlich bei 6,7%, bei Konzernunternehmen wie BMW und Audi lag die Rendite 2014 bei rund ca. 10%.²

Große Teile der Logistikdienstleistungsunternehmen sind kleine bis mittelständische Unternehmen mit einem eher geringen Diversifizierungsgrad. Manche Kunden machen ihre Vergabeentscheidung vom Vorhandensein eines Risikomanagementsystems abhängig. Risikomanagement ist zum Differenzierungsmerkmal geworden.

Aufgrund all dieser Faktoren müsste sich die Kontraktlogistikbranche demnach besonders intensiv mit Risikomanagement auseinandersetzen. Tut Sie das auch?

2009 kam eine Studie von Huth und Lohre³ zu dem Schluss, dass Risikomanagement in der Branche der Logistikdienstleister noch keinen sehr hohen Reifegrad hat. 13% der befragten Unternehmen konnten damals gar nicht angeben, welche Instrumente zur Risikobewertung und -steuerung eingesetzt werden. Dabei existieren ausreichend Risiken für die Branche: Personalmangel und die drohende Kreditklemme sind nur zwei von vielen Risiken, die der Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik bei Logistikdienstleistern in einer 2012 durchgeführten Umfrage identifiziert hatte.⁴

Im Rahmen eines Projekts, das im Sommersemester 2014 startete, über zwei Semester lief und an dem elf Studierende der Fakultät für Wirtschaft teilnahmen, wurde untersucht, ob Risikocontrolling in der Kontraktlogistik mittlerweile stärker eingesetzt wird.

An der empirischen Studie nahmen 37 nationale und international tätige Kontraktlogistik-Unternehmen teil. Ziel war es, zu erkennen, welche Risiken die Kontraktlogistiker aktuell und zukünftig für ihre Branche sehen und welche Instrumente im Risikocontrolling genutzt werden.

Mangelhafte Ausschreibungen, die zu fehlerhaften Kalkulationen führen, sowie Technologiewandel waren die beiden Risiken, die am häufigsten als „voll zutreffend“ kategorisiert wurden. Beide Risiken wurden jeweils von 33 % der Befragten so bewertet.

Allerdings waren die Antworten hier sehr heterogen, da auch 13,3 % angaben, fehlerhafte Kalkulationen aufgrund falschen Datenmaterials sei für sie kein zutreffendes Risiko.

Summiert man die beiden Antwortkategorien „Risiko trifft voll zu „ und „Risiko trifft eher zu“, so stehen aktuell die folgenden – nahezu gleich in ihrer Bedeutung bewerteten – drei Top-Risiken im Fokus der Logistikdienstleistungsbranche:

- Konkurrenzdruck (56,25 %)
- Operationelle Risiken (55,33 %)
- Technologiewandel (53 %)

Das Risiko, mit dem sich die Mehrheit aller Unternehmen auseinandersetzen muss, ist der Konkurrenzdruck. Dadurch sind höhere Preise am Markt nicht durchsetzbar und die Unternehmen sind langfristig in der Substanz gefährdet. 56 % aller befragten Firmen gaben an, dass sie dieses Problem sehen.

Sicher ist hier ein Zusammenhang zu dem Risiko der fehlerhaften Kalkulation aufgrund falschen Datenmaterials zu sehen. Ohne den starken Konkurrenzdruck könnte man bei unklarer Datenlage entsprechende Sicherheitszuschläge in der Preiskalkulation berücksichtigen und das Risiko für das eigene Unternehmen schmälern. Auch die mageren Renditen von 4 % sind das Ergebnis des starken Konkurrenzdrucks.

Ähnlich stark wie der Konkurrenzdruck werden die operationellen Risiken gesehen. Seit dem Ende der 90er Jahre beschäftigen sich Unternehmen im Bereich Risikomanagement mit dem sog. operationellen Risiko (OpRisk). In den Fokus kam dieses Risiko in der Finanzbranche nach einer Reihe von spektakulären Schadensfällen im Bankensektor. Der bekannteste Fall ist wohl der des Nick Leeson, der für die Barings Bank in Singapur nicht autorisierte Wertpapiertransaktionen durchführte, was einen Schaden von ca. 1,4 Mrd. USD verursachte und im Zusammenbruch der Barings Bank gipfelte.

Operationelle Risiken können außerhalb des typischen unternehmerischen Risikos Schaden verursachen infolge der Unangemessenheit oder des Versagens von internen Prozessen, Systemen oder Menschen. Dabei spielt es keine Rolle, ob das Fehlverhalten absichtlich oder unabsichtlich erfolgte.

Zu den operationellen Risiken in der Kontraktlogistik gehören z.B. Pickfehler, Fehlverladungen, falsche Systemeingaben, aber natürlich auch Diebstahl. 55,33 % der Unternehmen sind aktuell von diesem Risiko betroffen. Und diese Risikokategorie war neben dem Konkurrenzdruck die einzige, bei der keines der befragten Unternehmen angab, dass sie von diesen Risiken überhaupt nicht tangiert seien.

Das dritte Risiko, das mehr als 50 % der Befragten sehen, ist der Technologiewandel. Die Supply Chains der Kunden werden immer vernetzter, die dazugehörigen Informationen immer komplexer. Die verladene Industrie beschäftigt sich schon seit geraumer Zeit mit der vierten industriellen Revolution – es ist nur logisch, dass sich die Kontraktlogistiker darauf einstellen müssen. Aber nicht nur aufgrund der gestiegenen Kundenanforderungen spielt die Technologie eine große Rolle, sondern auch um überhaupt noch Optimierungsmöglichkeiten bei den Prozessen und Kosten zu erschließen. Das wiederum ist dringend nötig, um in dem teilweise ruinösen Konkurrenzkampf preislich noch mithalten zu können (siehe größtes Risiko Konkurrenzdruck). So könnten durch cloud computing die Investitionen in die IT Systeme deutlich gesenkt werden, da nur der Teil der Software bezahlt wird, der tatsächlich genutzt wird.

Durch den Einsatz neuer Technologien der Industrie 4.0 könnten auch die operationellen Risiken reduziert werden, wie beispielsweise mit dem am Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik IML entwickelte intelligente Behälter inBin, mit dem der Lagerist direkt am Lagerplatz nachbestellen oder Fehlmengen eingeben kann.⁵



**PROF. DR.
SABINE JOERIS**

Hochschule Augsburg
Fakultät für Wirtschaft
Tel. +49 821 5586-2922
sabine.joeris@hs-augsburg.de

- 1 Quelle: SCI Verkehr. Umsatzrendite bei deutschen Logistikunternehmen im Jahr 2014. Statista. Zugriff am 27. Mai 2015. Verfügbar unter <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/224083/umfrage/umsatzrendite-bei-logistikunternehmen/>.
- 2 Quellen: KfW/Durchschnittliche Umsatzrenditen von mittelständischen Unternehmen in Deutschland nach Beschäftigtengrößenklassen von 2006 bis 2013. Statista. Zugriff am 27. Mai 2015. Verfügbar unter <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/261428/umfrage/umsatzrenditen-im-deutschen-mittelstand/>, Audi, BMW, Daimler. Umsatzrendite von ausgewählten deutschen Automobilherstellern von 2012 bis 2014. Statista. Zugriff am 27. Mai 2015. Verfügbar unter <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/223260/umfrage/rendite-von-automobilherstellern/>.
- 3 Huth, Michael, Lohre, Dirk: Risikomanagement in der Speditions- und Logistikbranche: Bestandsaufnahme zur Verbreitung und Reifegrad, Frankfurt am Main 2009.
- 4 vgl. Wittenbrink, Paul: Risikomanagement im Transport- und Logistikbereich: Ergebnisse der BME/DHBW-Umfrage 2012, in: Internationales Verkehrswesen, Nr. 2/2013, S. 20-23.
- 5 vgl. LOGISTIK entdecken: Magazin des Fraunhofer Instituts für Materialfluss und Logistik IML, Ausgabe 15, S. 6-7.

Bleiben die Top 3 Risiken von heute auch die Risiken von morgen?

Zukünftig gewinnen vor allem die Risiken Technologiewandel und Konkurrenzdruck weiter an Bedeutung, während die Bedeutung der operationellen Risiken sinkt.

Neu unter den Top-Risiken ist der Fachkräftemangel. Hatten diesen aktuell nur 42 % als zutreffendes Risiko eingestuft, sehen zukünftig 55 % darin ein Risiko. Die Top-Risiken der Zukunft sind:

- Konkurrenzdruck (62,5 %)
- Technologiewandel (60 %)
- Fachkräftemangel (55 %)

Fachkräftemangel und Konkurrenzdruck sind die einzigen Risikokategorien, die von keinem Unternehmen als gar nicht zutreffend bewertet wurden. Neben diesen Hauptrisiken gewinnt die Insolvenz der Subunternehmer etwas an Wichtigkeit und wird als mittleres Risiko eingeschätzt. Im Gegensatz hierzu betrachtet man die Insolvenz der Kunden als eine kleinere Gefahr.

Erstaunlich ist, dass die im DHL Logistics Trend Radar 2014⁶ genannten Trends in der Branche von den Befragten nicht als Risiken der Zukunft gesehen werden. So sehen nur 37 % in dem Szenario „Zügelloses Wachstum in Verbindungen mit einem globalen Transportnetzwerk (Supergrid) und der Verlagerung der globalen Wirtschaft nach Asien“ ein zutreffendes Risiko für ihr Geschäft.

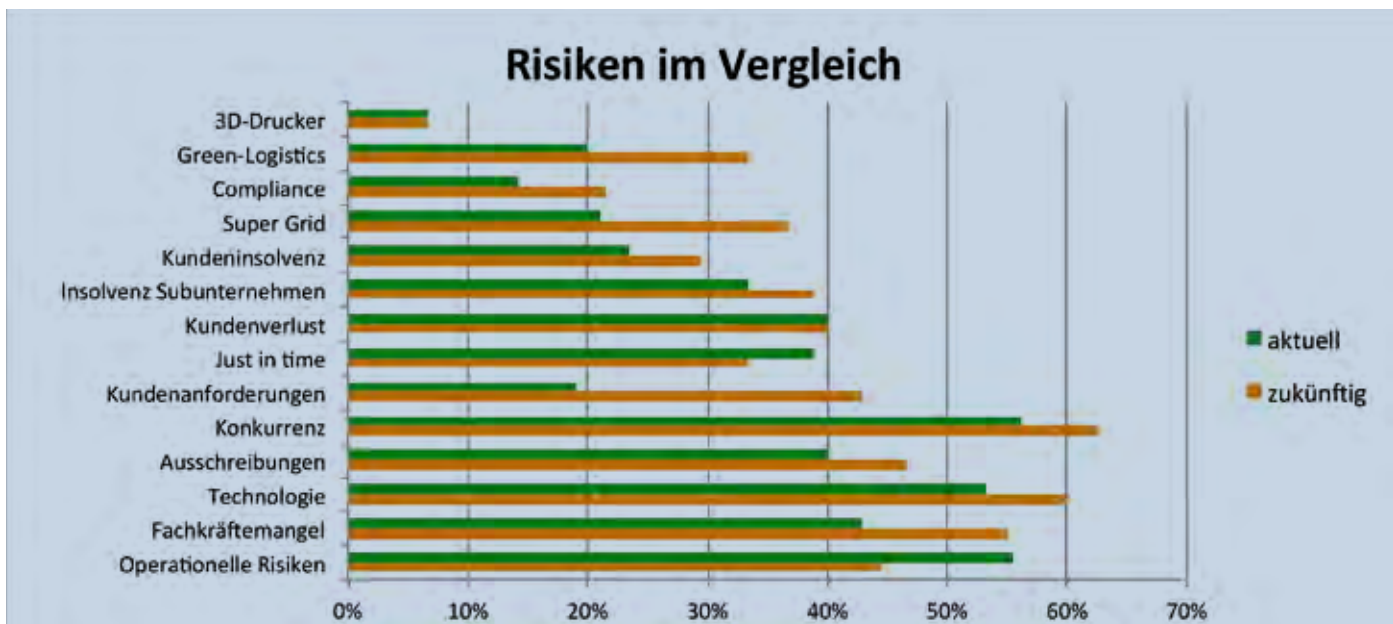
Auch das in der Studie genannte Szenario „Individualisierte Lebensstile“, bei dem Konsumenten ihre eigenen Produkte erfinden, gestalten und entwickeln, scheinen die Kontraktlogistiker nicht als Risiko ihrer zukünftigen Geschäftsmodelle wahrzunehmen. Die Technologie des 3D-Drucks bzw. der aufbauenden Produktion könnte zu einem gewaltigen Umbruch in der Logistikindustrie führen, weil so vermehrt Rohstoffe gelagert, kommissioniert, verpackt und „auf der letzten Meile“ bis zum Kunden transportiert werden müssen, während diese logistischen Prozesse im Gegenzug für alle Zwischen- und Endprodukte wegfallen.

Doch nur 13 % der Befragten waren der Meinung, dass die 3D-Drucktechnologie ein Risiko für das bestehende Geschäftsmodell darstellt, 53 % gaben sogar an, dass das Risiko aus dieser Technologie gar nicht auf ihr Unternehmen zutrifft.

Entweder ist dieses Szenario für das Jahr 2050 noch zu weit entfernt als dass es als Risiko wahrgenommen wird, oder aber die Kontraktlogistiker gehen davon aus, dass sich der 3D-Druck zukünftig nicht in der Massenproduktion durchsetzen wird. Vielleicht nimmt die Branche auch an, dass sie ihre Geschäftsfelder bis dahin erfolgreich auf den Transport von Rohstoffen und 3D-Druckern bzw. auf das Sammeln und Recycling von Altprodukten umgestellt haben.

Auch Green Logistics scheint kein Thema zu sein, das der Logistikdienstleistungsbranche Bauchschmerzen bereitet, denn über die Hälfte der Befragten maß den Green-Logistics Anforderungen nur eine geringe Bedeutung bei. <

⁶ vgl. DHL Customer Solutions & Innovation: Logistics Trend Radar – Delivering insight today. Creating Value tomorrow, Version 2014, Troisdorf 2014.



Risikoeinschätzung aktuell und zukünftig in Prozent aller Antworten „zutreffend“ und „voll zutreffend“.

Best Ager und ihr berufliches Umfeld

Mit älter werdenden Fach- und Führungskräften weiterhin erfolgreich sein

> Die Gesellschaft altert aufgrund der demographischen Entwicklung, und dieser Trend macht auch vor den Werkstoren nicht Halt. Der Fachkräftemangel wird viele Unternehmen zudem dazu zwingen, die Fähigkeiten der Älteren nicht länger zu übersehen – wie häufig in der

Vergangenheit geschehen. Doch wie empfinden Fach- und Führungskräfte der Altersgruppen 40+ und 50+ ihre berufliche Situation? Sind sie überhaupt noch leistungsfähig und leistungsbereit? Welche beruflichen Ziele setzen sie sich selbst? Wie empfinden sie die Zusammenarbeit mit jüngeren Kollegen? Körperliche

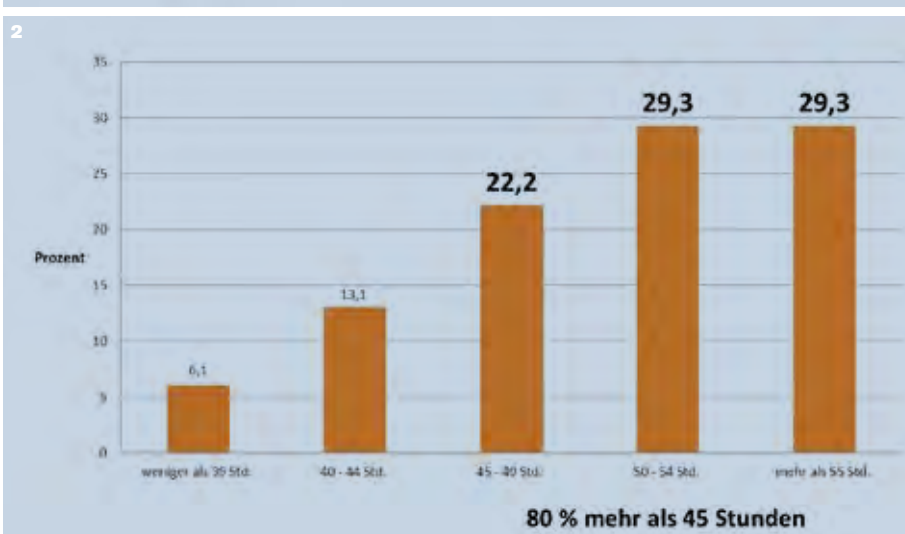
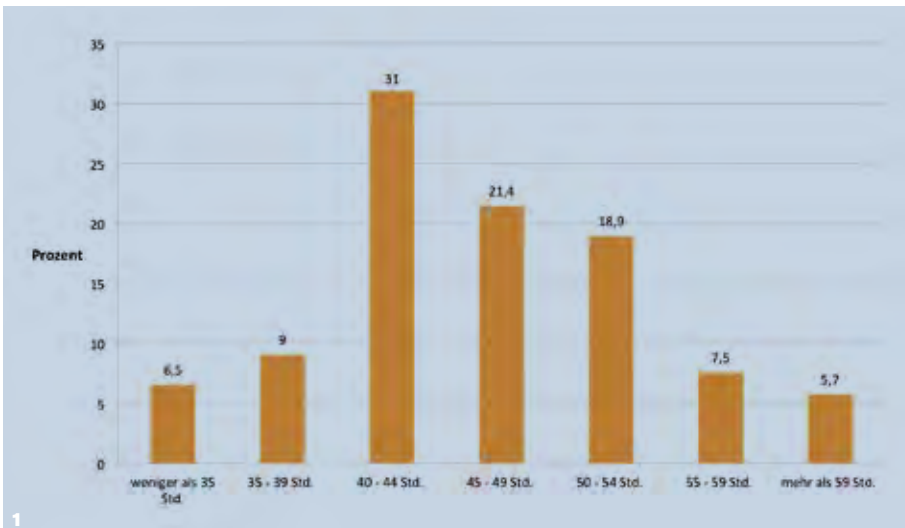


PROF. DR. ERIKA REGNET

Hochschule Augsburg
Fakultät für Wirtschaft
Tel. +49 821 5586-2921
erika.regnet@hs-augsburg.de

Fachgebiete

- Personalentwicklung
- Führungsverhalten
- Demografische Entwicklung und Fachkräftesicherung
- Neue Fortbildungsmethoden
- Weibliche Fach- und Führungskräfte
- Recruiting



1 Wöchentliche Arbeitszeit im Management.

2 Wöchentliche Arbeitszeit in der oberen Leitungsebene.

Alterungsprozesse sind gut untersucht. Doch zu den genannten Fragen besteht noch großer Forschungsbedarf, insbesondere bezogen auf Führungskräfte. Unsere Ergebnisse zeigen hohe Potenziale, die in den Altersgruppen 40+ und 50+ stecken.

Die empirische Studie

In Zusammenarbeit mit dem Beratungsunternehmen Boris Gloger Consulting GmbH wurden im Sommersemester 2015 im Rahmen einer studentischen Projektarbeit im Vertiefungsmodul Personalmanagement 389 Führungskräfte zu den o. g. Themenkomplexen befragt. Die Studie wurde bis Ende September 2015 fortgesetzt. Im Folgenden werden Zwischenergebnisse berichtet, die auf den bis Ende Mai 2015 ausgefüllten Fragebögen basieren. Ein erstes interessantes Ergebnis: Lediglich drei Print-Fragebögen wurden zurückge-

sandt, alle anderen entschieden sich für die Online-Variante.

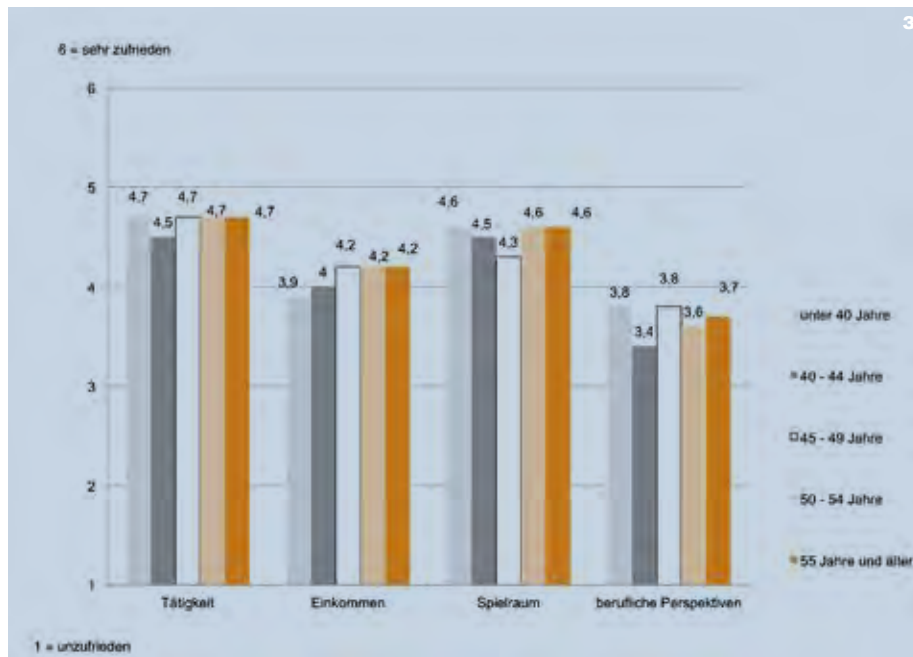
Soziodemographische Daten der Befragungsteilnehmer

26 % unserer Studienteilnehmer sind auf der obersten Leitungsebene tätig, 27 % haben eine mittlere, 28 % eine untere Führungsfunktion inne. 19 % ordnen sich aktuell einer Fachposition zu. Von diesen Fach- und Führungskräften sind:

- 22 % jünger als 40 Jahre,
- 14 % zwischen 40 und 44 Jahren,
- 26 % zwischen 45 und 49 Jahren,
- 21 % zwischen 50 und 54 Jahren und
- 17 % 55 Jahre oder älter.

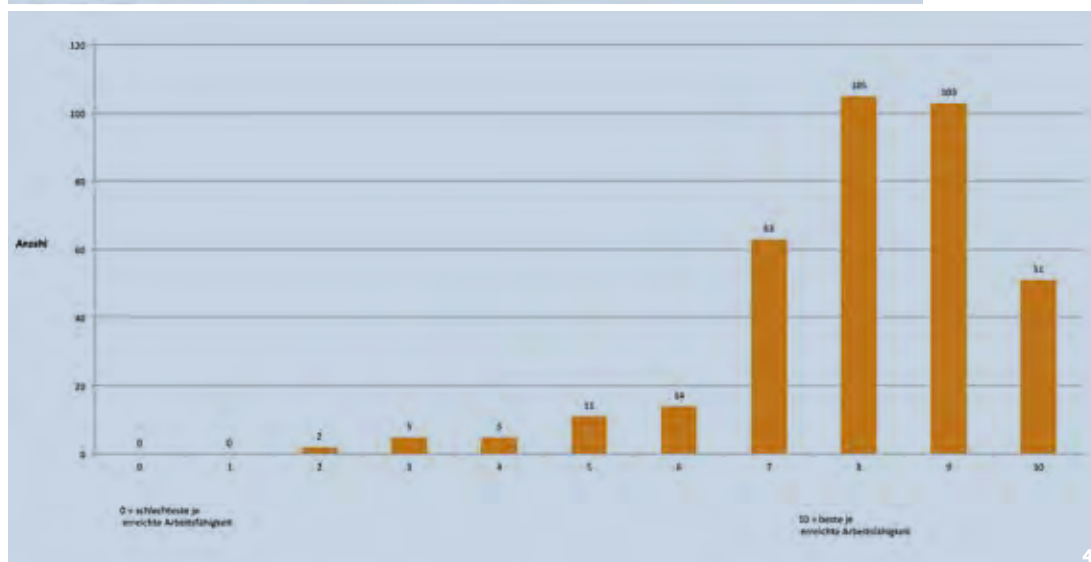
Aufgrund dieser Verteilung sind vielfältige Altersvergleiche möglich, die in Kooperation mit der Boris Gloger Consulting GmbH noch in detaillierten Fachpublikationen dargestellt werden.

Da die Verteilung der Fragebögen u.a. auch über Frauennetzwerke erfolgte, konnten auch 157 weibliche Teilnehmerinnen (44 %) erreicht werden. Allerdings spiegelt unsere Befragungsstruktur die Managementrealität wider: Es besteht nämlich ein hochsignifikanter Zusammenhang zwischen erreichter Hierarchieebene und Geschlecht ($p < .001$). Auf der oberen Leitungsebene befinden sich auch bei unserer Befragung primär Männer, auf der Fachebene ohne Führungsverantwortung umgekehrt zu über 70 % Frauen. Hinsichtlich des Alters bestehen dagegen keine signifikanten Geschlechtsunterschiede.



3 Die Zufriedenheitsfaktoren im Altersvergleich.

4 Einschätzung der eigenen Arbeitsfähigkeit.



Arbeitsituation des Managements im mittleren Lebensalter

Abbildung 1 veranschaulicht die aktuelle Arbeitszeit. Danach gelingt es nur knapp 16 %, ihre Arbeitszeit vergleichbar zu Tarifmitarbeitenden zu halten. Mehr als die Hälfte der Führungskräfte gibt regelmäßige Überstunden von 40 bis 49 Wochenstunden an. Und ein knappes Drittel kommt sogar auf eine durchschnittliche Arbeitszeit von mehr als 50 Stunden pro Woche.

Detailanalysen ergeben einen signifikanten Zusammenhang zwischen Arbeitszeit und Geschlecht ($p < .01$), die weiblichen Teilnehmer unserer Studie arbeiten weniger Stunden pro Woche als Männer: Frauen geben mit 23,1 % wesentlich öfter weniger als 39 Stunden pro Woche an als Männer (9,5 %). Umgekehrt arbeiten 33,2 % der Männer mehr als 50 Stunden pro Woche, jedoch „nur“ 27,6 % der Frauen.

Wenig überraschend ist der Befund, dass Arbeitszeiten und Hierarchieebenen positiv miteinander korrelieren ($p < .001$). 80 % der Befragten in der oberen Leitungsebene wenden mehr als 44 Stunden pro Woche für ihren Job auf. Lediglich 19 % haben eine Arbeitszeit unter 44 Stunden (Abb. 2).

Ein großer Teil der Arbeitszeit wird von Meetings bestimmt. In diesem Bereich sehen 80 % der Befragten Optimierungs- und Veränderungsbedarf, konkret:

- 67,6 % wünschen sich effizientere Meetings,
- 42,4 % plädieren für kürzere Meetings,
- 21,3 % sprechen sich für mehr face-to-face Meetings aus, während umgekehrt nur 8,7 % mehr virtuelle Meetings bevorzugen würden.

Allerdings: Auch den Managern gefallen die langen Arbeitszeiten nicht. Für ihre berufliche Zukunft wünschen sich viele der von uns befragten Führungskräfte eine kürzere Arbeitszeit. 36,8 % der Befragten sprechen sich für eine Wochenarbeitszeit von weniger als 40 Stunden aus. Insbesondere Arbeitszeiten von mehr als 50 Stunden pro Woche werden auch von Führungskräften mehrheitlich abgelehnt. Es bleibt allerdings offen, ob diesen Wünschen auch Taten folgen werden, um die bisher auf lange Arbeitszeiten fixierten Unternehmenskulturen nachhaltig zu verändern.

Arbeitszufriedenheit

Wie bewerten Manager ihre Arbeitssituation? Um dies zu analysieren, fragten wir nach der Zufriedenheit mit der Tätigkeit, dem Einkommen, dem Spielraum und den beruflichen Perspektiven. Insgesamt betrachtet war die Zufriedenheit mit der Tätigkeit ($M = 4,7$) am höchsten. Überraschend ist die geringere Zufriedenheit mit dem Einkommen ($M = 4,1$); und vor allem hinsichtlich der beruflichen Perspektiven ($M = 3,7$) scheinen viele Enttäuschungen zu bestehen. Hier zeigt sich – insbesondere in Zeiten eines Fachkräftemangels – deutlicher Handlungsbedarf zur Mitarbeiterbindung.

Teilnehmer, die in einem Konzern arbeiten, sind mit ihrem Einkommen zufriedener als Manager in Familienunternehmen (Mittelwert von 4,3 im Vergleich zu $M = 3,9$). Fach- und Führungskräfte in Familienunternehmen schätzen dagegen ihre beruflichen Perspektiven besser ein ($M = 4,1$ im Vergleich zu $M = 3,4$).

Abbildung 3 veranschaulicht die Mittelwerte im Altersvergleich. Allerdings: Die Unterschiede zwischen den Altersgruppen sind nicht signifikant. Dies kann bereits für ein Umdenken in den Unternehmen sprechen, dahingehend, dass auch Älteren häufiger interessante Tätigkeiten und Perspektiven angeboten werden.

Für alle Zufriedenheitsfaktoren gilt: Je höher man in der Hierarchie aufsteigt, umso positiver die Zufriedenheit. In den unteren hierarchischen Ebenen besteht also eine größere Unzufriedenheit. Es ist durchaus wahrscheinlich, dass diese Mitarbeitenden gerne eine höhere Position hätten und sich in ihrem Job unterfordert oder unterschätzt fühlen.

Zusätzlich führt eine höhere Position auch real zu einem Anstieg des Einkommens und zu einem erhöhten Freiraum.

Gesundheit und Arbeitsfähigkeit

Die eigene Arbeitsfähigkeit wurde von allen Altersgruppen als mindestens gut bis sehr gut bewertet (Abb. 4). Der Mittelwert liegt bei 8,1 Punkten, wobei 10 für die beste je erreichte Arbeitsfähigkeit steht. Diese Skala ist dem sog. Work Ability Index entnommen. Außerdem konnte bei der Auswertung festgestellt werden, dass die Arbeitsfähigkeit höher ist, wenn der Unternehmensfokus auf die Mitarbeiterzufriedenheit gelegt wird.

Des Weiteren sollten die Befragten ihre körperliche als auch psychische Arbeitsfähigkeit in Bezug auf die Arbeitsanforderungen beurteilen. Auch hier zeigen sich ausgesprochen positive Ergebnisse:

- 36 % der Befragten bewerten ihre Arbeitsfähigkeit als sehr gut,
- 42,7 % als eher gut,
- 11,3 % schätzen sie als mittelmäßig und
- nur 1,8 % als eher schlecht ein.

Und 93,3 % der Befragten sind sich sogar sicher bzw. ziemlich sicher, dass sie ausgehend von ihrem heutigen Gesundheitszustand ihre derzeitige Arbeit auch in den nächsten zwei Jahren ausüben können. Nur 1,7 % halten dies selbst für unwahrscheinlich, weitere 5 % sind unsicher.

Die befragten Manager fühlen sich also weitgehend körperlich wie psychisch fit und leistungsfähig. Es lassen sich keine Alterseffekte hinsichtlich der gesundheitlichen Einschätzungen belegen. Dieses Ergebnis kann natürlich nicht auf eine repräsentative Altersgruppe hochgerechnet werden. Möglicherweise haben sich von unserer Befragung vor allem arbeitsorientierte, leistungsfähige Personen angesprochen gefühlt. Doch unsere Befragung zeigt klar: Es gibt viele leistungsfähige und leistungsbereite Fach- und Führungskräfte der Altersgruppe 50+. Und mit diesem Potenzial an Erfahrung wie Motivation können Unternehmen ihre Wettbewerbsfähigkeit auch zukünftig sichern. Arbeitgeber sind folglich gut beraten, die Best Ager im Talentmanagement zu berücksichtigen und ihr Humankapital positiv zu nutzen. <

Nonprofit-Marketing: Perspektivenwechsel

Deutsch-finnisches Flüchtlingsprojekt in Kooperation mit dem Bayerischen Roten Kreuz und dem Finnish Red Cross

> Nach Informationen des Flüchtlingshilfswerks der Vereinten Nationen (UNHCR) waren 2015 weltweit über 50 Millionen Menschen auf der Flucht. Konflikte und Notlagen veranlassen immer mehr Menschen, ihre Heimat zu verlassen. Ein Ziel vieler Flüchtlinge ist die Europäische Union. Deutschland verzeichnet europaweit die höchste Anzahl an Asylbewerbern. Die Akteure in der Flüchtlingsarbeit stehen deshalb vor Ort vor großen Herausforderungen. Studierende der Hochschule Augsburg und der Haaga-Helia University im finnischen Helsinki beschäftigten sich im Sommersemester 2015 mit der Frage, wie die Integration von Flüchtlingen erleichtert werden kann. Ihre These: Integration braucht Akzeptanz, und Akzeptanz

braucht Dialog. Die Studierenden wurden dabei vom Bayerischen Roten Kreuz und vom Finnish Red Cross unterstützt.

Die Herausforderung für Behörden, Wohlfahrtsverbände und freiwillige Helfer ist gewaltig. Allein im ersten Halbjahr 2015 gingen in Deutschland nach Angaben des Bundesamts für Migration und Flüchtlinge über 170.000 Asylanträge ein. Das bayerische Sozialministerium rechnete allein für den Freistaat mit rund 60.000 Erstanträgen im laufenden Jahr. Nach der Ankunft in Erstaufnahmeeinrichtungen werden die Asylbewerber auf alle sieben bayerischen Regierungsbezirke verteilt. Oberbayern nimmt laut Staatsregierung 33,9 Prozent und Schwaben 14,5 Prozent der Asylbewerber auf.

Mit der Zusammenstellung von relevanten Zahlen, Daten und Fakten verschafften sich elf Studierende der Studiengänge Betriebswirtschaft und International Management eine erste Arbeitsgrundlage. Sie hatten das Projekt gewählt, um nicht nur zu testen, wie man Wissen aus dem Marketing-Management auch im Nonprofit-Bereich anwenden kann, sondern auch um sich persönlich mit einem der drängendsten sozialen und politischen Themen unserer Tage auseinanderzusetzen: Der Integration von Flüchtlingen in unsere Gesellschaft. Die Studierenden beschäftigten sich vor allem mit der Frage, wie die Kommunikation zwischen den Flüchtlingen und der Bevölkerung vor Ort unterstützt und intensiviert werden kann. Sie gingen von der Annahme aus, dass erfolgreiche Integration nur durch Akzeptanz gelingen könne. Und Akzeptanz wiederum benötige Dialog.

Das Projektteam setzte Methoden und Instrumente aus dem Marketing- und Kommunikations-Management ein. Nach der Zielformulierung sichteten sie zunächst umfangreiche Sekundärmaterialien und machten sich ein erstes Bild der Ausgangslage. Der Asylprozess und seine rechtlichen Rahmenbedingungen stellten sich dabei als schwer verständlich heraus. Unglücklicher Nebeneffekt: Die Akzeptanz in der allgemeinen Öffentlichkeit wird erschwert, Vorurteile – beispielsweise bei den finanziellen Leistungen für Asylbewerber – fallen bei Integrationsgegnern leicht auf fruchtbaren Boden.

Doch sekundäre Zahlen, Daten und Fakten waren nicht genug, um Lösungsvorschläge für die Realität zu entwickeln. Die Studierenden führten deshalb zahlreiche Experteninterviews, um durch primäre Erkenntnisse ein möglichst breites und tiefes Bild von den Akteuren und ih-





PROF. DR. MANFRED UHL

Hochschule Augsburg
Fakultät für Wirtschaft
Tel. +49 821 5586-2903
manfred.uhl@hs-augsburg.de

Forschungsgebiet

- Marketing- und Unternehmenskommunikation

ren Erfahrungen zu gewinnen. Sie sprachen mit Vertretern der Stadt Augsburg, des Vereins „Tür an Tür“, des preisgekrönten Integrationsprojekts „Grandhotel Cosmopolis“, der IHK Schwaben, der Chefredaktion der Augsburger Allgemeinen, der Regierung von Oberbayern, der Hochschulinitiative „gefragte Nachbarn“ und freiwilligen Helfern. Ein weiterer wichtiger Partner war das Bayerische Rote Kreuz. Durch die tatkräftige Hilfe der Vizepräsidentin Brigitte Meyer, des Landesgeschäftsführers Leonhard Stärk und der Leiterin für Soziale Arbeit, Irene Marsfelden, gelang es den Studierenden, einen detaillierten Eindruck von den zahlreichen Schwierigkeiten, aber auch beeindruckenden Erfolgsgeschichten zu bekommen. Vor allem der Besuch einer Erstaufnahmeeinrichtung in Nürnberg und die Gespräche mit Helfern und Asylbewerbern ergaben ein sehr intensives und persönlich berührendes Bild von der Asylarbeit und der Situation von Flüchtlingen, die gerade erst in Deutschland angekommen waren.

Die Studierenden konsolidierten die vielen Interviewergebnisse und arbeiteten auf der Basis der Expertenmeinungen zentrale Faktoren für erfolgreiche Integration heraus: Die Erlangung der deutschen Sprache, die Heranführung an Gebräuche und Verhaltensweisen im neuen Umfeld, eine möglichst frühe Arbeitserlaubnis, Hilfe bei der Koordination der Ehrenamtlichen sowie Wertschätzung und ernst gemeinter Dialog in einer Atmosphäre der Offenheit.

Das Projektteam entwickelte daraufhin den „Perspektivenwechsel“ als Leitgedanken für alle Kommunikationsmaßnahmen vor Ort: Weg vom Gefühl der Bedrohung und Belastung durch Zuwanderung, hin zur Bereicherung und zum Nutzen für die gesellschaftliche

Struktur. Weg von der Betrachtung der Flüchtlinge als passive Opfer, hin zur Darstellung als aktive Gestalter. Weniger auf die oft schmerzvolle Fluchtgeschichte zurückblicken, sondern mehr in das zukünftige Leben der neuen Mitbürger sehen. Dieser Perspektivenwechsel basiert auch auf dem nutzenorientierten Grundsatz erfolgreichen Marketing-Managements. Konkret müsse es also darum gehen, den Menschen auch den individuellen Nutzen von Zuwanderung aufzuzeigen.

Ganz im Sinne des klassischen Marketing-Prozesses folgte nach der Zielformulierung und der Recherche die Konzeption von Maßnahmen. Die Studierenden arbeiteten in vier Teams und entwickelten ein Paket für die Kommunikation vor Ort. So entstand beispielsweise ein Konzept für zielgruppenspezifische Videos mit Flüchtlingsporträts mitsamt Storyboard und Besetzungsprofilen. Ein zweites Team schlug ein Online-Portal mit Informationen zum Asylprozess, wertvollen Links zu Anlaufstellen für freiwillige Helfer und ein Simulationsspiel vor. Darin geben Interessierte Alter, Geschlecht, Bildungsgrad und Beruf ein. Eine Datenbank ermittelt daraufhin eine Alltagsbeschreibung dieser Person in einem der typischen Fluchtländer – getreu dem Motto „Mein Leben in...“. Ein weiteres Team entwarf Veranstaltungsformen für den persönlichen Dialog. Das Spektrum reichte von Verschönerungsaktionen in den Gemeinschaftsunterkünften bis hin zu einem „Buddy-Programm“ an Hochschulen, bei denen junge Leute voneinander lernen können. Das vierte Team entwarf beispielsweise Inhalte für Printmedien zur Unterstützung der Freiwilligenakquise vor Ort und ein Spiel für Schulen und Kindergärten, bei dem Kinder mit den Herkunftslän-

dern der Flüchtlinge vertraut gemacht werden. Zu allen entwickelten Kommunikations-Maßnahmen entwarfen die Studierenden einen Umsetzungsplan und schlugen geeignete Maßnahmen zur Wirkungskontrolle vor.

Das Projekt war von Anfang an international angelegt. Die Hochschule Augsburg arbeitete von der Projektplanung bis zum Abgleich der Ergebnisse eng mit der Haaga-Helia University in Helsinki zusammen. Erstens stehen die EU-Staaten Deutschland und Finnland vor grundsätzlich ähnlichen Herausforderungen in der Integrationsarbeit von Flüchtlingen. Zweitens arbeiten beide strategischen Partner unter dem Dach des internationalen Roten Kreuzes zusammen. Drittens hat die Kooperation beider Hochschulen mittlerweile Tradition. Die Studierenden kombinierten deshalb in zwei Workshops – einer in Augsburg und einer in Helsinki – ihre jeweiligen Ideen. Ergebnisse in der vorangegangenen Primärforschung deckten sich dabei weitgehend. Die Betreuung des finnischen Teams hatte Pauli Lindström übernommen.

Die Abschlusspräsentation vor Vertretern der Stadt Augsburg, der großen Wohlfahrtsverbände und der Freiwilligenarbeit erntete große Zustimmung zu den entwickelten Maßnahmen. Vor allem der online-basierte Perspektivenwechsel stieß auf großes Interesse. Mit der Augsburger Agentur elfgen+pick, die schon mehrfach Nonprofit-Projekte begleitete, ist bereits ein Umsetzungspartner an Bord. <

Neuer Ansatz beim Regionalmanagement

Profilorientierte Integrierte Ländliche Entwicklung (PILE) – Die Holzwinkel-Region im Landkreis Augsburg

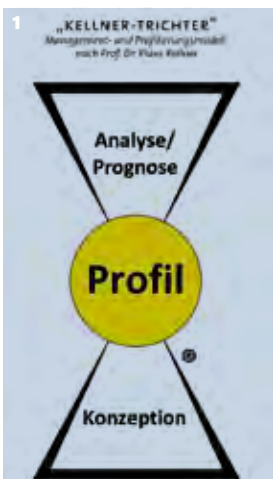
> Die Entscheidungsträger in ländlichen Kommunen stehen genauso wie ihre Kollegen in Städten, Landkreisen und Regionen vor der permanenten Herausforderung, ihre Gebiete in eine erfolgreiche Zukunft zu führen. Nur so lässt sich kurz-, mittel- und langfristig eine möglichst hohe Lebensqualität sichern. Um dieses Ziel zu erreichen, haben sich in Bayern bereits viele ländliche

Kommunen mit ihren Nachbargemeinden zusammengeschlossen, um partnerschaftlich wirkungsvoller zu sein. So gibt es mittlerweile fast 90 sogenannte „Integrierte Ländliche Entwicklungen“. Auch die sechs Holzwinkel-Gemeinden im Landkreis Augsburg (Adelsried, Altenmünster, Bonstetten, Emersacker, Heretsried, Welden) arbeiten seit Jahren zusammen. Diese Kooperation bauen sie nun fundiert weiter aus. Das Amt für Ländliche Entwicklung Schwaben in Krumbach unterstützte sowohl eine Entwicklungskonzeption auf der Grundlage des neuen Ansatzes „Profilorientierte Integrierte

Ländliche Entwicklung (PILE)“ in Zusammenarbeit mit dem Autor und seinem Team, als auch die laufende, intensive Implementierung des Konzepts durch den Aufbau von Strukturen und durch die Realisierung vielfältiger Projekte.

„Profilorientierte Integrierte Ländliche Entwicklung (PILE)“

Der Begriff „Profilorientierte Integrierte Ländliche Entwicklung (PILE)“ steht für einen besonderen Ansatz des Regionalmanagements. Bei PILE schließen sich mehrere Gemeinden zusammen, um gemeinsam strategische und operative Entwicklungsaufgaben zu bewältigen, die sie alleine nicht oder in nur geringerer Qualität lösen könnten. Dabei kann es sich um Aufgaben handeln, die alle Gemeinden gleichermaßen betreffen bzw. um solche, die nur für wenige Gemeinden relevant sind. Wichtig dabei ist, dass bei dieser Art der Zusammenarbeit jede Gemeinde ihre Eigenständigkeit und ihre Identität behält.



- 1 Basismodell für die Profilorientierte Integrierte Ländliche Entwicklung (PILE).
- 2 Gründung des Entwicklungsforums (Bonstetten, September 2014)





**PROF. DR. HABIL.
KLAUS KELLNER**

Hochschule Augsburg
Fakultät für Wirtschaft
Tel. +49 821 5586-2911
klaus.kellner@hs-augsburg.de

Universität Augsburg
Privatdozent für Profilorientiertes
Regionalmarketing

University of Latvia, Riga
Supervisor and Lecturer for the Doctoral
Program in Management Science

- Lehr- und Forschungsgebiete**
- Profilorientiertes Internationales Marketing-Management
 - Profilorientierte Unternehmens- und Markenentwicklung
 - Produkt- und Innovationsmanagement
 - Regionalmarketing
 - Bildungs- und Schulmarketing

Mit einer PILE verfolgen die kooperierenden Gemeinden das Ziel, ihren ländlichen Raum gleichzeitig als Lebens-, Arbeits-, Wirtschafts-, Erholungs- und Naturraum umfassend weiterzuentwickeln. Ihre regionaltypischen Besonderheiten wollen sie einbringen und ihre internen Kräfte mobilisieren. PILE soll die Agrarstruktur positiv entwickeln und die Wirtschaftskraft nachhaltig stärken.

Diese Herausforderungen werden mit den drei zentralen Ergebnisfeldern „Profil, Mitwirkungsstruktur, Strategische Entwicklungsfelder“ angegangen (Abb. 1). Das Profil definiert den nutzenorientierten Dreh- und Angelpunkt. Mit Hilfe eines Profils wird die Zukunft einer Region eindeutig fokussiert und ihr klares Image aufgebaut. Ein klares Profil gibt Aufbruch und Identifikation bei den Bürgern und bringt Effizienz im Mitteleinsatz. Die Mitwirkungsstruktur sorgt für die zielgerichtete und sinnvoll abgestimmte Beteiligung sowohl der gewählten kommunalen Gremien als auch der Bevölkerung an der Entwicklung der Gemeinden. Die gewählten Hierarchien können wirken und werden gestärkt. Die Bevölkerung wird zur Mitwirkung motiviert, ohne überbeansprucht zu werden (Abb. 3). Die Strategischen Entwicklungsfelder bilden den Rahmen für ein detailliertes operatives Regionalmanagement und stellen damit die Grundlage für sämtliche Projekte und potentiellen Maßnahmen dar.

Gewinnung von Erkenntnissen

Als Grundlage für die Erkenntnisgewinnung wurden das umfangreich vorhandene Sekundärmaterial ausgewertet und ausgiebige Begehungen in der Holzwinkelregion durchgeführt. Um möglichst nah an den tatsächlichen Bedürfnissen der Bürger zu sein, wurde mit der Methodik der explorativen Intensivinterviews gearbeitet. Gezielt repräsentativ ausgewählte Persönlichkeiten aus der Region wurden im Vier-Augen-Gespräch interviewt. So ließen sich Gruppeneffekte ausschließen und verhindern, dass Antworten durch vorformulierte Fragebögen in bestimmte Richtungen gelenkt wurden. Die dabei gewonnenen, sehr wertvollen Erkenntnisse dienen als Grundlage für die Herleitung des Profils (Dreh- und Angelpunkt der Zukunftsentwicklung der Region), der Entwicklung des Mitwirkungsstruktur sowie der Findung der Strategischen Entwicklungsfelder.

Das Profil: „Freiraum zum Leben“

Im Profil wird die zukunftsbestimmende und imagebildende spezifische Art der Lebensqualität der sechs Gemeinden festgelegt. Die Analyse ergab, dass sich die Holzwinkelregion besonders durch den „Freiraum“ auszeichnet, der in allen Lebensbereichen zu spüren ist. Überwiegend verfügen Häuser über großzügige Wohnflächen und entsprechende freiräumig zugeschnittene angrenzende Grundstücke bzw. Gärten. Die intakte Natur mit ihren weitläufigen Wald- und Freiflächen bietet viel Bewegungsraum für Freizeit, Naherholung und für die Ausübung einer Vielzahl von Sportarten. Die Region bietet Raum, sich zurückzuziehen und Ruhe zu finden. Bauplätze und Gewerbestandorte sind noch erschwinglich. Dadurch werden die Gründung von Familien und Unternehmen begünstigt.



Einheitliches Logo bietet den sechs Kommunen Individualisierungsfreiräume.

Diese Möglichkeiten sind verbunden mit sehr guten bis guten Anschlüssen an überregionale Straßen- und Schienennetze. Augsburg und München sind gut erreichbar. Aus diesen Erkenntnissen heraus wurde die profilbestimmende Kernaussage „Freiraum zum Leben“ abgeleitet.

Die Mitwirkungsstruktur – „Entwicklungsforum Holzwinkel/ Altenmünster e. V.“

Um eine langfristige und stabile Implementierung der erarbeiteten Profilorientierten Integrierten Entwicklungskonzeption zu gewährleisten, wurde eine geeignete Organisationsform benötigt. Diese musste eine verantwortliche und effiziente Wirkung der gewählten Bürgermeister und Gemeinderäte gewährleisten und außerdem die Möglichkeit bieten, dass Bürger an der Umsetzung der Konzeption aktiv und inhaltlich gestaltend mitwirken können. Die Herausforderung war es somit, eine sinnvolle Kombination aus einer Bottom-Up- und einer Top-Down-Führung zu finden. So wurde für die nachhaltige Zusammenarbeit der Holzwinkel-Kommunen eine neue Kooperationsform geschaffen – es wurde das „Entwicklungsforum Holzwinkel und Altenmünster e.V.“ gegründet. Dieses Forum bietet eine Mitwirkungsstruktur nach dem „6X6 Prinzip“. Sechs Gemeinden haben sechs strategische Entwicklungsfelder zu bearbeiten. Damit leitet jeder der sechs Bürgermeister je ein gemeindeübergreifendes Entwicklungsfeld. Jedem Bürgermeister stehen hierfür sechs sog. Entwicklungsräte zur Seite. Dabei handelt es sich um je einen Gemeinderat aus jeder der sechs Kommunen. Jedes Entwicklungsfeld wird damit von einem Bürgermeister geleitet und er wird dabei von je einem Gemeinderat aus den sechs Kommunen unterstützt. Bürger

aus allen sechs Kommunen haben die Möglichkeit, bei allen Entwicklungsfeldern als beratende und mitarbeitende Mitglieder aktiv dabei zu sein. Das Entwicklungsforum wurde im September 2014 gegründet.

Die sechs strategischen Entwicklungsfelder

Um dem Profilversprechen „Freiraum zum Leben“ gerecht zu werden, bedarf es vielfältigster Projekte und Maßnahmen. Das Management dieser konkreten Entwicklungsschritte benötigt neben eines organisatorischen Fundaments auch eine sinnvolle inhaltliche Struktur. So wurden für die Holzwinkelregion sechs strategische Entwicklungsfelder definiert:

- Wohnen, Gewerbe, Land- und Forstwirtschaft
- Schule und Bildung
- Gemeinschaft und Freizeit
- Naherholung und Kultur (Gäste)
- Infrastruktur, Anbindung und Energiewirtschaft
- Dorfentwicklung und Zukunftsgestaltung

Ganz konkret wird z. B. aus dem Entwicklungsfeld „Wohnen, Gewerbe, Land- und Forstwirtschaft“ das Projekt „Landwirtschaftliches Kernwegenetz“ bearbeitet. Hier geht es um das Herausarbeiten und Realisieren landwirtschaftlicher Hauptwege. Das Amt für Ländliche Entwicklung ist bei all diesen Projekten ein wichtiger Partner.

Fazit

Die sechs Bürgermeister der Holzwinkelregion hatten im Jahr 2012 ihr kooperatives Regionalmanagement in Form einer Integrierten Ländlichen Entwicklung gestartet. Dabei haben sie sich gemeinsam mit dem Amt für Ländliche Entwicklung Schwaben dazu entschieden, den neuen Weg einer „Profilorientierten Integrierten Ländlichen Entwicklung“ zu gehen. Gerade das Profil hat den großen Vorteil, Klarheit zu schaffen für die grundsätzliche Zukunftsentwicklung, für den Imageaufbau, für die Begeisterung und die Kooperationsbereitschaft der Mitwirkenden, für den effizienten Einsatz der zur Verfügung stehenden Mittel, für das Einwerben neuer Mittel und letztendlich für die tatsächliche Realisierung der geplanten Entwicklungen. Die definierte Mitwirkungsstruktur in der Form des Entwicklungsforums hat den großen Vorteil, dass gewählte Volksvertreter und engagierte Bürger in einer klar geordneten Art zusammenarbeiten können, ohne hierarchische Grenzen konfliktbehaftet überschreiten zu müssen. Die Strategischen Entwicklungsfelder haben den Vorteil der klaren inhaltlichen Struktur für die vielen Einzelprojekte und Maßnahmen. Bei all den Vorteilen eines geeigneten angewandt-wissenschaftlichen Managementansatzes darf das Entscheidende für den Erfolg kommunaler Entwicklungsprojekte nicht übersehen werden: Es ist der eindeutige Wille der politisch verantwortlichen Bürgermeister und Gemeinderäte sowie die unbedingte Kooperations- und Hilfsbereitschaft des Amtes für Ländliche Entwicklung, eine integrierte Zukunft für eine Region zu erreichen. Die Holzwinkel-Region Landkreis Augsburg verfügt über diese Vorzüge. <

Kompetenzfeld Materialwirtschaft und Logistik

Ansprechpartner für Fragestellungen aus
Produktion und Logistik

> Das „Kompetenzfeld Materialwirtschaft und Logistik“ (KMUL) ist seit 2010 an der Fakultät für Wirtschaft aktiv und in Augsburg etabliert. Im Kompetenzfeld arbeiten drei hauptamtliche Professoren der Hochschule Augsburg mit derzeit sieben Mitarbeitern an aktuellen Fragestellungen aus der regionalen und überregionalen Wirtschaft.

Die Professoren greifen dabei auf ihre Expertise aus mehrjährigen praktischen Erfahrungen zurück und kombinieren diese mit hochaktuellen Kenntnissen aus der Wissenschaft. Im Fokus der Arbeiten stehen Prozessmanagement, Projektmanagement, Technologieeinsatz in Geschäftsprozessen, Lean Management und Change Management.

In seinem Handeln ist das Kompetenzfeld dem Hochschul-Motto „Gefragte Persönlichkeiten“ und den zur Erreichung dieses Mottos beinhalteten Zielen treu, nämlich:

- fachlich hervorragend vorbereitete und „Gefragte Berufseinsteiger“, insbesondere für die Produktion und Logistik heranzubilden,
- die Produktion und Logistik als interessantes und „Gefragtes Betätigungsfeld“ darzustellen,
- für Unternehmen im Bereich Produktion und Logistik als „Gefragte Spezialisten“ Projekte anzubieten.

Um diese Ziele möglichst praxisnah zu verwirklichen, bietet das KMUL Unternehmen eine Reihe von Kooperationsmöglichkeiten.

- Professionelle Beratung im Rahmen von Drittmittelprojekten durch Professoren und Mitarbeiter.

- Professionelle Projektumsetzung im Rahmen von Drittmittelprojekten durch Professoren und Mitarbeiter.
- Erstellung von Auftragsstudien.
- Studentische Beratungsprojekte.
- Aufsetzen und Betreuen von Abschlussarbeiten.

Alle Projekte können von Konzepterstellung bis zur Umsetzung betreut werden.

Aus KMUL wird HSAOps

Die Zusammensetzung der Professoren und wissenschaftlichen Mitarbeiter ermöglicht schon seit längerer Zeit die Beratung über logistische Fragestellungen hinaus. Aus diesem Grund wird sich das Kompetenzfeld für Materialwirtschaft und Logistik umbenennen. Ab dem Herbst 2015 bietet dann die Forschungsgruppe Optimierung und Operations Management (HSAOps) umfassende Beratungsleistungen betriebsintern wie betriebsübergreifend an:

Beratungsleistung

- Prozessoptimierung
- Projektumsetzung
- Projektrettung

Erweiterte Beratungsleistung

- Operations Management
- Qualitätsmanagement

Beratungsgebiet

- Betriebsintern sowie betriebsübergreifend
- Informations- und Güterfluss
- Prozessübergreifend



www.hsaops.org



PROF. DR.
MICHAEL KRUPP



PROF. DR.
PETER RICHARD



PROF. DR.
FLORIAN WAIBEL

Hochschule Augsburg
Fakultät für Wirtschaft

Kompetenzfeld Materialwirtschaft
und Logistik (KMUL)

info@hsaops.org
www.hsaops.org

Industrie 4.0 in der Logistik

Befragung auf der Messe transport logistic 2015 in München

> **Industrie 4.0** gilt als Megatrend in allen Wirtschaftsbereichen. Es ist der deutsche Name für ein Zukunftsprojekt, mit dem in erster Linie die Digitalisierung der Wirtschaft vorangetrieben werden soll. Die Verschmelzung von virtueller und realer Welt ist dabei eines der zentralen Merkmale. Maschinen und ganze Produktionsanlagen sollen zukünftig selbststeuernd und autonom mit dem Menschen über das Internet der Dinge kommunizieren. Doch wie ist der aktuelle Stand zu diesem Thema in der Logistik als sehr industriennahe Dienstleistung? Werden bereits Industrie 4.0 Angebote für logistische Prozesse angeboten? Und falls ja, wie ist die Nachfrage solcher Anwendungen?

Diese und zahlreiche weitere Fragen hat sich der Kurs zur Vertieften Praxis im Schwerpunkt Logistik und Supply Chain Management unter Leitung von Prof. Dr. Krupp und Viktoria Fleck im Sommersemester 2015 gestellt. Die diesjährige transport logistic Messe in München, die internationale Leitmesse für Logistik, Mobilität, IT und Supply Chain Management, war ein geeignetes Forum, um diesen Fragen nachzugehen und ein Gespür für die Trends in der Logistikbranche zu erhalten. Mit Hilfe des Interviewleitfadens wurden verschiedene Unternehmen zum Thema Industrie 4.0 befragt und die Gespräche im Nachgang ausgewertet.

Vorgehensweise und Methodik

Für die ersten Rechercheaufgaben wurden die 25 Studierenden der Vertiefung in sechs Gruppen eingeteilt. Insgesamt wurden aus fünf unterschiedlichen Quellen (Verbände, Bücher, Magazine, Fachkongresse und Unternehmenswebseiten) Informationen zum Thema Industrie 4.0 gesammelt und gebündelt. Zeitgleich wurde mit Hilfe einer Content Analyse von einer weiteren Gruppe eine geeignete Methode zur Messebefragung über die aktuelle Lage zum Thema Industrie 4.0 in der Logistik ausgearbeitet. Insgesamt wurden 40 Industrie 4.0 Merkmale identifiziert und bestimmten Themenfeldern zugeordnet (z.B. Automatisierung, Datenmanagement und Mensch, etc.). Ausgehend von diesen Merkmalen wurde ein Fragebogen für den Besuch der Messe ausgearbeitet.

Wahrnehmung zu Industrie 4.0

Unternehmen: _____

Branche: _____

Ansprechpartner: _____

Position: _____

(im Unternehmen)

Halle: _____

Zusatzmaterial: ja nein

Leitfaden

- Was **versteh**t Ihr Unternehmen unter Industrie 4.0?
(keine persönliche Meinung)
- Welche **Kernkompetenzen** hat das Unternehmen im Bereich Industrie 4.0?
- Welche **Angebote** gibt es aktuell und zukünftig?
- Wird jetzt schon mit dem Angebot Geld verdient? Wie ist die **Nachfrage**?

Notizen

Kriterienkatalog

Zutreffendes bitte ankreuzen!

Automatisierung	GPS	Vernetzung	IT / Datenmanagement	Individualisierung	Mensch	Sonstige Merkmale
Smart Factory	Sensoren	Internet der Dinge/Dienste	Effektivität / Effizienz steigern	Optimierung Werkschopfungszyklen	Mensch-Roboter-Kooperation	Optimierung Selbst-Regulierung von Prozessen
Smart Grids	Cybernetik-Management	Digitale Enterprise-Plattformen	IT-Sicherheit / Datenschutz	Neue Kompetenzprofile	Komplexitätsanpassung	
Smart Mobility	Embedded-Systeme	Vernetzung M2M	Big Data	Hohe Variantenvielfalt	Arbeitsplatzgestaltung	Standardisierung von Prozessen
Smart Label (RFID, Software, QR-Code)		Verschmelzung realer und virtueller Welt	Cloud Computing	Niedrige Losgrößen	Work-Life-Balance (Ergonomie)	Verbesserte Flexibilität in der Produktion
Autonome		Vernetzung von Unternehmen	Informations- und Kommunikationstechnik			Produkt-Lifecycle
Neue Technologien		Horizontale und vertikale Integration				Lean-Management
'Pick-by-Motion'						Ressourcenflexibilität
Mobile Montageassistenten						
Intelligente innovative Produkte						
Kundliche Intelligenz (Objekte)						
Ausbau von Leistungen/Selbstläufer an Aufträgen mit elektronischen Leitsystemen						

1 Fragebogen mit Leitfragen und Industrie 4.0 Ankreuzfeldern.



2 Ergebnisdarstellung der Befragung.

Zunächst wurden allgemeine Fragen zum Unternehmen und der befragten Person gestellt. Die mittleren Fragen sollten dann als Leitfaden für die Gespräche dienen. Die Kriterien wurden dann im Nachhinein nach dem „Bingo“ Prinzip angekreuzt, d.h. alle genannten Merkmale wurden für die weitere Analyse betrachtet. Um die Ergebnisse nicht im laufenden Gespräch zu verfälschen, wurde der Fragebogen erst danach ausgefüllt. Informationsmaterial der besuchten Unternehmen ergänzte die spätere Auswertung.

Auswertung Messeergebnisse

Die Auswertung der Befragungen sowie das Informationsmaterial brachte einen Einblick in die aktuelle Situation der Industrie 4.0 in der Logistik. Ebenfalls war es wichtig, die Unternehmen herauszufiltern, die sich mit dem Begriff Industrie 4.0 identifizieren können.

Allgemeine Informationen

Zunächst wurden die Unternehmen nach Mitarbeiteranzahl und Größe sortiert, danach nach Branchen und Unternehmensstandorten geclustert. Die meisten Befragungen fanden bei Logistikdienstleistern statt. Interessant war, das nicht nur Großunternehmen teilnahmen, sondern auch einige klein- und mittelständische Unternehmen. Ebenfalls ist aufgefallen, dass die Unternehmen, die sich mit dem Begriff Industrie 4.0 identifizieren konnten, in den logistischen Ballungsräumen Deutschlands ihren Hauptsitz haben. Da die Messe eine internationale Messe ist, war es der Gruppe auch möglich, Unternehmen aus dem Ausland zu befragen. Obwohl der Begriff Industrie 4.0 in Deutschland geprägt wurde, ist er auch einigen ausländischen Unternehmen bekannt.

Industrie 4.0 Informationen

Da der Fokus auf der Analyse der aktuellen Situation lag, wurden einige Fragen rund um das Thema Industrie 4.0 gestellt. Erstaunlicherweise konnten von den befragten Unternehmen nur 43 % ihr Unternehmen mit dem Begriff identifizieren. Ausgehend von dem aktuellen Medienhype ist dieses Ergebnis sehr ernüchternd. Nur 39 % der befragten Unternehmen können bereits heute schon Lösungen im Bereich von Industrie 4.0 anbieten. Wiederum nur 17 % dieser angebotenen Lösungen stoßen tatsächlich auf eine Nachfrage beim Kunden. Dieses Ergebnis verdeutlicht, dass der Markt für Industrie 4.0 noch nicht bereit ist und klare Geschäftsmodelle in diesem Bereich noch nicht ersichtlich sind. Aus den Gesprächen wird auch deutlich, dass es noch kein schlagkräftiges Verkaufsargument für solche Lösungen gibt.

Bei der Befragung wurde ebenfalls nach Industrie 4.0 Merkmalen analysiert. Hier wurden Merkmale wie Big Data, Cloud Computing und Echtzeitdaten am häufigsten genannt, Merkmale im Automatisierungsbereich hingegen seltener. Fast keine Merkmalsübereinstimmungen traten beim Thema Mensch und die Veränderung der Arbeitswelt auf. Abbildung 3 zeigt die von Logistikdienstleistern am häufigsten genannten Merkmale. Für diese liegt der Fokus von Industrie 4.0 klar in den effizienz- und effektivitätssteigernden Merkmalen, ebenfalls spielt die Optimierung der Wertschöpfungskette für diese eine große Rolle. Die Möglichkeit neuer Angebote und innovativer Geschäftsmodelle spielen offenbar eine untergeordnete Rolle.



MICHAEL KRUPP

Hochschule Augsburg
 Fakultät für Wirtschaft
 Tel. +49 821 5586-291
 michael.krupp@hs-augsburg.de

Kompetenzfeld Materialwirtschaft und Logistik (KMUL)

info@hsaops.org
 www.hsaops.org



VIKTORIA FLECK

viktoria.fleck@hs-augsburg.de



Insgesamt gab es am Messetag 12 Gruppen á 2 Personen. Jede Gruppe hatte mindestens 12 Befragungen durchzuführen. Es wurden circa 20 Minuten pro Interview angesetzt. Insgesamt konnten 142 Unternehmen befragt werden (7% aller teilnehmenden Aussteller).

Die Aussagen der Gesprächspartner wurden im Nachgang mit dem gesichteten Informationsmaterial verglichen. Im Schnitt wurden im Informationsmaterial weniger Industrie 4.0 Merkmale identifiziert, als im Gespräch genannt wurden. Auch hier wird wieder ersichtlich, dass das Verkaufspersonal zwar gut auf das Thema vorbereitet und dementsprechend geschult wurde, es aber bei den meisten Unternehmen noch kein entsprechendes Angebot und Verkaufsargument gibt. Es ist klar, dass das Thema bedient werden muss, da ein bestimmtes Umsatzpotenzial ersichtlich ist, jedoch gibt es nur wenige Angebote und Themenfelder in diesem Bereich (ersichtlich aus den Unterlagen).

Aktuelle Industrie 4.0 Anwendungen in der Logistik

Auch wenn viele der befragten Unternehmen den Begriff Industrie 4.0 mit ihrem Unternehmen nicht identifizieren konnten, gab es auch Unternehmen, die mit dem Begriff etwas anfangen können. Je nach Definition sind heute Industrie 4.0 Anwendungen in der Logistik verbreitet und einige davon wurden auch auf der Messe entdeckt.

Die Abbildungen 4 und 5 zeigen Beispiele der bereits vorhandenen Logistikanwendungen. Der Auto Pallet Mover von der Firma Jungheinrich ist ein fahrerloses Transportsystem, das sich mittels Lasernavigation und Reflektoren komplett selbständig, ohne menschlichen Einfluss selbst fortbewegt. Die Firma Grenzebach hat ebenfalls ein fahrerloses Transportsystem entwickelt, welches Regale automatisch zu bestimmten Pickstationen bringt.

Der InBin von der Firma Würth ist ein Behälter, der Füllstands-, Zähl- und Bestellinformationen per integrierter Kamera abrufen kann. Des Weiteren gibt es bereits Plattformen für Ladungsverwaltungssoftware, mit denen die Kontoverwaltung von diversen Ladungsträgern (Europaletten) mobil über eine App gesteuert wird. Ein Swap-Service ermöglicht mit Hilfe von Telematik die Überwachung von Fahrzeugflotten und sorgt für eine effiziente Unfallverhütung, da die Fahrzeuge der einzelnen Flotten geortet werden und bei Wartung und Reparaturen Meldungen abgeben. Das Unternehmen Picavi hat eine mobile Datenbrille für die Kommissionierung von Gütern entwickelt.

Diese Brille erstellt eine papierlose Pickliste und macht eine voll automatisierte und mobile Kommissionierung möglich. All diese Anwendungen sind digitalisierte, selbststeuernde Systeme, die durch IT Unterstützung einzelne logistische Prozessschritte automatisieren und spiegeln deshalb klassische Industrie 4.0 Beispiele wieder. <

WEITERFÜHRENDE LITERATUR

- 01 BITKOM (2015): „Umsetzungsstrategie Industrie 4.0“. Online: https://www.bitkom.org/Publikationen/2015/Leitfaden/Umsetzungsstrategie-Industrie-4.0/150410_Umsetzungsstrategie_0.pdf.
- 02 Plattform Industrie 4.0 (2013): Der Weg zur Industrie 4.0. Online verfügbar unter <http://www.plattform-i40.de/hintergrund/rueckblick>, zuletzt geprüft am 05.08.2015.
- 03 VDI (2014): Industrie 4.0 – Wertschöpfungsketten. Online: https://www.vdi.de/fileadmin/vdi_de/redakteur_dateien/sk_dateien/VDI_Industrie_4.0_Wertschoepfungsketten_2014.pdf.
- 04 Krupp, Richard, Waibel, Fleck, Isakovic (2015) „Industrie 4.0“, Augsburg: Arbeitspapiere für Materialwirtschaft und Logistik, Band 4.0, vssl. Nov. 2015.



3 Häufigkeitsnennungen der Industrie 4.0 Merkmale bei Logistikdienstleistern.

4 Auto Pallet Mover/ Jungheinrich.

5 G-Pro/Grenzebach.



Kanbangedeute Fertigung

Prozessanalyse im Zentrallager der Aumüller Aumatic GmbH

> Im Rahmen des Vertiefungsmoduls „Supply Chain Management“ haben Studierende der Hochschule Augsburg insgesamt sieben Optimierungspotenziale in den Prozessen des Wareneingangs sowie des Zentrallagers der Aumüller Aumatic GmbH ausgearbeitet und umgesetzt. Zudem wurde die Antriebsfertigung im Rahmen des Projektes „Einführung einer kanbangedeuten Fertigung“ analysiert und diese auf eine Kanbansteuerung umgestellt. Die erarbeiteten Handlungsempfehlungen sind sowohl qualitativ als auch quantitativ messbar. Dadurch kann nicht nur ein Einsparpotenzial von 50 Std./Monat generiert, sondern auch die Qualitätssicherung in der Produktion erhöht werden.

Die kontinuierliche Analyse und Optimierung innerbetrieblicher Prozesse ist für Unternehmen essentiell, um unnötige Handhabungen und Prozessschritte zu vermeiden und damit wirtschaftlich zu bleiben. Durch die Optimierung der Prozesse im Zentrallager und der Fertigung lassen sich Durchlaufzeiten sowie Bestände reduzieren, die sich im Umlaufvermögen eines Unternehmens widerspiegeln.

Insgesamt 25 Studierende analysierten im Wintersemester 2014/2015 das Zentrallager sowie die Fertigung bei der Aumüller Aumatic GmbH. Drei Teams teilten sich die Bereiche „Qualitätssicherung im Wareneingang“, „Reduzierung bzw. Eliminierung der Lager-Pufferfläche“ sowie „Visualisierung“ auf. Zu jedem der drei Themen sollten die Gruppen ein Konzept zur Optimierung der Prozesse erarbeiten. In einem weiteren Projekt war die Umstellung der Antriebsproduktion auf eine kanbangedeute Fertigung das Ziel.

Qualitätssicherung im Wareneingang

Um einen optimalen Produktions- und Materialfluss gewährleisten zu können, bedarf es einer gut aufgestellten Fertigungssteuerung und -anordnung sowie Lagerhaltung. So sollte der IST-Prozess aufgenommen und daraus resultierend Optimierungspotenziale im Wareneingang, im Qualitätsprozess und der Einlagerung der Ware aufgezeigt werden. Ziel war es, einen optimalen Wareneingangsfluss bis hin zur Einlagerung der Ware zu generieren. Daraus sollten die Reduktion der Durchlaufzeiten sowie eine entsprechende Ordnung am Arbeitsplatz resultieren.

Reduzierung bzw. Eliminierung der Lager-Pufferfläche

Um eine termingerechte Auslieferung der Ware sowie einen reibungslosen Fluss der Materialien zu gewährleisten, ist der erste Schritt eine detaillierte Aufnahme des IST-Prozesses, um daraus resultierende Optimierungspotenziale im Warenausgang, insbesondere in Anbetracht der Pufferplätze und dem Kommissionierprozess aufzuzeigen. Auch sollte die vorhandene Lagerstruktur überarbeitet und gegebenenfalls angepasst bzw. optimiert werden. Entscheidend war hierbei, die Durchlaufzeiten zu reduzieren sowie unnötige Pufferplätze zu eliminieren.



MARJAN ISAKOVIC

Hochschule Augsburg
Fakultät für Wirtschaft
Tel. +49 821 5586-2911

Kompetenzfeld Materialwirtschaft
und Logistik (KMUL)

info@hsaops.org
www.hsaops.org

Visualisierung

Die Ziele einer Visualisierung der Arbeitsabläufe und -ergebnisse ist es, diese für die Mitarbeiter transparenter zu gestalten und sie damit in Richtung einer kontinuierlicher Verbesserung und Vermeidung von Fehlern und Verschwendung zu sensibilisieren. Weiterhin wird das Sichtbarmachen von Problemen verfolgt.

Einführung einer kanbangesteuerten Fertigung

Ein System zur Optimierung der Produktions- und Materialflüsse ist die kanbangesteuerte Fertigung. Ein Kanban-System wird dabei zunächst grundsätzlich von der vorgelagerten Fertigungsstufe gesteuert. Unterschreitet der Lagerbestand eines Materials hier einen bestimmten Wert (Meldebestand), wird dies an das Zentrallager gemeldet. Eine Bestellkarte am leeren Behälter stößt somit eine Bereitstellung des Materials am Einsatzort aus. Damit werden die lokalen Bestände von Vorprodukten in der Produktion reduziert und eine optimale Materialversorgung gewährleistet.

Ergebnisse

Die Analyse beim Wareneingang ergab, dass die Überprüfung der Maße zur Qualitätsprüfung der angelieferten Ware wegen der Vermessung von Bohrungen und Winkeln einen enormen Zeitaufwand bedeutet. Des Weiteren führte ein fehlendes Wissensmanagement dazu, dass die Überprüfung der Teile ohne den zuständigen Qualitätsprüfer nicht durchgeführt werden konnte. Um die Durchlaufzeit bei der Prüfung und die Fehlerwahrscheinlichkeit zu verringern, erarbeitete das Projektteam ein Schablonenkonzept, mit dem angelieferte Teile schnell und sicher von jedem Mitarbeiter geprüft werden können.

Als Grundlage diente hierfür die Prüfmatrix, mit deren Hilfe die angelieferten Materialien auf ihre Prüfhäufigkeit und benötigte Vermessungsdauer priorisiert wurden. Dabei wurden die Teile in die neu benannten Gruppen „Geister (= Prüfhäufigkeit gering; Vermessungsdauer gering)“, Schnelle (= oft & schnell), Nervensägen (= selten & aufwändig) und Problemfälle (= oft & aufwändig) gegliedert. Aufgrund des breiten Teilespektrums lag der Fokus auf den „Problemfällen“, da durch das Schablonenkonzept in dieser Gruppierung ein enormes Ersparnis in der Durchlaufzeit generiert werden konnte.

Um die Pufferfläche im Zentrallager zu reduzieren bzw. zu eliminieren, wurde zunächst eine IST-Analyse des aktuellen Pufferlagerbestandes durchgeführt. Das Pufferlager, das bis dato als Ablage für sämtliche Artikel gedient hat, sollte zu einer Versandfläche werden. Nicht mehr benötigte Artikel wurden aussortiert bzw. umgelagert und die dadurch geschaffene Fläche zu einem auf kalenderwochen-basierten Versandlager umstrukturiert. Im Zentral- und Versandlager entstanden in Folge neue Flächen.

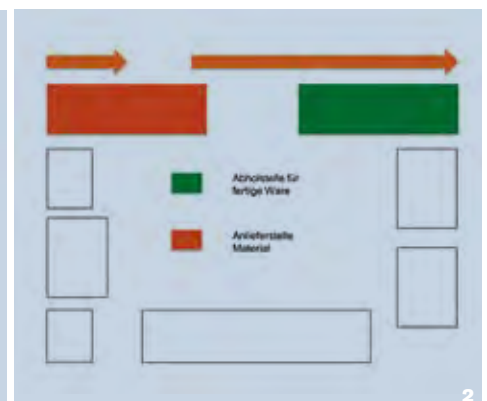
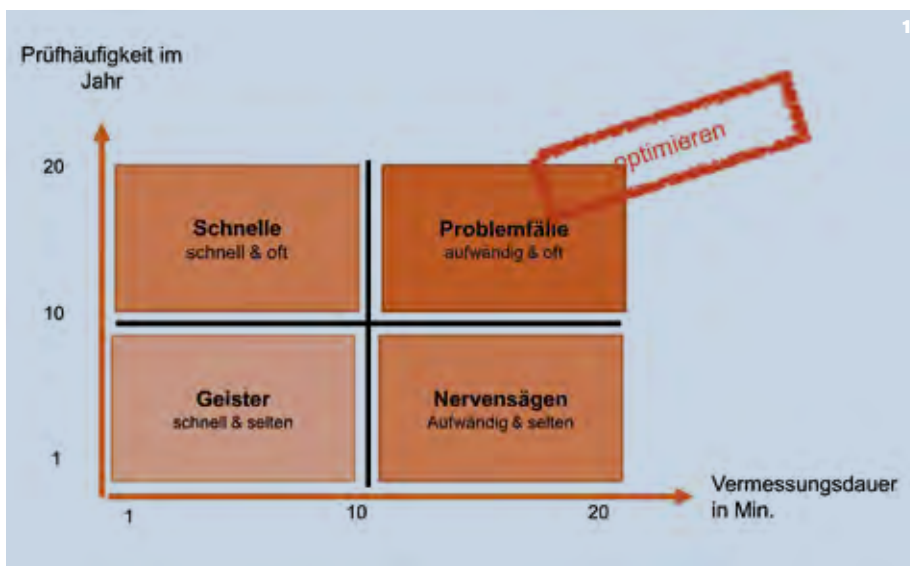
Um unnötige Prozessschritte bei der Einlagerung von Fertigwaren zu eliminieren, wurde ein Routenzugkonzept ausgearbeitet. Dabei sollen an jedem Fertigungsplatz Flächen zur Anlieferung von Produktionsmaterialien sowie zur Abholung von Fertigware geschaffen werden. Aufgabe des Visualisierungsteams war es, sämtliche Optimierungsansätze visuell zu festigen und zu unterstützen. Insgesamt wurden sieben Optimierungspotenziale aufgezeigt und vorgestellt.

Bei der Kanban-Einführung führten die Studierenden zunächst eine ABC-XYZ-Analyse durch. Dabei werden die Güter anhand ihres Wertanteils am Jahresverbrauchswert sowie der Regelmäßigkeit und Häufigkeit ihres Verbrauchs klassifiziert. Für eine kanbangesteuerte Fertigung sind im Regelfall Güter mit einem geringen bis mittelhohen Wertanteil (BC-Güter) und einem regelmäßigen Verbrauch (XY-Güter) zu bevorzugen. Diese Analyse war neben der Festlegung von weiteren Kriterien wie etwa der Materialgröße Grundlage für die Bestimmung der kanbanfähigen Materialien.

Im nächsten Schritt musste die IST-Situation der Fertigungsplätze analysiert und die benötigten Flächen für die Kanbanbehälter bestimmt werden. Dabei werden die Behälter nach Größe und Fassungsvermögen ausgewählt und bestimmt. Insgesamt werden in Zukunft 350 unterschiedliche Materialien in der Antriebsfertigung kanbangesteuert. Durch die Einführung der kanbangesteuerten Fertigung werden insgesamt 60 Minuten täglich eingespart sowie Bestände reduziert und indirekte Bereiche entlastet.

Dank

Das Projektteam bedankt sich für die hervorragende Zusammenarbeit mit der Aumüller Aumatic GmbH und für die Einblicke in die verschiedenen Bereiche der Fertigung und Lager und Versand. <



- 1 Prüfmatrix im Wareneingang nach Prüfhäufigkeit und Vermessungsdauer.
- 2 Routenzugkonzept.

Industrie 4.0 für KMUs in der Region

Veränderungsprozesse für kleinere und mittlere Unternehmen

> In einer Zeit, in der der Unternehmenserfolg stark von turbulenten, dynamischen und sich verändernden Umwelten beeinflusst wird und Kundenanforderungen stetig wachsen, sind vor allem technologische Veränderungen und Anpassungen in den prozessorientierten Aktivitäten in Unternehmen tägliche Realität. Industrie 4.0 gilt in diesem Zusammenhang als technologischer Megatrend in allen Industriebranchen und ist ein Zukunftsprojekt mit dem in erster Linie die Digitalisierung der Wirtschaft voran angetrieben werden soll.

Dieses Zukunftsprojekt hat aktuell ein immer steigendes Auftreten in den Medien erreicht. Auch in den unterschiedlichsten Branchen rückt das Thema immer mehr in der Vordergrund. Jedermann spricht davon und versucht es zu verstehen. Und dennoch gibt es aktuell keine klare Definition, was genau darunter verstanden wird. Viele mittelständische Unternehmen sehen dies als besondere Herausforderung an. Jedoch ist ebenfalls klar, dass Industrie 4.0 viele Chancen für den Markt mit sich bringt.

„Nach Mechanisierung, Elektrifizierung und Informatisierung der Industrie läutet der Einzug des Internets der Dinge und Dienste in die Fabrik eine 4. Industrielle Revolution ein. Unternehmen werden zukünftig ihre Maschinen, Lagersysteme und Betriebsmittel als

Cyber-Physical Systems (CPS) weltweit vernetzen. Für die Produktion bedeutet dies intelligente Systeme, die selbstständig Informationen austauschen, weitergeben und sich selbst steuern“¹.

Bedeutung Industrie 4.0 für KMU

Vor diesem Hintergrund und den prognostizierten Veränderungen stellt sich die Frage, was Industrie 4.0 für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) bedeutet und wie diese mit den Veränderungen umgehen sollen bzw. wie diese sich in die „Revolution“ einbringen können. Ebenfalls stellt sich die Frage, wie diese auf die Anforderungen der vierten industriellen Revolution vorbereitet sind. Für KMUs besteht hierbei ein hohes Risiko an Wettbewerbsfähigkeit zu verlieren, da sie oft als Zulieferer in einer Supply Chain von Großunter-

Die vier Stufen industrieller Revolutionen



BITKOM und Fraunhofer IAO: Industrie 4.0 Studie – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland, S. 10.

¹ Die vier Stufen der industriellen Revolution.

1. PROZESSE BEREINIGEN	2. SYSTEMLANDSCHAFT/ ERP SYSTEM ABGLEICHEN	3. STAMMDATEN BEREINIGEN
Bevor Prozesse digitalisiert werden können, sollten die bestehenden Abläufe dokumentiert und bereinigt werden	Systemlandschaften sollten vereinheitlicht werden. Ebenfalls sollten Prozesse in den ERP Systemen hinterlegt sein.	Jegliche Stammdaten zu den Attiken sollten vorhanden sein und auch auf dem aktuellsten Stand sein.

2 Industrie 4.0 Handlungsfelder für KMU.

nehmen auftauchen. Vielen KMUs ist der Nutzen von Industrie 4.0 noch unklar. Auch fehlen konkrete Ansatzpunkte, mit welchen Produkten, Dienstleistungen und Geschäftsmodellen im Unternehmen gestartet werden soll. Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit und Eröffnung neuer Geschäftsfelder für Mittelstand und Handwerk sollten hierbei im Vordergrund stehen.

Aktueller Stand der Forschung

Seit 2011 dominiert der Begriff „Industrie 4.0“ die aktuelle Wirtschaft. Trotz intensiver Diskussionen des Begriffs in Industrie, Wissenschaft und Politik ist bisher kein einheitliches Bild von Industrie 4.0 entstanden. Vor allem KMUs fällt es hier sehr schwer, eine klare Definition und ein klares Verständnis herzustellen. Es fällt ihnen daher sehr schwer, eine strategische Vorgehensweise zu entwickeln. Während Großunternehmen schon in ganze Projekte und Abteilungen für die intensive Forschung und Entwicklung investieren, stellen sich KMUs immer noch die Frage nach einer griffigen und hilfreichen Definition. Aus verschiedenen Interviews und Befragungen bei diversen Maschinenbauunternehmen in Augsburg und Region konnten einige interessante Schlüsse zur aktuellen Situation in der Region getroffen werden. Es gibt vereinzelt schon KMUs, die Industrie 4.0 in ihren Werken anwenden und täglich damit arbeiten, jedoch wissen sie das nicht und liegen in der Selbsteinschätzung gegenüber anderen stark zurück. Ebenfalls gibt es einige Herausforderungen und Aufgaben, welche KMUs zu meistern haben, bevor überhaupt an Industrie 4.0 zu denken ist.

Obige Handlungsfelder zeigen die Herausforderungen der KMUs auf dem Weg zu Industrie 4.0.

Diese Schritte sind grundsätzlich Voraussetzung für eine erfolgreiche Industrie 4.0 Umsetzung in Unternehmen. Für das Gelingen von Industrie 4.0 ist ebenfalls die Standardisierung von zentraler Bedeutung. <

WEITERFÜHRENDE LITERATUR

- 01 BITKOM (2015): „Umsetzungsstrategie Industrie 4.0“. Online: https://www.bitkom.org/Publikationen/2015/Leitfaden/Umsetzungsstrategie-Industrie-4.0/150410_Umsetzungsstrategie_0.pdf.
- 02 BMWI (2015): Industrie 4.0 Volks- und betriebswirtschaftliche Faktoren für den Standort. Online: http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/F/industrie-4-0-volks-und_20betriebswirtschaftliche-faktoren-deutschland,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true,pdf.
- 03 BVMI (2015): Industrie 4.0 für KMU. Online: <http://www.bvmw.de/nc/homeseiten/news/artikel/industrie-40-fuer-kmu-mittelstand-digital-auf-der-hannover-messe.html>.
- 04 Plattform Industrie 4.0 (2013): Der Weg zur Industrie 4.0. Online verfügbar unter <http://www.plattform-i40.de/hintergrund/rueckblick>, zuletzt geprüft am 05.08.2015.
- 05 VDI (2014): Industrie 4.0 – Wertschöpfungsketten. Online: https://www.vdi.de/fileadmin/vdi_de/redakteur_dateien/sk_dateien/VDI_Industrie_4.0_Wertschoepfungsketten_2014.pdf.



VIKTORIA FLECK

Hochschule Augsburg

Fakultät für Wirtschaft

Tel. +49 821 5586-2398

viktoria.fleck@hs-augsburg.de

**Kompetenzfeld Materialwirtschaft
und Logistik (KMUL)**

info@hsaops.org

www.hsaops.org

1 Acatech Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e. V. (2013): „Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern - Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0“

Industrie 4.0 – Die Digitalisierung der Wirtschaft

Praxisprojekt „Logistik und Supply Chain Management“

> Im Rahmen des Projekts zur vertieften Praxis „Logistik und Supply Chain Management“ haben Studierende der Hochschule Augsburg das Schlagwort „Industrie 4.0“ näher betrachtet und dessen Bedeutung für kleine und mittelständische Unternehmen analysiert. Dabei wurden gängige Definitionen untersucht, gegenwärtige technologische Anwendungen sowie zukünftige Visionen aufgearbeitet und ein Konzept zur Herangehensweise erarbeitet.

Trotz zahlreicher Diskussionen zur Industrie 4.0 ist kein einheitliches Verständnis der Veränderungen entstanden, die durch die sog. „4. industrielle Revolution“ auf die deutsche Wirtschaft zukommen. Dabei wiederholt sich die Aussage, dass die Umsetzung von Industrie 4.0 eine Voraussetzung für die Produktion der Zukunft ist. Sowohl Konsum-, als auch Investitionsgüter werden verstärkt nach Kundenwünschen differenziert und unterliegen

daher unvorhersehbaren Bedarfsschwankungen. Produktionsprozesse müssen zunehmend dynamisch agieren. Mit den heutigen zentral gesteuerten Prozessen ist dies allerdings kaum möglich. Produktionssysteme, die auf Grundlage von Cyber-Physical-Systems (CPS) arbeiten, d.h. Maschinen, die mit Hilfe von intelligenten Sensoren eigenständig optimieren und rekonfigurieren können, gelten daher als zukünftige Grundvoraussetzung für Produktionsunternehmen. Diese Umstellung stellt ein Umdenken bei Unternehmen dar und insbesondere kleine- und mittelständische Unternehmen tun sich mit der strategischen Ausrichtung auf die vage prognostizierten Veränderungen schwer.

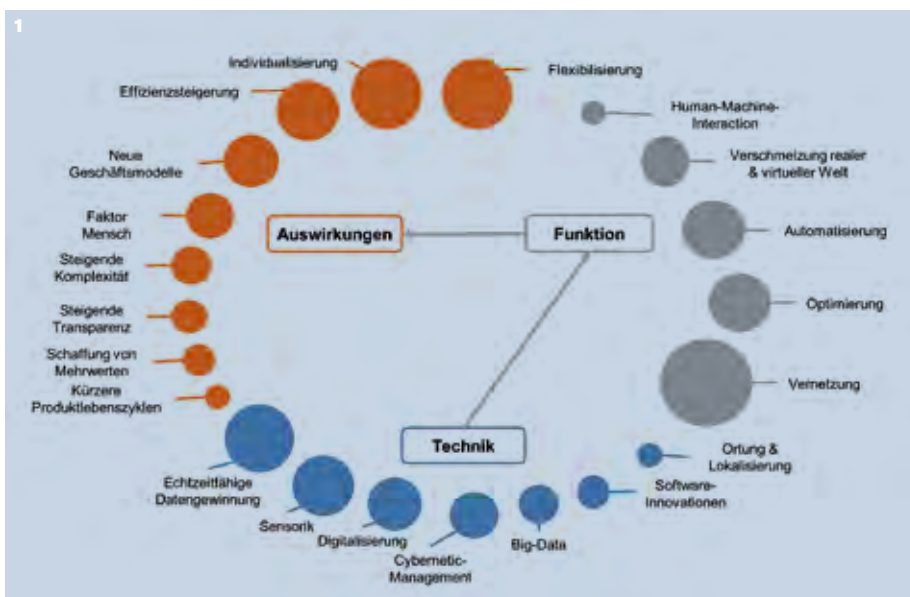
13 Studierende der Hochschule Augsburg hatten sich im Sommersemester 2015 das Ziel gesetzt, das Schlagwort „Industrie 4.0“ aus unterschiedlichen Sichtweisen zu analysieren und auf Grundlage von heutigen technologi-

schen Anwendungen sowie künftigen Visionen konkrete Handlungsfelder zu erarbeiten. Ergänzt wird die Analyse mit Aussagen von Experten aus der Forschung und Wirtschaft, welche von den Studierenden zum Thema interviewt wurden.

Content-Analyse: Zukunftsprojekt Industrie 4.0

Im ersten Schritt wurden gängige Definitionen von „Industrie 4.0“ auf operativer Ebene näher analysiert, um die unterschiedlichen Facetten des Begriffs zu verdeutlichen. Hierzu wurden Schlagworte der Definitionen aus Literatur, Fachartikeln, Magazinen sowie Publikationen von Verbänden und Experten auf drei Ebenen (Technik, Funktion sowie Auswirkungen) anhand ihrer Zusammenhänge sowie Häufigkeit gruppiert bzw. strukturiert.

Auf der Ebene „Technik“ werden technologische Anwendungen aufgezeigt, welche in den Definitionen genannt werden. Die Ebene „Funktion“ soll deren funktionalen Eigenschaften näher betrachten. Die dritte Ebene der „Auswirkungen“ zeigt dabei gewollte sowie ungewollte Auswirkungen der technologischen Anwendungen auf. Dabei gilt auf allen Ebenen, dass die Größe der Kreise der Häufigkeit der Nennung des entsprechenden Schlagwortes entspricht.



1 Content-Analyse der gängigen Industrie 4.0 Definitionen.

Auf Grundlage dieser Content-Analyse lassen sich erste Aussagen über die bedeutsamsten technologischen Anwendungen und deren Funktionsanforderungen treffen. So spielen intelligente Sensoren und der Umgang mit großen Datenmengen (Big Data) eine wichtige Rolle. Eine weitere Erkenntnis ist, dass eine Effizienzsteigerung vor der Implikation neuer Geschäftsmodelle steht. Das bedeutet, dass man bei der vierten industriellen Entwicklung verstärkt von einer „Evolution“ anstatt einer „Revolution“ sprechen kann. Auch ist die Rolle des „Faktors Mensch“ noch nicht eindeutig geklärt und dessen Funktion sowie Kompetenzprofil in der Fabrik der Zukunft. Was genau es dem Menschen bringt, ist damit wohl eine der drängendsten Fragen im Themenfeld Industrie 4.0.

Industrie 4.0 Anwendungen

Noch nicht definierte Standards erlauben derzeit keine belastbaren Aussagen darüber, welche technologische Anwendung bzw. Technik sich für Industrie 4.0 als zukunftsfähig erweist. Um nicht auf die Etablierung von Standards warten zu müssen, wurden heutige technologische Anwendungen untersucht, um zu klären, ab wann man von Industrie 4.0 Anwendungen sprechen kann. So ist ein Merkmal, dass aus den physischen Komponenten der industriellen Produktion (z.B. Werkzeugmaschinen) intelligente und digital vernetzte Cyber-Physikalische Systeme (CPS) entstehen. Die Produkte dieser Systeme sind dabei eindeutig identifizierbar, jederzeit lokalisierbar und kennen ihren gegenwärtigen Zustand sowie alternative Wege zur Zielerreichung. Diese Eigenschaften sind z.T. bereits heute in vielen industriellen Produkten und Anwendungen enthalten.

Mit Hilfe von RFID-Chips sowie Kamerasensoren entwickelte beispielsweise das Unternehmen Würth Services GmbH & Co. KG einen intelligenten Behälter, welcher imstande ist, Füllstand-, Zähl- und Bestellinformationen automatisch zu ermitteln, um diese in Echtzeit an das Warenwirtschaftssystem zu übertragen. Somit kann nicht nur voll automatisiert nachbestellt werden, sondern man erhält auch vollständige Transparenz über den Behälterinhalt und über das Verbrauchsverhalten. Ein weiteres Beispiel einer möglichen heutigen Industrie 4.0 Anwendung ist im landwirtschaftlichen Sektor zu finden.

Der Großtraktor AXION der CLASS Kga mbH verwendet beispielsweise spezifische Pflanzensensoren zur exakten Stickstoffermittlung der Pflanzen, um dann die optimale Düngermenge auszubringen. Ausbringkarten mithilfe Satellitendaten sorgen für eine bestmögliche Saatgutverteilung. Der Landwirt kann auch seine Arbeitsplanung mithilfe von Wetterdaten in der entsprechenden Software anpassen. Ein Telemetriesystem zeichnet dabei die erledigte Arbeit auf, womit dann weitere Maschineneinstellungen des Traktors optimiert werden können. Der Traktor verfügt außerdem über einen Autopilot und kann somit eigenständig mit Unterstützung eines Navigationssystems fahren.

Zukunftsvisionen

Die Zukunftsvision Industrie 4.0 bietet nun die Chance, über eine intelligente Steuerung und Vernetzung die Flexibilität, die Energie- und die Ressourceneffizienz von Produktionsprozessen auf eine neue Stufe zu heben. An die Stelle optimierter, zentraler Einzelprozesse tritt in Zukunft ein hochgradig vernetztes Produktionssystem, welches sich dynamisch an die aktuelle Auftragslage anpasst und anhand von Echtzeitdaten Prozessketten und Warenströme optimiert. Hierbei entstehen neue Wertschöpfungsnetzwerke und Geschäftsmodelle, in denen nicht mehr der Mensch Lösungen liefern soll, sondern das Produkt bzw. die Produktionsstraße selbst. Hierbei spielen u.a. die Zukunftsvisionen der „Vernetzung über Unternehmensgrenzen hinweg“ und die „vollständige Automatisierung erfolgskritischer Prozesse“ eine bedeutsame Rolle.

Die Vernetzung ermöglicht einen kontinuierlichen Datenaustausch in Echtzeit zwischen sämtlichen Akteuren der Wertschöpfungskette. Auf Unternehmensebene werden zunächst die verschiedenen Prozessebenen miteinander verknüpft und aufeinander abgestimmt. Die Unternehmen bilden Netzwerke, in denen sie sich zu virtuellen Produktionsgemeinschaften zusammenschließen.

Die Vision „Automatisierung“ von Industrie 4.0 in der Produktions- und Automatisierungstechnik beschreibt die automatische Optimierung der Fertigung durch eine dezentrale Steuerung. Im Mittelpunkt steht hierbei die Smart Factory, die zukünftig die Entscheidungen,



MARJAN ISAKOVIC

Hochschule Augsburg

Fakultät für Wirtschaft

Tel. +49 821 5586-2911

marjan.isakovic@hs-augsburg.de

**Kompetenzfeld Materialwirtschaft
und Logistik (KMUL)**

info@hsaops.org

www.hsaops.org

„was“ und „wie“ produziert werden soll, von alleine trifft. Detailfragen, wie diese Entscheidungen getroffen werden, bleiben in den Visionen meist offen. Durch die globale Vernetzung und internetbasierten Dienste auf einer einheitlichen Datenbasis, werden in Zukunft die Fertigungsprozesse flexibler gestaltet und prozessübergreifend entschieden und gesteuert. Eine vereinfachte Darstellung der Interaktion von künftigen Produktionsstraßen zeigt Abbildung 2.

Implikationen auf das Geschäftsmodell

Die zentrale Frage, die sich ein Unternehmen stellen sollte, ist: „Wer hat den Schlüssel zu meiner Wertschöpfung heute und in Zukunft in der Hand?“. Neben bereits heute wichtigen strategischen Entscheidungen, wie z.B. einer Portfoliobewertung der eigenen Produkte und deren Positionierung, spielen Informationen bzw. Daten in der Zukunft eine stets bedeutsamere Rolle bei der Ausrichtung des eigenen Unternehmens. Durch das Management

größerer Datenmengen entsteht eine Vielzahl an nutzbaren Informationen, welche einen enormen Einfluss auf das Geschäftsmodell haben können. Doch nicht nur die Anzahl an verfügbaren Informationen steigt daraus, sondern auch deren Eintrittswahrscheinlichkeit wird zunehmend prognostizierbar. Aus diesen Gründen müssen sich Unternehmen zunehmend Fragen zu ihrem derzeitigen Geschäftsmodell stellen, um auch in Zukunft wettbewerbsfähig bleiben zu können.

Unter Leistung versteht man, welches Endprodukt der Kunde bekommt. Hier legt das Unternehmen sein Werteverprechen fest. Eine Leistung kann ein materielles oder immaterielles Produkt sein, eine Dienstleistung oder eine Kombination dieser Leistungsbestandteile. Bei der Leistungserstellung wird definiert, wie das Werteverprechen, also die Leistung, gegenüber dem Kunden erbracht wird. Unter Finanzierung ist der Wert gemeint, den das Unternehmen für seine Kunden schafft in

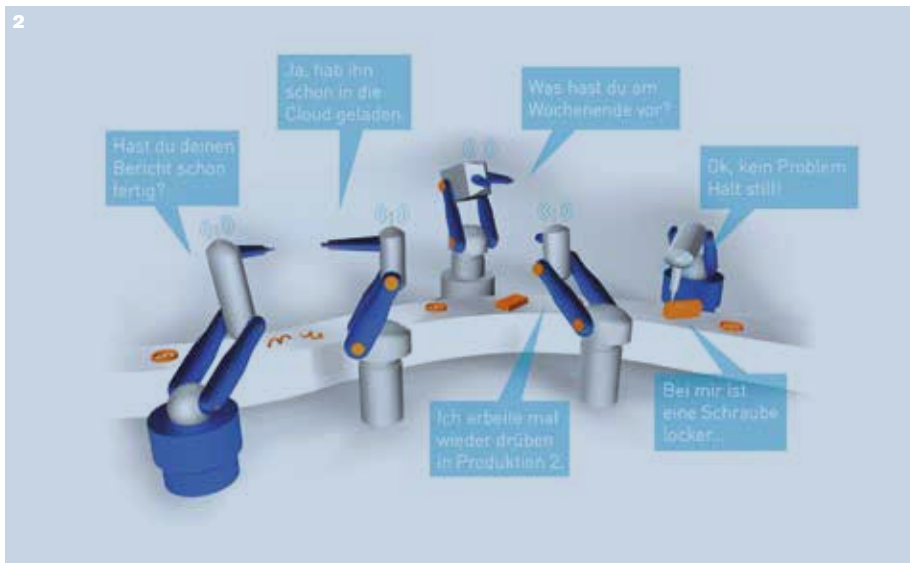
Form von Erträgen, und wie diese an das Unternehmen zurückfließen.

Abbildung 4 zeigt die Fragestellungen, die Entscheider im Unternehmen beantworten müssen, um den Rahmen für künftige Unternehmensentwicklung im Industrie 4.0 Kontext festlegen zu können.

Handlungsfelder auf dem Weg zur vierten industriellen Entwicklung

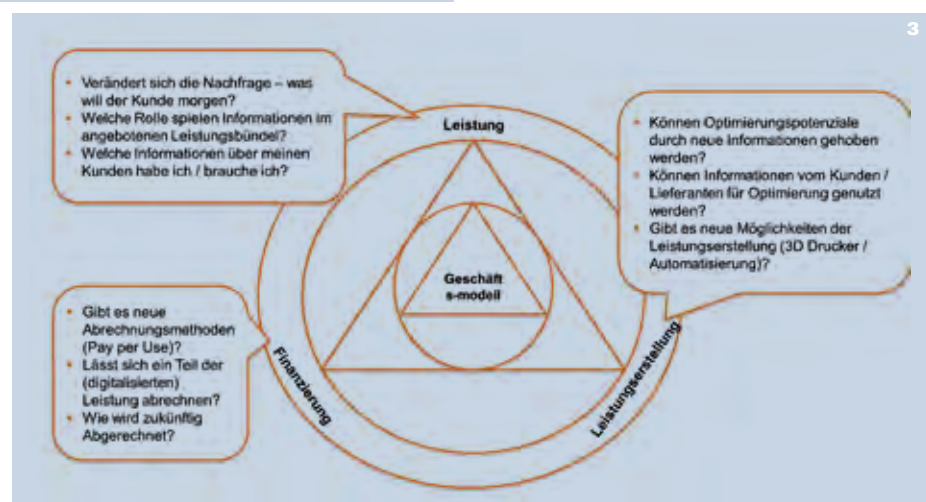
Derzeit wird Industrie 4.0 von vielen Unternehmen eher passiv beobachtet. Konkrete Umsetzungsleitfäden, welche auf Investitionssicherheit abzielen, gibt es eher selten. Im Rahmen des Projektes wurden vier Handlungsempfehlungen konzipiert, um die Schritte in Richtung von Industrie 4.0 bereits heute angehen zu können.

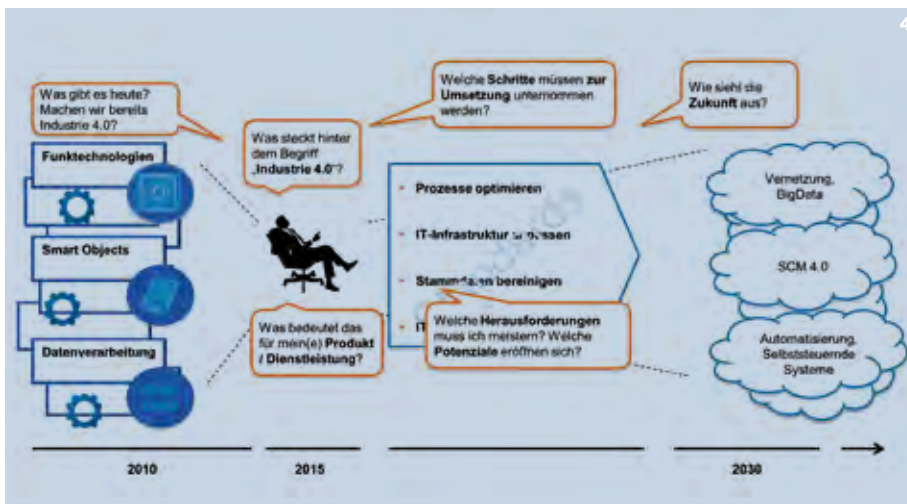
Als Grundbaustein für die Weiterentwicklung im Industrie 4.0 Kontext gilt die Festlegung von Standards. Unternehmen soll es künftig möglich gemacht werden, dass sie ihre Daten unternehmensübergreifend austauschen können. Selbstverständlich ist dies nur mithilfe kodierter Informationen und Daten möglich. Des Weiteren müssen nicht nur die Daten, sondern auch die technischen Schnittstellen standardisiert sein. Das heißt, es muss vorab eine einheitliche Methode für die Datenübertragung gewählt werden, die schließlich von allen Unternehmen verwendet wird. Dabei müssen Standards stets die Anforderungen an Funktionalität, Stabilität, Investitionssicherheit, Praxistauglichkeit und Marktrelevanz gewährleisten.



2 Die Produktionsstraße der Zukunft - Interaktion zwischen Maschinen.

3 Implikationen auf das Geschäftsmodell 4.0.





4 Die akuten Fragestellungen für Entscheider im Industrie 4.0 Kontext.

Die Aufgabe nicht wertschöpfende Prozesse zu optimieren und die Effizienz und Effektivität erfolgskritischer Prozesse zu steigern, bildet das nächste Handlungsfeld auf dem Weg zur Industrie 4.0. Für diese Aufgabe wird in Zukunft ein optimiertes System erforderlich sein: Zum einen müssen die richtigen Produkte entwickelt und angeboten werden; die dafür benötigten Prozesse müssen effizient ausgeführt und durch geeignete Automatisierung unterstützt werden. Dabei müssen die Prozesse eine Vielzahl an Anforderungen erfüllen, wie etwa dokumentiert und in Kennzahlen messbar zu sein. Zudem müssen effiziente und „schlanke“ Prozesse nach Lean Management Gesichtspunkten geschaffen werden, d.h. Prozesse mit einer hohen Kundenorientierung, welche die gezielte und flexible Erfüllung des Kundenwunsches ermöglichen. Genaue Prozessdefinitionen, Schnittstellenbeschreibungen, klare Verantwortlichkeiten, frühes Reagieren auf Fehler und einfache Organisationsmethoden stellen die Weichen für künftige stabile Prozesse.

HANDLUNGSFELDER AUF DEM WEG ZUR INDUSTRIE 4.0

Unternehmensintern

- Prozesse
- Stammdaten
- IT-Landschaft
- Sicherheit

Unternehmensextern (Umwelt)

- Geschäftsmodell (Wie verändert sich das relevante Umfeld)
- Standards (Welche sind relevant/ Welche nicht?)

Die Vision der Vernetzung beinhaltet die Schaffung einer rundum vernetzten Welt, in der alle Geräte, Anlagen und Maschinen intelligent untereinander kommunizieren und dadurch situationsgerecht reagieren können. Um dieser Vision einen Schritt näher zu kommen, bedarf es einiger Änderungen in der Soft- und Hardwarelandschaft (IT-Infrastruktur). Insbesondere die Änderung von heterogenen IT-Strukturen mit Insellösungen hin zu unternehmensübergreifenden, vernetzten Strukturen mit einer automatisierten Anlage und Pflege von Daten und die Kommunikationsfähigkeit der (Teil-)Systeme bilden ein Handlungsfeld zur Weiterentwicklung.

Einen weiteren wichtigen Bestandteil auf dem Weg zu Industrie 4.0 stellt das Stammdatenmanagement dar. Gepflegte Stammdaten werden schon lange als Notwendigkeit angesehen, jedoch wegen des hohen Zeitaufwands und der Kosten nicht oder nur teilweise optimiert. Doch korrekte Stammdaten werden in allen Bereichen gefordert. Insbesondere in Bezug auf Industrie 4.0, welche auf eine Vernetzung in allen Bereichen entlang der Wertschöpfungskette abzielt, ist es unabdingbar, dass die Daten gepflegt und vollständig sein müssen.

Durch die Vernetzung von Industrieprozessen gibt es ein hohes Sicherheitsrisiko durch IT-Angriffe. Daher sollten Unternehmen schon frühzeitig Maßnahmen zum Schutz ihrer Anlagen ergreifen, wenn sie „Industrie 4.0“-Konzepte anwenden möchten.

Zusammengefasst lassen sich folgende Handlungsfelder für Unternehmen zur Verwirklichung von Industrie 4.0 ableiten. Die Gruppierung erfolgt in unternehmensinterne bzw. unternehmensexterne (von der Umwelt beeinflusste) Handlungsfelder.

Als Ergebnis der Projektarbeit entsteht die vierte Auflage der Augsburger Arbeitspapiere mit dem Titel „Industrie 4.0 – Digitalisierung und Logistik“.

LITERATUR

- 01 BMBF (2013): „Zukunftsbild Industrie 4.0“; Bonn, 2013.
- 02 Fürmann, T. (2014): „Prozessmanagement: Kompaktes Wissen, Konkrete Umsetzung, Praktische Arbeitshilfen“; München: Carl Hanser Verlag, 2014.
- 03 Krupp; M., Richard, P. Waibel F. (2015) „Augsburger Arbeitspapiere für Materialwirtschaft und Logistik Band 4.0 – Industrie 4.0“ Eigenverlag, vsl. November 2015.

Talent Management in der Logistik

Innovativer Ansatz in der Personalentwicklung

> Talent Management ist ein innovativer Ansatz der Personalentwicklung zur Förderung wichtiger Kompetenzen. Nachdem die Logistik nicht zu den Gewinnern im „war for talents“ zählt, muss sie neue Strategien entwickeln, um Talente künftig im Unternehmen identifizieren und binden zu können. Methoden der

Personalentwicklung und des Recruitings werden hier nun mit Ansätzen aus der Talentförderung des Leistungssports verbunden. Dabei soll spezifisches Können von Fach- und Führungskräften identifiziert und gefördert werden. Zentrales Werkzeug soll hierbei das „Talent-/Skill Profil für die Logistik“ werden.

Die Transport- und Logistikbranche verzeichnet in der Vergangenheit große Wachstumsraten. Die Entwicklung auf dem Fachkräftemarkt hat aber mit diesem Tempo nicht Schritt gehalten. Folgende Veränderungen bzw. Trends sind Einflussfaktoren, die auf den Arbeitsmarkt wirken und die Logistik-Berufe/-Branche mit beeinflussen:

Quelle: Ergänzt nach Baumgarten/Hiltebrand (2009)



- 1 Einordnung Hierarchiestufe mit benötigtem (Schul)Abschluss.
- 2 Externe und interne Einflussfaktoren auf das Talent-/Skill-Profil.



- Demographischer Wandel
- Gesellschaftlicher Wertewandel
- Globalisierung und Regionalisierung (Mega-Cities)
- beschleunigte Entwicklung neuer Technologien
- Digitalisierung (Industrie 4.0)
- Wirksam spürbare Ressourcenverknappung und Trend zur Nachhaltigkeit

Dass im Verantwortungsbereich „Personalmanagement“ die angewandten Strategien und Werkzeuge sich somit verändern werden, ist als sicher anzunehmen. Bisher konnten Unternehmen Mitarbeitern die Zeit geben „sich zu entwickeln“, d.h. ihnen durch Führung, Feedback und Freiraum Möglichkeiten geben, ihre Talente zu entfalten. Die Wenigen mit besonderen Talenten wurden dann durch „natürliche“ Evolution zu den Spitzenkräften des Unternehmens. So die Vergangenheit, so die Theorie.

Dabei ist das Betätigungsfeld der Logistikberufe sehr heterogen. Die Spannweite der Aufgaben reicht von einfachen operativen Tätigkeiten, Fachpositionen im mittleren Management bis hin zum strategischen Topmanagement und innovativen Entwicklungsaufgaben. Die Logistik hat hier die Besonderheit, dass klassische Aufstiegswege umgangen werden (konnten) und Mitarbeiter auch ohne akademische Laufbahn in höhere Führungspositionen aufsteigen können bzw. konnten. Eine klassische Gegenüberstellung von Abschlüssen mit Hierarchiestufen zeigt Abbildung 1.

Unternehmen werden in Zukunft in ihrem Personalstamm einen Kompetenz-Mix fördern müssen. Ziel ist es, die grundlegenden Kompetenzen für Schlüsselpositionen zu bestimmen und die aktuellen Veränderungen in diesem Mix sowie darüber hinaus die notwendigen, zukünftigen Fähigkeiten abzuschätzen. Neben den klassischen Fachkompetenzen soll dabei ein wesentlicher Fokus auf der Ebene der Soft-Skills und den zu erwartenden „Zukunftskompetenzen“ liegen. Ein unternehmensspezifisches Talent Management ermöglicht es Kompetenzen optimal zu identifizieren, einzusetzen und Positionen passgenau zu besetzen.

Durch eine empirische Erhebung soll im Rahmen einer Masterarbeit ein Bild der für die in der Logistik wichtigen Kompetenzen ermittelt und dabei vor allem der Fokus auf die besonderen Ausprägungen bei Talenten bzw. Schlüsselpositionen gelegt werden. Darüber hinaus soll festgestellt werden, welche Anforderungen für die Zukunft erwartet werden. Aus der Erhebung der Profile kann die Verteilung der Kompetenzen innerhalb des Unternehmens bzw. der Branche festgestellt, bewertet und ggf. notwendige Maßnahmen abgeleitet werden. <



MARJAN ISAKOVIC

Hochschule Augsburg
Fakultät für Wirtschaft
Tel. +49 821 5586 2911
marjan.isakovich@hs-augsburg.de

Kompetenzfeld Materialwirtschaft und Logistik (KMUL)
info@hsaops.org
www.hsaops.org

LITERATUR

- 01 Baumgarten, H.; Hildebrand, c. (2008): „Studium Logistik: Akademische Ausbildung und Führungskräftenachwuchs in der Zukunftsbranche Logistik“; Berlin 2008.
- 02 Steinweg, S. (2009): „Systematisches Talent Management: Kompetenzen strategisch einsetzen“; Stuttgart; Schäffer-Poeschel; 2009.
- 03 Thom, N. (2007): „Moderne Personalentwicklung: Mitarbeiterpotenziale erkennen, entwickeln und fördern“; 2. Auflage; Wiesbaden; Gabler; 2007.
- 04 Krupp, M.; Richard P. (2011): „Augsburger Arbeitspapiere für Materialwirtschaft und Logistik Band 1 - Personal- und Bildungsbedarf in der Logistik für die Region Augsburg; Eigenverlag; 2011.

Durch **Talent Management** die notwendigen Kompetenzen effizient und transparent identifizieren, richtig einsetzen und Positionen richtig besetzen

Angebote des Kompetenzfelds Materialwirtschaft und Logistik

- Identifikation der Schlüsselpositionen im Unternehmen
- Erstellung von Stellen- und Kompetenzprofilen
- Festlegung einer Sourcing-Strategie
- Matching vom Kandidaten zum Mitarbeiter (Talentpool)
- Weiterbildungsangebote

Lean Management Methoden im Bau-Großhandel

Sind Lean Management Methoden im Großhandel sinnvoll?

> **Gemeinsam mit der Fraunhofer Arbeitsgruppe für Supply Chain Services arbeiten Mitarbeiter des Kompetenzfeldes für Materialwirtschaft und Logistik an Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung in Bau-Großhandels-Prozessen. Die Anwendung von Lean Management Methoden und der folgende Einsatz von Digitalisierung soll erforscht werden.**

Der Großhandel ist, gemessen am Umsatz, der zweitstärkste Wirtschaftszweig Deutschlands und dennoch kaum im Fokus der Forschung und Entwicklung. Insbesondere in der Baustoff-Branche werden hohe Umsätze erreicht. Wo viel Geld fließt und viel manuell gemacht wird, sind oftmals große Optimierungspotentiale vorhanden. Es ist herauszuarbeiten, wie Lean Management auf den Großhandel adaptiert und zielführend eingesetzt werden kann, so dass der Einsatz von der Digitalisierung den gewünschten Erfolg bringt.

Projektziel

Der Einsatz von gezielten Lean Management Methoden hat bereits die gesamte Automobilindustrie revolutioniert. Wie z.B. der Toyota Konzern beweist, wurden durch die Implementierung der Methoden ungeahnte Potentiale geweckt. Derartige Potentiale im Großhandel zu entdecken, ist das Ziel dieses Projekts. Der Großhandel und die zugehörige Logistik soll gestärkt und zukunftsfähig gestaltet werden. Der Grundstein von allen Methoden wird durch das Verstehen der eigenen Prozesse, der Schulung von Mitarbeitern und dem gezielten Einsatz von Digitalisierung gelegt.

Vorgehensweise

Im Vergleich zu anderen Branchen ist beim Baustoff-Großhandel das Potential an Veränderung und der gezielte Einsatz neuer bzw. auch bewährter Technologien und Arten der Digitalisierung stark gegeben. Die verschiedenen Player der Baustoff-Supply-Chain sind sehr unterschiedlich und die häufig vorkommenden Medienbrüche gestalten die Prozesse äußerst intransparent. Um die gesamte Supply-Chain zu stärken, müssen alle Player besser miteinander kommunizieren. In dem Zeitalter der Industrie 4.0 soll dies fast ausschließlich digital erfolgen. Wie ist also der Baustoff-Großhandel mit seinem Kunden, dem Monteur oder Installateur verbunden? Wie erfolgen Bestellungen und Lieferung? Wer und was löst einen Auftrag aus? Diese Fragen gilt es zu erforschen. Einfache Lean Management Methoden beinhalten das Potential die Logistik zu stärken, um so Alleinstellungsmerkmale zu generieren. Diese

sind insbesondere für den Großhandel existenziell, um den Platz in der Wertschöpfungskette zu verteidigen. Eine These dieses Projekts ist, dass der Einsatz von verschiedenen Lean Management Methoden im Großhandel ein gewisses Delta von (Logistik-)Leistung und (Logistik-)Kosten generiert. Daraus ergeben sich drei Potentiale.

Ausgangslage: Der Kunde des Großhandels ist mit dem Preis-Leistungs-Verhältnis der Logistikleistungen des Großhandels zufrieden. Die Leistungserwartung und die Zahlungsbereitschaft bleiben konstant auf einem hohen Level.

Potential 1: Leistungssteigerung durch Lean Management



Auswirkungen: Durch den Einsatz von Lean Management Methoden, kann der Großhandel die Qualität der Logistikleistungen steigern ohne die Kosten anheben zu müssen. Somit bekommt der Kunde eine bessere Leistung zum gleichen Preis.



SIMON MAST

Hochschule Augsburg

Fakultät für Wirtschaft

Tel. +49 821 5586-2397

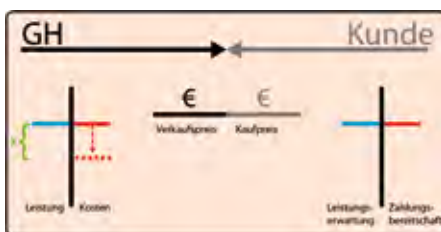
simon.mast@hs-augsburg.de

**Kompetenzfeld Materialwirtschaft
und Logistik (KMUL)**

info@hsaops.org

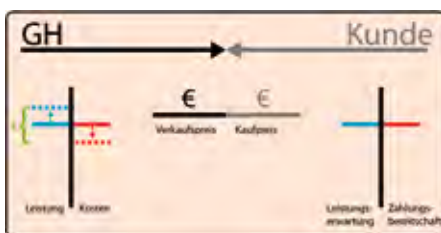
www.hsaops.org

Potential 2: Kostensenkung durch Lean Management



Auswirkungen: Durch den Einsatz von Lean Management Methoden, kann der Großhandel die Kosten senken, ohne an Leistung zu verlieren. Der Kunde bekommt bei dieser Veränderung die gleiche Leistung zu geringeren Kosten.

Potential 3: Niedrigere Kosten bei höherer Qualität



Auswirkungen: Durch den Einsatz von Lean Management Methoden, kann der Großhandel die Kosten geringfügig senken und gleichzeitig die Leistung geringfügig steigern. Die Auswirkungen ergeben wirtschaftliche Vorteile, da zu niedrigeren Kosten eine höhere Qualität angeboten werden kann.

Diese aufgestellte These gilt es zu erforschen um diese zu untermauern. Ob dieses Delta existiert und wie groß es sein wird, hängt von vielen verschiedenen Faktoren ab, die im Laufe des Projekts aufzuspüren sind.

Lean Management kann in jeder Branche positive Veränderungen hervorrufen. Entlang der gesamten Supply-Chain, vom Hersteller bis zum Handwerk, ist der Einsatz gezielter Methoden sinnvoll und erfolgsversprechend für alle Player. <

LITERATUR

- 01 P. Klaus, W. Krieger, M. Krupp „Gabler Lexikon Logistik, Management logistischer Netzwerke und Flüsse“, 5. Auflage, Springer Gabler, Nürnberg, 2012.
- 02 N. Schmidt „Logistiknetzwerk Bau: Der Baustoffhandel als Logistikdienstleister“ In: „Baustoff Technik. Fachmagazin für den Baustoff-Verkauf. Nr. 4“, Seite 149, 2001.
- 03 Roland Berger Studie „Auswirkungen des wachsenden Online-Marktes auf die Haustechnikbranche“, München/Amsterdam, 2013.
- 04 B. Tietz, E. Greipl „Das Leistungsprofil des Großhandels in Bayern“ Eine Struktur- und Funktionsanalyse unter besonderer Berücksichtigung der Dienstleistungsbetriebe. Struktur und Funktionswandel im Großhandel, Band 1, Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main, 1994.

Lean Management Konzepte für Unternehmen

Wie beeinflussen sich die Einführung von Lean Management und das Mindset der Mitarbeiter?

> Das Themenfeld Lean Management ist unweigerlich mit den Begriffen Toyota und Toyota Produktionssystem verknüpft. Dies beruht auf der Entstehung dieser Managementphilosophie in Japan nach dem Ende des Zweiten Weltkrieges. Ab diesem Zeitpunkt verbreitete sich die Kenntnis um die möglichen Erfolge durch Lean Management in der ganzen Welt. Als Folge daraus versuchten eine Reihe von Unternehmen das Toyota Produktionssystem bei sich anzuwenden. Im Zuge dieser weltweiten Verbreitung ergab sich eine zunehmende Unschärfe in Verständnis und Implementationsweisen durch die Anpassung auf andere Unternehmen und Kulturen. Das Toyota-Produktionssystem wurde und wird stetig weiterentwickelt. Diese Entwicklung führte unter anderem zu Lean Production oder Lean Management. Dies beruht unter anderem auf der Grundsatzfrage und Verständnisgrundlage, ob Lean Production nur auf die Produktionsprozesse bezogen wird oder eher als ganzheitliches Managementsystem zu verstehen ist. Im ursprünglichen Sinn und Eigenverständnis der Methode sollte Lean Management allerdings als ganzheitliche Managementmethode angesehen werden. Aufgrund der Natur einer Managementmethode sollte diese damit nachhaltig und übergreifend in einer Organisation implementiert werden.

In diesem Themengebiet ist am KMuL eine Masterarbeit entstanden, die untersucht, wie eine Lean Management Einführung unter Berücksichtigung des Mindsets der Mitarbeiter bewirkt werden kann. Denn ein erfolgreich eingeführtes Lean Management hat enorme positive Effekte auf betroffene Organisationen – qualitativ wie quantitativ. Lean Management besitzt überhaupt eine hohe Anziehungskraft. Seine Einführung in Unternehmen ist jedoch aus verschiedensten Gründen selten nachhaltig erfolgreich. Dies beruht häufig auf einer nicht ganzheitlichen Einführung von Lean Management oder der zu geringen Berücksichtigung des Faktors Mensch als bedeutender Hinderungsgrund. Entsprechend werden im Verlauf der Arbeit Grundvoraussetzungen an eine Lean Management Einführung aufgestellt. Werden diese Grundvoraussetzungen erfüllt, kann die Erfolgswahrscheinlichkeit der ganzheitlichen Einführung deutlich gesteigert werden.

Grundsätzlich muss eine entsprechende Einführung auch ganzheitlich orientiert sein und geplant verlaufen. Dazu wird im Verlauf der Arbeit eine Phasenabfolge dargestellt, die sich an den Grundvoraussetzungen orientiert und gleichzeitig den ganzheitlichen Ansatz verfolgt. Die isolierte Anwendung einzelner Tools kann nicht zu einem nachhaltigen Erfolg führen. Entsprechend ist eine vorhergehende strategische Planung der Einführung vor dem wirklichen Einsatz von Lean Techniken entscheidend. Diese Lean Techniken können dann in einem Pilotprojekt angewandt werden. In diesem kann die Stabilisierung der Prozesse erfolgen, um nachfolgende Maßnahmen zu ermöglichen. Nur mit diesen stabileren Prozessen sollte Lean Management eingeführt werden. Dies beinhaltet standardisierte Arbeit und ein Institutionalisieren des Kaizen-Prozesses. Auf den Erfolgen des Pilotprojektes aufbauend, kann dann die Ausweitung auf weitere Bereiche im Unternehmen vorgenommen werden.

Werden die Grundvoraussetzungen und die erfolgreiche Piloteinführung erfüllt, hat dies auch Auswirkungen auf die Unternehmenskultur. Aufgrund der Erfahrungen bei der Einführung von Lean Management kann sich langfristig die Einstellung der Mitarbeiter ändern. Das bisherige Mindset kann in Richtung eines Lean Mindset weiterentwickelt werden. Ergänzend erfolgt die Darstellung der positiven Wechselwirkung einer solchen Mindset-Weiterentwicklung mit dem weiteren Umgang von Lean Management im Unternehmen. Es werden ergänzend Empfehlungen gegeben, welche Handlungen zu vermeiden sind, um diese Entwicklung nicht zu behindern.



MAGNUS STAAR

Hochschule Augsburg

Fakultät für Wirtschaft

Tel. +49 821 5586-2398

magnus.staar@hs-augsburg.de

**Kompetenzfeld Materialwirtschaft
und Logistik (KMUL)**

info@hsaops.org

www.hsaops.org

Die Veränderung des bestehenden Management-Prinzips in einem Unternehmen wird niemals einfach sein. Dennoch kann die Realisierung von ganzheitlichem Lean Management in einem Unternehmen durch die erfolgreiche Reihung von Lean Techniken, Lean Management und dem Einsetzen eines Lean Mindsets erreicht werden. Der darin enthaltene Fokus auf die Prozesse, das Stabilisieren und Reduzieren der Verschwendung sind und bleiben Erfolgsfaktoren, um als Unternehmen erfolgreich zu sein. Dies machen anhaltende Versuche der Weiterentwicklung von Lean Management durch Verknüpfung mit beispielsweise Six Sigma deutlich. Diese Weiterentwicklung zeigt aber die eigentliche Problematik nochmals auf. Der Umschwung von der reinen Verwendung von Lean Techniken zu Lean Management mit standardisierter Arbeit stellt für Unternehmen eine große Herausforderung dar. Dies liegt allerdings meist eher an der Nichterfüllung von Grundvoraussetzungen und einem fehlenden Wissen über die erst nach Einführung von Lean Management möglichen positiven Effekte.

Aktuell werden Entwicklungen wie das Streben nach einer immer stärkeren Automation und die Kombination mit Industrie 4.0, die als bahnbrechende Möglichkeit auf dem Gebiet der Produktion beschrieben wird, durch Behörden, Forschung und Industrie vorangetrieben. Dabei ist die Automation ein bereits seit Mitte des 21. Jahrhunderts fortschreitendes Produktionsoptimierungsmittel. Industrie 4.0 hingegen ist eine sehr neue Entwicklung, die erst in 2011 bekannt geworden ist.

Allerdings haben all diese Elemente eine essentielle Hürde, die es zu überwinden gilt. Es werden stabile Prozesse benötigt um die Ziele mit den vorgesehenen Methoden wirklich erreichen zu können. Ohne stabile Prozesse und Strukturen, die automatisiert werden können, kann eine Industrie 4.0 nur schwer erfolgreich realisiert werden. Eine Herausforderung, die unter Lean Management behoben wird. Industrie 4.0 kann damit, in Bezug auf die Entwicklung von Produktionsprozessen, eigentlich nur als weiterer Verbesserungsschritt gesehen werden. Denn diese Stilrichtungen benötigen eine Basis und ein Management, unter dem diese überhaupt effizient arbeiten können. Daher wird auch in Zukunft die Erreichung eines ganzheitlichen Lean Konzeptes in Unternehmen durch die sequentielle Realisierung von Lean Techniken, Lean Management und Lean Mindset ein essentieller Erfolgsfaktor bleiben. <

LITERATUR

- 01 Mann (2010), Creating a Lean Culture: Tools to Sustain Lean Conversions.
- 02 Hobbs (2011), Applied Lean Business Transformation: A Complete Project Management Approach.
- 03 Liker (2013), Der Toyota Weg - 14 Managementprinzipien des weltweit erfolgreichsten Automobilkonzerns.

Marketingstrategien für Logistikdienstleister

Effektivitätssteigerung von Dienstleistungsmarketing

> **Das Dienstleistungsmarketing stellt mit seiner Disparität gegenüber dem klassischen Produktmarketing die Logistikdienstleister vor neue Herausforderungen.**

Der tertiäre Sektor steigt seit einigen Jahrzehnten stetig und beschäftigt inzwischen rund drei Viertel der Arbeitnehmer in Deutschland. Damit einher geht die immer größer werdende Bedeutung dieses Marktes für die Bundesrepublik Deutschland. Das Vermarkten industrienahe (logistischer) Dienstleistungen ist ein zentraler Punkt der Anbieter [1]. Dies hat in der jüngeren Vergangenheit gerade bei kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) immer wieder für Schwierigkeiten gesorgt. Um diesen entgegenzuwirken, liegt der Fokus des KMuL zum einen auf der Analyse, welchen Bedarf Logistikdienstleister beim Dienstleistungsmarketing haben, und zum anderen auf der Entwicklung von Handlungsempfehlungen.

Projektzielsetzung

Als Vision soll ein Handbuch zum Thema Dienstleistungsmarketing entstehen. Grundlage ist die Analyse der heutigen Situation bei KMU's, die Aufbereitung der Unterschiede zum Produktmarketing, Identifikation von Best Practices und Übertragung auf die mittelständische Logistik-Dienstleistungswirtschaft. Kleinen und mittelgroßen Logistikdienstleistern sollen so Methoden zugänglich gemacht werden, die deren Marketingaktivitäten verbessern können. Welches Ausmaß effektives Marketing mit sich bringen kann und somit über Wettbewerbsvorteile entscheidet, kann anhand vieler Beispiele weltweit belegt werden. Basierend auf dem enormen Einfluss des Dienstleistungssektors auf die deutsche Wirtschaft ist seine Stärkung sowie die Übertragbarkeit auf andere Dienstleistungsbereiche ein übergeordnetes Ziel.

Vorgehen

Für die Analyse der IST-Situation werden zum einen die Herausforderungen des Dienstleistungsmarketing herangezogen, um im Anschluss bei Logistikdienstleistern die Problematiken darzulegen. Parallel dazu werden Beispiele des Produktmarketings herangezogen und auf Übertragbarkeit untersucht. Eine Übertragung 1:1 ist nicht zu erwarten, da sich die Dienstleistungen gegenüber Produkten in vielerlei Hinsicht unterscheiden. Folglich ist davon auszugehen, dass sich auch die Marketingmaßnahmen wesentlich unterscheiden. Und dennoch lohnt ein Blick auf das Produktmarketing, um mögliche Lerneffekte zu erzielen. Nachstehende Tabelle zeigt die wesentlichen Unterschiede zwischen Dienstleistungen und Produkten.

Für das Marketing von großer Bedeutung ist sicherlich die Immaterialität der Leistung: Die Identifikation mit einem Objekt fällt Menschen erfahrungsge-

	Dienstleistung	Produkt
1. Leistungsfähigkeit des Dienstleistungsanbieters	Setzt spezifisches, menschliches Know-how oder automatische Leistungsfähigkeiten voraus. Die Leistungsfähigkeit wird vorgehalten, auch ohne konkreten „Produktions“-Auftrag.	Die Leistungsfähigkeit des Anbieters spiegelt sich in den Eigenschaften des Produktes wider. Die Produktion kann vollzogen werden, auch ohne direkten Kundenauftrag.
2. Integration des externen Faktors	Die Qualität der Dienstleistung ist unter anderem von der Mithilfe des Konsumenten abhängig. Je transparenter der Kunde Informationen bereitstellt, desto besser wird der Output.	Nach Erwerb des Produktes durch den Kunden ist die Leistungserstellung beendet.
3. Immaterialität	Eine Dienstleistung kann physisch nicht angefasst werden. Daraus folgt die nicht Lagerfähigkeit und das sog. Uno Actu Prinzip, also die sofortige Konsumption während der Leistungserstellung.	Das physische Produkt hat erkennbare Eigenschaft und kann gelagert werden.



MATTHIAS UTZ

Hochschule Augsburg
Fakultät für Wirtschaft
Tel. +49 821 5586-2398
matthias.utz@hs-augsburg.de

**Kompetenzfeld Materialwirtschaft
und Logistik (KMUL)**

info@hsaops.org
www.hsaops.org

mäß leichter, als die Identifikation mit einer immateriellen Leistung. Ohne ein Produkt in den Händen halten zu können, muss ein potenzieller Kunde von der Leistung überzeugt werden. Hilfreich ist hier ein Referenzprojekt, das sicherlich nicht die gleiche Leistung darstellt, wie die für den angesprochenen Kunden. Die Tatsache, dass der Kunde als externer Faktor wesentlich zur Leistungsqualität beiträgt, erschwert letzteres. Verlässliche Zahlen, gute Kooperation und eine gute Daten- und Informationslage sind gerade in der Logistik Voraussetzung für eine erfolgreiche Leistungserstellung [3]. Bereits bei der Ansprache des Kunden müssen diese Punkte angesprochen werden und die Marketingmaßnahmen müssen das Leistungsbündel optimal vorstellen.

Das Vorhaben soll insbesondere kleinen und mittleren Dienstleistungsunternehmen Mehrwert bieten, um diese neben dem Kerngeschäft der Leistungserstellung der Dienstleistungen auch bei deren Vermarktung zu unterstützen. Für die Erstellung von konkreten Handlungshilfen ist das KMUL auf der Suche nach einem Projektkonsortium, das Interesse an der Ausarbeitung eines Maßnahmenkataloges hat. Bereits ausgearbeitete theoretische Grundlagen sollen auf die Praxiswelt kleiner und mittlerer Logistikdienstleister bezogen und konkretisiert werden. <

LITERATUR

- 01 Meffert et al (2008): Marketing - Grundlagen Marktorientierter Unternehmensführung, S. 34.
- 02 Klaus, P./ Krieger, W./ Krupp, M. (2012): Gabler Lexikon Logistik, Dienstleistungsmarketing.
- 03 Meffert et al (2015): Dienstleistungsmarketing: Grundlagen - Konzepte - Methode, S. 34 ff.

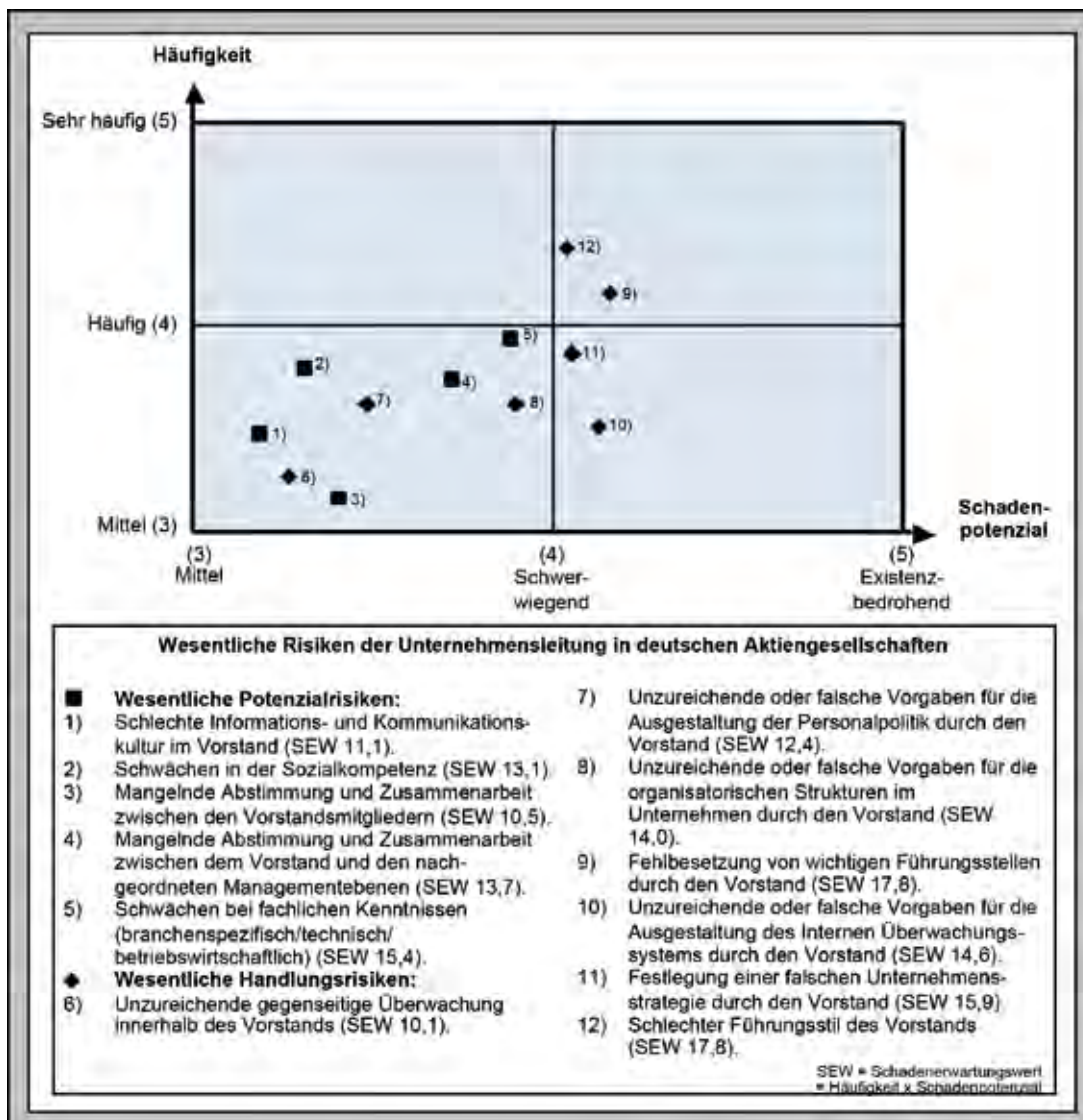
Potenzial- und Handlungsrisiken auf Unternehmensebene

Handelnde Akteure des Corporate Governance-Systems als Risiko per se

> Auch in der jüngeren Vergangenheit belegen Unternehmenschief-lagen und -insolvenzen, dass Risiken, die von der Unternehmensleitung ausgehen, die Existenz von Unternehmen gefährden können. In einer vorliegenden Studie werden Potenzial- und Handlungsrisiken am

Beispiel der Aktiengesellschaft den Vorstand betreffend analysiert. Hierfür befragt wurden Aufsichtsräte, Abschlussprüfer, Insolvenzverwalter sowie auch ehemalige Vorstandsmitglieder, die vor mindestens über einem Jahr aus ihrer Tätigkeit aus

Altersgründen ausgeschieden sind. Die Ergebnisse der empirischen Umfrage belegen eine Diskrepanz zwischen Anspruch und Wirklichkeit im Management von Risiken und zeigen für die Zukunftssicherung von Unternehmen wichtige Handlungsempfehlungen auf.



Risiken der Unternehmensleitung.



**PROF. DR.
MARCUS LABBÉ**

Hochschule Augsburg
Fakultät für Wirtschaft
Tel. +49 821 5586-2966
marcus.labbe@hs-augsburg.de

Schwerpunkt

- Entrepreneurship,
Innovations- & Technologie-
Management EITM

Das Themenfeld „Risikomanagement- und Überwachungssystem“ ist seit dem 27. April 1998 durch das Gesetz zur Kontrolle und Transparenz im Unternehmensbereich (KonTraG) in die sogenannte „Good Corporate Governance“, wie sie von Seiten der im Jahr 2001 ins Leben gerufenen Regierungskommission Deutscher Corporate Governance Kodex propagiert wird, als bedeutender Bestandteil einer integrierten Unternehmensführung und -aufsicht eingeflossen. Ein umfassendes und effektives Risikomanagement ist für Unternehmen nicht mehr nur betriebswirtschaftlich sinnvoll, sondern seitdem explizit gesetzlich geboten. Der Vorstand ist gefordert, ein entsprechendes System einzurichten. Aufsichtsräte und Abschlussprüfer haben im Rahmen ihrer Tätigkeiten über die Einrichtung und Effektivität des Risikomanagementsystems zu wachen. Allerdings: Risiken, die von der Unternehmensleitung selbst ausgehen, werden hierbei mitnichten adressiert.

Insofern lohnt sich ein Blick auf die Einschätzung dieser Risiken durch die in diesem System eingebetteten wesentlichen handelnden Akteure selbst. In Einzelinterviews mit zielgruppenspezifisch standardisierten Fragebögen wurden befragt: 24 Aufsichtsratsmitglieder von börsennotierten Publikumsgesellschaften (fünf DAX-Unternehmen, sieben MDax-Unternehmen) sowie Wirtschaftsprüfer (die in die Jahresabschlussprüfung der entsprechenden zwölf Börsenunternehmen einbezogen waren), darüber hinaus 14 Insolvenzverwalter (die sich insbesondere mit kapitalmarktorientierten Mittelstandsunternehmen befassen), sowie 16 Personen, die ehemals im Vorstand von Börsen-

unternehmen tätig waren, aus diesem aber seit mindestens einem Jahr aufgrund des Erreichens von Altersgrenzen ausgeschieden sind.

Das Ergebnis der über alle Zielgruppen gemittelten Einschätzungen ist vielsagend und bedeutungsvoll zugleich: Die häufigsten und schwerwiegendsten Risiken sind der schlechte Führungsstil des Vorstands, die Fehlbesetzung von wichtigen Führungsstellen durch den Vorstand, die Festlegung einer falschen Unternehmensstrategie durch den Vorstand sowie Schwächen bei fachlichen (d.h. branchenspezifischen, technischen oder betriebswirtschaftlichen) Kenntnissen. So aufschlussreich diese Ergebnisse anmuten, die Erkenntnis diesbezüglich ist nur ein Teil der Wahrheit. Denn es ist der Aufsichtsrat, der für die Berufung neuer Vorstände und ein sich fachlich wie charakterlich harmonisch ergänzendes Vorstandsgremium qua Gesetz verantwortlich ist. Und es sind die Abschlussprüfer, die auch gegenüber dem Aufsichtsrat bezüglich wesentlicher Potenzial- und Handlungsrisiken informationspflichtig sind.

In Goethes' Faust heißt es: „Und zu Hause angekommen, fragt sich Gretchen, wer wohl der Herr gewesen sei, der sie auf der Straße angesprochen hat. Aufgrund seiner stattlichen Erscheinung und seines kecken Auftretens hält sie Faust für einen Edelmann.“ Bleibt festzuhalten: „Die Botschaft hör' ich wohl, allein mir fehlt der Glaube.“ <

Effectuation als sinnvolle Entscheidungslogik

F&E-Projekte in der Life Sciences-Branche

> Studienergebnisse bestätigen für die Life Sciences-Branche wirksames Vorgehen in Forschungs- und Entwicklungsprojekten, die auf dem Effectuation-Ansatz basieren. Die hohe Ergebnisvalidität gilt sowohl für prozess- als auch für outputbezogene Kriterien. Limitierte Ressourcen erweitern den Zielraum und bewirken effektiven Ressourceneinsatz bei hoher Zielraumausbeute. A priori definierte Forschungsziele mit hohem Mitteleinsatz sind hingegen tatsächlich weniger zielführend.

Ziel eines umfassenden Studienprojekts war es, den sogenannten Effectuation-Ansatz im Hinblick auf seine Erfolgswirkung innerhalb der Life Sciences-Branche (Pharma, BioTech, Medizintechnik) anhand bereits vollzogener F&E-Projekte zu prüfen und

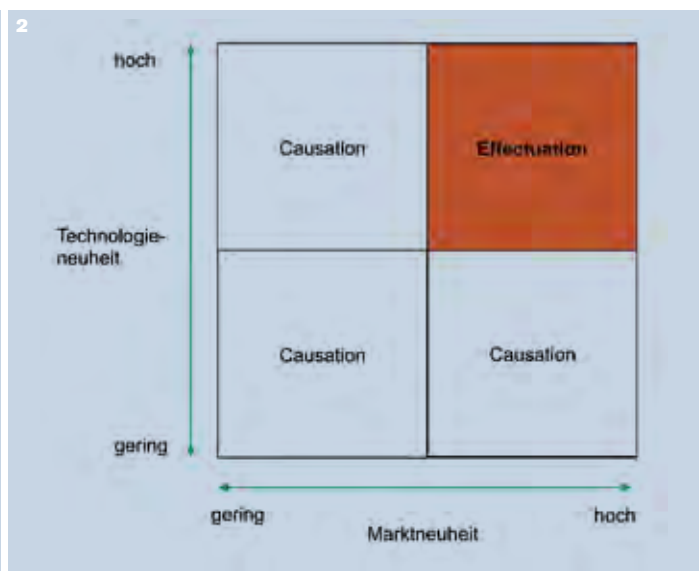
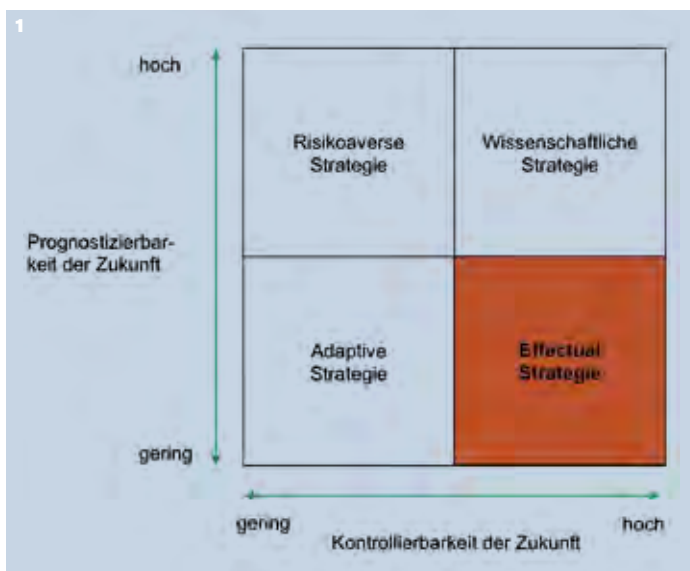
Hinweise für ein zielführenderes Management konsistent abzuleiten. Der Effectuation-Ansatz ist ein aktuelles Ergebnis der Entrepreneurship-Forschung und wurde von Professor Saras Sarasvathy an der University of Virginia begründet. Dem Ansatz liegt die Idee zugrunde, dass zukünftige Entwicklungsprozesse unter bestimmten Rahmenbedingungen unmittelbar durch die Beteiligten gestaltbar sind. Effectuation ist eine eigenständige Entscheidungslogik, die von erfahrenen Entrepreneurern in Situationen der Ungewissheit eingesetzt wird. Sie steht nicht im Gegensatz zu Entscheidungen auf Basis kausaler Logik, die auf begründeten Vorhersagen der Zukunft basieren, da dieser Ansatz eben in ganz anderen Situationen angewandt wird, wenn belastbare Prognosen wegen hoher Unsicherheit nicht möglich sind.

Effectuation basiert auf unterschiedlichen Prinzipien

- Einstellung gegenüber der Zukunft: Die Zukunft ist nicht vorhersehbar (das Ergebnis von Co-Kreation) und kann durch Vereinbarungen zwischen autonomen Akteuren gestaltet werden. (z.B. gehen Investoren, Partner und Kunden Vereinbarungen ein in Bezug auf ein zukünftiges Produkt, ein neues Unternehmen oder einen noch nicht existierenden Markt und reduzieren dadurch die Ungewissheit.)
- Mittelorientierung als Basis für das Handeln: Die jeweils verfügbaren Mittel (wer ich bin, was ich weiß und wen ich kenne) bestimmen, welche (veränderlichen) Ziele angestrebt werden (und nicht umgekehrt).
- Einstellung gegenüber Risiko und Ressourcen-Einsatz: Der individuell leistbare Verlust bzw. Einsatz (nicht der erwartete Ertrag) bestimmen, welche Gelegenheiten wahrgenommen werden bzw. welche Schritte tatsächlich gesetzt werden.

1 Typen von Problemlösungsstrategien.

2 Effectuationprozesse in Bezug auf technologischen Neuheitsgrad.



- Einstellung gegenüber Anderen: Eingehen von Partnerschaften mit denen, die bereit sind, unter Ungewissheit verbindliche Vereinbarungen einzugehen und eigene Mittel zur Kreation der Gelegenheit beizutragen.
- Einstellung gegenüber Unerwartetem: Unerwartetes, Zufälle und Umstände können als Hebel genutzt sowie in Innovation und unternehmerische Gelegenheiten transformiert werden.

Aufbauend auf einer vorliegenden Meta-studie war es das Ziel, den Effectuation-Ansatz branchenspezifisch zu prüfen und hier F&E-Projekte von Unternehmen aus der Life Sciences-Branche einzubeziehen. Grundsätzlich findet bei F&E-Projekten in aller Regel eine Auswahl einer Option aus einer größeren Gesamtmenge möglicher Projekte statt. Die Eingrenzung des Optionenraums erfolgt dabei auf Basis des erwarteten Erfolgs je Projekt. Dabei werden zukünftige Gewinne mittels Marktstudien und Expertenmeinungen abgeschätzt und auf dieser Basis beispielsweise der Net Present Value berechnet, so dass unterschiedliche Projekte vergleichbar werden. Mit der Auswahl der Option ist die Zielsetzung vorgegeben. Entsprechend müssen die dafür erforderlichen Ressourcen (z.B. F&E-Equipment, Fachspezialisten, etc.) ermittelt und bereitgestellt werden.

Das Effectuation-Vorgehen ist das Gegenteil des oben skizzierten Causation-Prozesses. Der Effectuation-Ansatz geht von den zur Verfügung stehenden Ressourcen aus. Bestehende Fähigkeiten und Netzwerke geben den Rahmen möglicher Optionen vor und spannen so den Entscheidungsraum auf. Eine Option ist dann vorteilhaft, wenn sie möglichst viele bestehende Ressourcen nutzt. Ein Kriterium zur Eingrenzung des Entscheidungsraums ist nicht der erwartete Gewinn, sondern das akzeptierte Risiko. Anstatt über aufwendige Prognosen potenzielle zukünftige Gewinne abzuschätzen, wird beim Effectuation-Ansatz die Entscheidungsfindung unterstützt, indem versucht wird, den möglichen Verlust zu begrenzen und somit das Risiko zu minimieren.

Ein Ergebnis der auf einer Befragung von rund 75 Branchenunternehmen fußenden Studie lautet: In Big Pharma-Unternehmen (Großkonzerne, die den größten Teil ihrer Einkünfte über sogenannte Blockbuster-Produkte erzielen) laufen

Forschungsprojekte zumeist nach den klassischen Entscheidungstheorien, d.h. sequenziell ab. In kleineren Einheiten mit bis zu 100 Mitarbeitern, die gewissermaßen als Laborunternehmen Auftragslieferanten für Big Pharma sind, entsteht hingegen vielmehr ein dynamischer, durch Iterationen gekennzeichneter komplexer Entscheidungsprozess, zumal sich die in einem F&E-Projekt involvierte Höhe von Unsicherheit und Innovationsgrad als wesentliches Momentum herausstellt: Der Neuheitsgrad in Bezug auf Technologie und Markt hat grundsätzlich einen wesentlichen Einfluss auf die Vorteilhaftigkeit von Effectuation. Insbesondere bei Projekten der Grundlagenforschung ist zu Projektbeginn nicht klar, ob das zu erforschende Problem technisch umsetzbar ist und zu einem Produkt führen wird. Eine ähnliche Argumentation schließt sich für den Marktinnovationsgrad und die damit verbundene Marktunsicherheit an. Diese Art der Unsicherheit besteht generell in Bezug auf die Verwertungsmöglichkeiten der Invention. Sie ist deutlich höher, wenn das F&E-Erzeugnis vollkommen neu ist.

Ausgehend von den skizzierten Effectuation-Prinzipien wurde untersucht, inwieweit sich ein geringer respektive hoher Innovationsgrad im Hinblick auf die in F&E-Projekten zugrundeliegende Prozess-Effizienz und dem outputbezogenen Projekterfolg auswirkt. Insgesamt zeigt sich, dass der Innovationsgrad eine entscheidende moderierende Wirkung auf die Beziehung zwischen Effectuation bzw. Causation und dem Erfolg des F&E-Projektes hat, interessanter Weise nicht aber die Unternehmensgröße. Grundsätzlich lässt sich eine positive Korrelation zwischen der Höhe des Innovationsgrades und der Prozess-Effizienz nach dem Effectuation-Ansatz nachweisen, wohingegen die Analyse der Wirkung auf den outputbezogenen Erfolg zeigt, dass ein entsprechendes Vorgehen nach dem Causation-Ansatz unabhängig von der Höhe des Innovationsgrads gleichermaßen positiv wirkt. Im Ergebnis scheint eine klare Unterscheidung in Bezug auf das Management von Projekten mit einem geringen und einem hohen Innovationsgrad erforderlich. Der aus der Entrepreneurship-Forschung stammende Effectuation-Ansatz lässt sich erfolgreich auf von hoher Unsicherheit geprägten Herausforderungen im F&E-Kontext übertragen. <



**PROF. DR.
MARCUS LABBÉ**

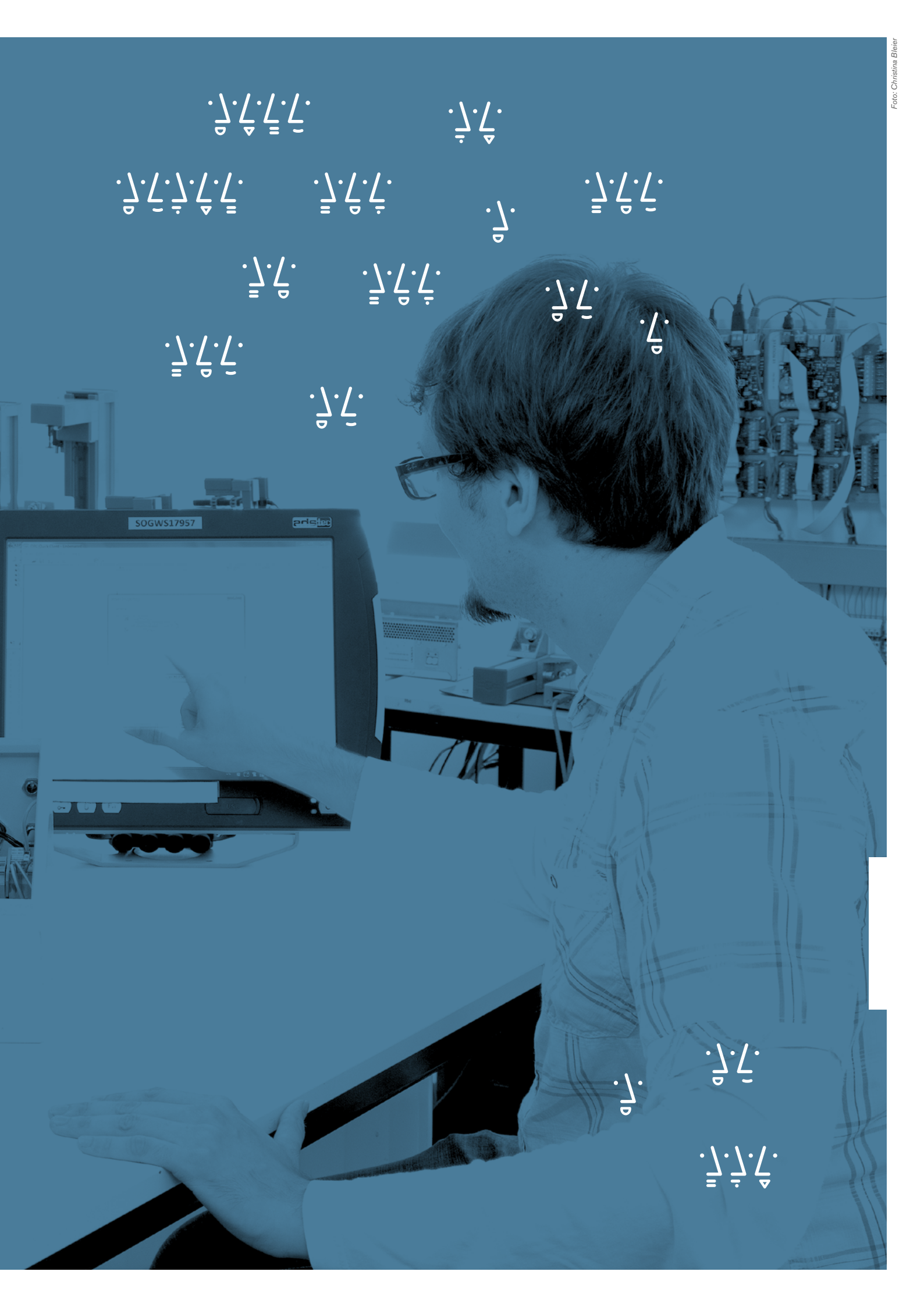
Hochschule Augsburg
Fakultät für Wirtschaft
Tel. +49 821 5586-2966
marcus.labbe@hs-augsburg.de

Schwerpunkt

- Entrepreneurship,
Innovations- & Technologie-
Management EITM



**Akademischer
Forschungsnachwuchs**



Graduierten- zentrum

Angebote für kooperative Doktoranden

> Nach wie vor besitzen die Hochschulen in Bayern kein Promotionsrecht. Durch die Möglichkeit der kooperativen Promotion sind derzeit 15 junge Wissenschaftler an der Hochschule Augsburg damit beschäftigt, ihre Doktorarbeit in Kooperation mit einer Universität durchzuführen. Gegründet im Sommersemester 2014 hat das Graduiertenzentrum seitdem die Aufgabe, den Promovierenden zusätzlich zu ihrer fachlichen auch eine nicht-fachliche Betreuung zur Seite zu stellen. Neben einer breiten Vernetzung und dem Austausch mit anderen Hochschulen und Universitäten wird ein spezielles Kursangebot bereitgestellt sowie Hilfestellung bei administrativen Problemen gegeben.

In den letzten Jahren hat sich die Anzahl der Promovierenden an der Hochschule Augsburg stetig erhöht. Mit einem weiteren Anstieg wird auch künftig gerechnet. Über zwei Drittel der derzeit 15 Doktoranden verteilen sich ungefähr gleichermaßen auf die Fakultäten für Maschinenbau und Verfahrenstechnik sowie für Elektrotechnik. Es gibt aber auch Doktoranden an den Fakultäten für Allgemeinwissenschaften und für Informatik.

Alle zwei Monate finden sog. Brown-Bag-Meetings zur Mittagszeit statt, in deren Rahmen sich die Promovierenden in lockerer Atmosphäre austauschen können. Diese Meetings werden nicht nur als Plattform für Testvorträge genutzt, sondern auch zur Vorstellung des Programms des Graduiertenzentrums der Universität Augsburg. Workshops zu Wissenschaftskompetenz, Soft Skills/ Persönlichkeitsentwicklung und Füh-

rungskompetenzen runden das Angebot ab. Das jeweilige Programm wird nach den Wünschen der Doktoranden zusammengestellt.

Im Januar 2015 fand beispielsweise ein zweitägiger Workshop zur statistischen Auswertung von Daten statt, bei dem auch Promovierende der Universität Augsburg sowie anderer bayerischer Hochschulen teilnahmen. Um den Austausch unter den Promovierenden mehr zu fördern, wurde im Juli 2015 noch ein weiterer Workshop zum Thema „Wissenschaftsmethodik“ in Kooperation mit der Hochschule Deggendorf an der Hochschule Augsburg veranstaltet.

Zu den Angeboten für Promovierende zählt auch die Möglichkeit, eigene wissenschaftliche Text- oder Sprachbeiträge für englischsprachige Journals und Tagungen durch das Sprachenzentrum der Hochschule optimieren zu lassen.

Nicht ausschließlich für Promovierende gedacht ist das Forschungs-Who-is-Who, bei dem erstmals im Juli 2015 Forschende und Forschungsinteressierte der Hochschule zusammen kamen und hier kurz und knapp ihre jeweiligen Forschungsprojekte und Schwerpunkte präsentierten.

Bei diesem Forum können Synergieeffekte zwischen den Forschenden ausgelotet werden, Tipps und Ratschläge sowie mögliche neue Forschungsprojekte ausgetauscht werden. Das nächste Forschungs-Who-is-Who ist für das Sommersemester 2016 geplant. <



PROF. DR.-ING. RITA HILLIGES
Leiterin Graduiertenzentrum

Hochschule Augsburg
Fakultät für Architektur
und Bauwesen
Tel. +49 821 5586-3114
rita.hilliges@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- Siedlungswasserwirtschaft
- Abwasserreinigung
- Deammonifikation
- Mikroschadstoffe
- Umgang mit Niederschlagsabläufen
- Regenwassermanagement

Zukunftsfähige Marktmodelle der Energiewirtschaft

Neues Tarifmodell für Haushaltskunden

> Nach drei Jahren intensiver Forschungsarbeit wurde das Projekt „Zukunftsfähige Marktmodelle der Energiewirtschaft“ Anfang 2015 erfolgreich abgeschlossen. Die Fakultät für Elektrotechnik der Hochschule Augsburg gratuliert Dr. Anton Gerblinger zur Promotion.

Die Zielsetzung der Dissertation von Dr. Gerblinger war es, ein zukunftsfähiges Marktmodell für die Tarifierung von Haushaltskunden in der deutschen Elektrizitätsversorgung zu entwickeln. Eine wesentliche Herausforderung für das derzeitige Tarifmodell stellt die Wirtschaftlichkeit der Eigenerzeugung dar. Haushaltskunden werden damit angereizt, einen Teil ihres elektrischen Energiebedarfes durch eine Eigenerzeugungsanlage zu decken und somit ihren Energiebezug aus dem Verteilnetz zu reduzieren. Des Weiteren galt die Forderung nach lastvariablen oder tageszeitabhängigen Tarifen für Letztverbraucher durch § 40 Abs. 5 EnWG als Maßgabe für die Tarifausgestaltung.

Zur Erarbeitung eines neuen Marktmodells wurden in dieser Arbeit zunächst wichtige Aspekte für die Tarifentwicklung aus den Bereichen Strombeschaffung, elektrische Eigenerzeugung und Standardlastprofile erarbeitet. Aufbauend auf den daraus resultierenden Erkenntnissen wurde ein zukunftsfähiges Marktmodell für die Stromtarifierung von Haushaltskunden gestaltet und evaluiert.

Partnerhochschulen der kooperativen Promotion waren die Hochschule Augsburg (Prof. Dr.-Ing. Michael Finkel MBA) sowie die TU München (Prof. Dr.-Ing. Rolf Witzmann). <



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

Hochschule Augsburg
Fakultät für Elektrotechnik
Tel. +49 821 5586-3366
michael.finkel@hs-augsburg.de

Projektpartner

- Lechwerke AG, Augsburg
- Technische Universität München



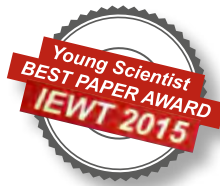
DR. ANTON GERBLINGER

WICHTIGE STATIONEN DER DISSERTATION

- Projektdauer: 15.01.2012 bis 31.01.2015
- 13 Veröffentlichungen (8 Artikel in Fachzeitschriften, 5 Konferenzbeiträge)
- Betreuung von 2 Master-, 6 Bachelor- und 9 Projektarbeiten.
- Jan/Feb. 2013: Aufenthalt an der Jadavpur Universität in Kalkutta und wesentlicher Motor für ein MoU mit der Universität in Mumbai
- August 2014: Teilnahme an der CIGRE Session in Paris
- Mitglied im Fakultätsrat der Fakultät Elektrotechnik (10/2013 bis 09/2015)
- Vorbereitung der beiden Energietechnischen Hochschulkolloquien im Kleinwalsertal und in Illertissen

Die Dissertation ist im Dr. Hut-Verlag erschienen.

Lastannahmen in Niederspannungsnetzen



> Bei der Planung von Niederspannungsnetzen werden bislang kaum Lastangaben für einzelne Haushalte benötigt. Die Last wird an den Netzknoten mithilfe des SLP geschätzt. Für einzelne Haushalte werden Erfahrungswerte herangezogen, die i.d.R. die maximal erwartete Last darstellen und zu einer Überdimensionierung der Niederspannungsnetze [1] führen. Aus heutiger Sicht ist diese Herangehensweise durch ein verändertes Lastverhalten und dem steigenden Kostendruck aufgrund der ARegV nicht mehr zeitgemäß [2]. Das betrifft auch die Erzeugungsleistung in ländlichen Gegenden. Wie also kann in Zukunft die Netzlast in Niederspannungsnetzen auf eine adäquate Art und Weise nachgebildet werden, ohne dabei einen hohen Mess- oder Berechnungsaufwand zu betreiben?

Methodische Vorgehensweise

Aktuelle Forschungsarbeiten beschäftigen sich oft mit der Nachbildung einzelner Haushaltslasten anhand synthetischer Lastprofile. Messdaten sind meist nur in 15minütiger Auflösung und über kurze Zeiträume vorhanden. Die synthetischen Lastprofile werden häufig für ein Jahr in einer entsprechend hohen Auflösung generiert und dienen als Grundlage für die Netzberechnung in Niederspannungsnetzen.

Um den Arbeits- und Rechenaufwand der Netzplanung zu reduzieren, soll nun ein neuer Ansatz verfolgt werden. Dabei werden anonymisierte Messdaten einzelner Haushalte und PV-Anlagen ausgewertet, die über ein Jahr hin aufgezeichnet wurden. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht über die gewonnene Datengrundlage.

Diese Datenbasis ermöglicht das Last- und Erzeugungsverhalten einzelner Haushalte genau zu analysieren. Durch Regressionsrechnung und Clusteranalyse werden die Daten ausgewertet. Speziell die Korrelation von Lastprofilen mit den zugehörigen Erzeugungsprofilen führt zu einer klaren Belastungsaussage für die Netze. Besondere Lastsituationen für die Niederspannungsnetze werden identifiziert und als Schlüsselereignisse herausgefiltert. Anhand von Wahrscheinlichkeiten werden diese Ereignisse weiter bewertet und Lastfaktoren für einzelne Haushalte gebildet.

Das Clustern verschiedener Belastungsannahmen aus der hohen Anzahl von Einzelwerten eines Betrachtungsjahres ermöglicht die Generierung weniger charakteristischer Belastungswerte. Diese treten im Laufe eines Jahres mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit und Häufigkeit auf und dienen als Grundlage zur Netzberechnung im Niederspannungsnetz.

Anzahl Haushalte	147
Anzahl PV Anlagen	24
Auflösung der Messdaten	5–10 s
Aufzeichnung	E, P (3~), Q (3~), S (3~), U (3~), I (3~)

Tabelle 1: Datenbasis zur Auswertung von Belastungskennzahlen. Quelle des Datenmaterials: LEW AG.



MICHAEL WIEST M. SC.

Hochschule Augsburg
Fakultät für Elektrotechnik
Tel. +49 821 5586-3590
michael.wiest@hs-augsburg.de

Betreuer

Prof. Dr.-Ing. Michael Finkel MBA
michael.finkel@hs-augsburg.de

Kooperationspartner

Technische Universität Braunschweig,
Prof. Dr.-Ing. Bernd Engel

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Beim Vergleich mit der bisher üblichen „worst-case-Betrachtung“ zeigt sich, dass mit den neuen Belastungsannahmen eine effizientere Netzplanung möglich wird. Belastungsreserven werden besser ausgenutzt. Vergleicht man die Lastprofilrechnung über ein ganzes Jahr, zeigt sich, dass sich mit den neuen Belastungsannahmen der Berechnungsaufwand deutlich reduziert und der zusätzliche Fehler vernachlässigbar bleibt. Das Ergebnis der Netzberechnung spiegelt also ein ganzes Jahr wider, beruht aber auf nur wenigen Berechnungsdurchläufen. Die Vorteile einer Jahresberechnung werden bei drastisch reduziertem Arbeitsaufwand für Netzplaner auf einfache Weise reproduziert. So wird auch ein neuer Weg bei der Nutzung von Smart-Meter Daten eingeschlagen. Bisher wurde aus diesen kein klarer Vorteil für die Netzplanung generiert. Die Nutzung beschränkt sich auf Fehlerdiagnose im laufenden Netzbetrieb und die genauere Lastprognose. <

LITERATUR

- 01 T. Schmidner, „Probabilistische Methoden in der Niederspannungsnetz-Planung“, et Energiewirtschaftliche Tagesfragen, Heft 5 2012.
- 02 M. Bunk, H. Loges, B. Engel, „Technisch-Wirtschaftliche Betrachtung von Spannungsstabilisierungsmaßnahmen in Niederspannungsverteilnetzen“, Internationaler ETG-Kongress, Berlin, 2013.

Partner für die Industrie

Forschungs-Masterstudiengang
Applied Research in Engineering Sciences

> Mit sieben Neuzulassungen zum Wintersemester 2015/2016 und sieben Absolventen im Verlauf des Sommersemesters verzeichnet der forschungsorientierte Studiengang Master of Applied Research in Engineering Sciences (MAPR) hochschulweit 52 Studierende. Die Grafik zeigt die Entwicklung der Neuzulassungen seit Einführung des Studiengangs.

Neben den Doktoranden leisten MAPR-Studierende einen erheblichen Teil der Forschungsarbeiten an der Hochschule Augsburg. Etwa die Hälfte eines MAPR-Studiums ist der anwendungsorientierten wissenschaftlichen Arbeit gewidmet. Diese wird nicht, wie bei Projektmodulen häufig anzutreffen, im Sinne von Planspielen durchgeführt. Vielmehr bleibt der MAPR auch weiterhin der Devise treu, nach der bislang alle Forschungsprojekte einen drittmittel-finanzierten Hintergrund haben. Für

die Studierenden stellt dies ein wichtiges Qualitätsmerkmal des Studiengangs dar, wie auch eine erste Absolventenbefragung gezeigt hat.

Der berufliche Einstieg der Absolventen ist dabei so vielfältig, wie es vorher die MAPR-Forschungsthemen oder die Beweggründe für ein MAPR-Studium waren. Eine Stelle zu finden, die den eigenen Vorstellungen entspricht, war allerdings für niemand unter den befragten Absolventinnen und Absolventen ein Problem. Zwei der befragten acht Absolventen sind inzwischen bei ihrem MAPR-Kooperationspartner beschäftigt, während einer als Doktorand weiter in der Forschung tätig ist. Von einigen weiteren Masterabsolventen ist bekannt, dass diese nach Abschluss des Studiums der Hochschule als Doktoranden erhalten bleiben – einige von Ihnen aufgrund von Drittmittelprojekten, die die unmittelbare Folge ihrer erfolgreich durchgeführten MAPR-Projekte sind.



PROF. DR.-ING.
REINHARD STOLLE

Hochschule Augsburg
Fakultät für Elektrotechnik
Tel. +49 821 5586-3356
reinhard.stolle@hs-augsburg.de

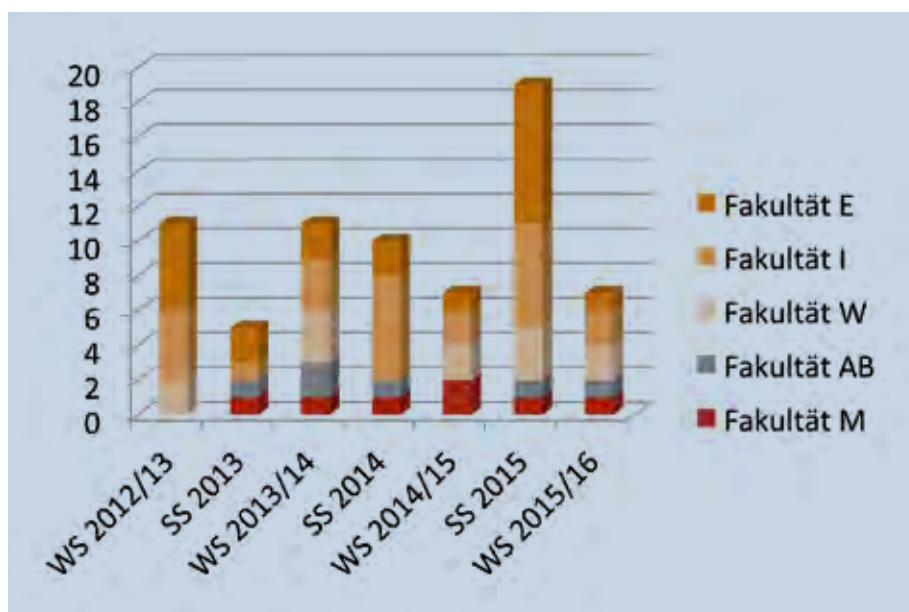
Fachgebiete

- Hochfrequenztechnik
- Nachrichtensysteme

Studiengang Master of Applied Research

- Vorsitzender der Prüfungskommission
- Fachstudienberater

Im Wintersemester 2015/2016 stehen nun mit der Re-Akkreditierung und mit der Aufnahme weiterer bayerischer Hochschulen für angewandte Wissenschaften in die Kooperation wichtige Schritte zur Weiterentwicklung des MAPR an. Der Studiengang wird bislang in Zusammenarbeit mit den bayerischen Hochschulen für angewandte Wissenschaften in Amberg-Weiden, Ansbach, Augsburg, Deggendorf, Ingolstadt, Nürnberg und Regensburg angeboten. <



Signalverarbeitung für Füllstandsmesssysteme

Erkennen verteilter und bewegter Ziele

> Mikrowellen zur Füllstandsmessung einzusetzen bietet viele Vorteile gegenüber anderen Messmethoden. In der Lebensmittelindustrie beispielsweise scheiden Messverfahren, die das Medium berühren, aus hygienischen Gründen aus. Das zu messende Medium kann eine sehr geringe Reflektivität aufweisen. Die Herausforderung besteht darin, die realen Echos von starken Störreflexionen, die beispielsweise von Rohren, Rührwerken oder Schweißnähten in den Silos verursacht werden, zu trennen.

Radarmesssysteme in der Füllstandsmesstechnik haben sich aufgrund der zahlreichen Vorteile und sinkenden Kosten in der Industrie etabliert. In den meisten Fällen funktioniert das Radarsystem nach der Installation in Tanks und Silos tadellos. Einige Messszenarios führen jedoch zu fehlerhaften Messergebnissen. Diese treten etwa bei

der Messung des Füllstands schwach reflektierender Schüttgüter auf, wie beispielsweise bei Kreidepulver. Da die Füllgüter häufig in gut reflektierenden Metallsilos gelagert werden, können Störchos, wie sie von Schweißnähten der Silowand erzeugt werden, um mehrere Größenordnungen stärker sein, als die Echos des eigentlichen Schüttgutes. Dieser Umstand führt dazu, dass das Radargerät falsche Messwerte produziert. In diesen Fällen muss ein Techniker erneut zum Einbauort fahren und die starke Reflexion manuell durch eine Softwareeinstellung unterdrücken.

Im Rahmen der Forschungsarbeit wurde ein „Moving Target Indikator“ (MTI) für Füllstandsmesssysteme vorgeschlagen. Dahinter verbirgt sich ein Algorithmus, der bewegte Ziele erkennt.



FRANZ G. ALETSEE M. SC.

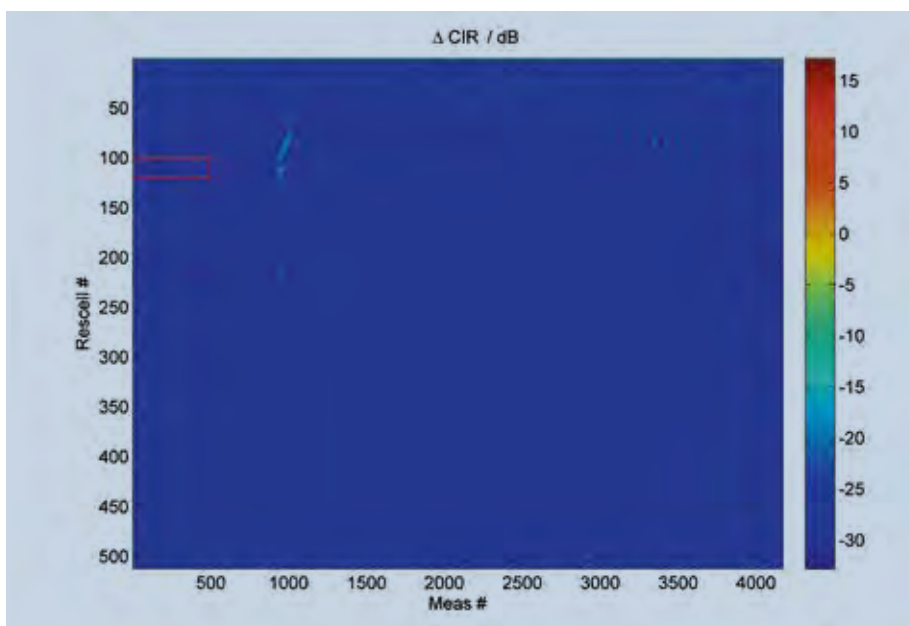
Hochschule Augsburg
Fakultät für Elektrotechnik
franz.aletsee@hs-augsburg.de

Betreuer:
Prof. Dr.-Ing. Reinhard Stolle
Tel. +49 821 5586-3356
reinhard.stolle@hs-augsburg.de

Ein ähnliches Konzept wird ebenfalls in der Luftüberwachung zum Ausblenden von statischen Zielen, wie Gebäuden oder Hügelketten, verwendet.

Da Störreflexionen ihre vertikale Position im Silo nicht verändern, können diese mit Hilfe des MTI unterdrückt werden. Auf der Abbildung ist das MTI beim Befüllen und portionsweise Ablassen eines Silos zu sehen. Es ist gut zu erkennen, dass lediglich Veränderungen durch hohe Amplituden sichtbar werden. Die Ergebnisse, die das MTI erzeugt, liefern den Zielverfolgungsalgorithmen nützliche Informationen.

Darüber hinaus wurden noch weitere Lösungsvorschläge, wie das Entfernen von Antennenklingeln, der Einsatz von Zielverfolgungsalgorithmen und die Klassifikation von Zielen, erarbeitet. Das Projekt wurde im Mai 2015 abgeschlossen. <



Moving Target Indikator (MIT) eines Futtermittelsilos

Wiedererkennen von Webbrowsern

Entwicklung eines verteilten Tracking-Frameworks für Webbrowser-Fingerabdrücke

> Auf der Reise durch das Internet werden Benutzer auf jeder Seite von vielen Trackern verfolgt. Diese personalisieren die Werbung, die sie sehen. Neben dem bekannten HTTP-Cookie werden diese auch durch Fingerprinting verfolgt. Sich hiervor zu schützen ist schwierig, da sogar die Hardware erkannt wird. An der Hochschule Augsburg wurden nun Algorithmen entwickelt, die Benutzer innerhalb von Wochen wiedererkennen.

Die auf Webseiten angezeigte Werbung wird passend auf den Betrachter personalisiert. Damit das möglich ist, muss der Webserver im Hintergrund den Betrachter wiedererkennen. Das dazu wohl meistgenutzte Mittel ist das HTTP-Cookie. Es wird im Browser des Benutzers hinterlegt und ist eine einzigartige Wiedererkennungsmarke. Bei jedem Webseitenaufruf kann diese abgerufen und so ein Profil des Betrachters erstellt werden, um ihm individualisierte Werbung anzubieten. Eine einfache Gegenmaßnahme wäre, das Cookie zu löschen. Im Gegensatz zum Cookie wird beim Fingerprint-Tracking ein Fingerabdruck vom Browser erzeugt und dieser wird als Wiedererkennungsmarke verwendet.

Einen Benutzer über seinen Fingerabdruck wiederzuerkennen, ist weitaus schwieriger als über das HTTP-Cookie. Er verändert sich kontinuierlich und deswegen müssen Fingerabdrücke gefunden werden, die sich sehr ähnlich sind. Eine Ähnlichkeit von zwei Fingerabdrücken bedeutet zum einen möglichst viele gemeinsame Merkmale.

Unterschiede finden sich nur bei denjenigen Merkmalen, die sich wahrscheinlich weiterentwickeln. Vor allem letzteres stellt eine hohe Anforderung an die Algorithmen für die Ähnlichkeitsanalyse. Des Weiteren unterscheiden sich Fingerabdrücke stärker, wenn sich der zeitliche Abstand zwischen ihnen vergrößert. Daher ist es eine besondere Herausforderung, Fingerabdrücke mit einem großen zeitlichen Abstand richtig zuzuordnen.

Im NGTS-Projekt an der Hochschule Augsburg wurden geeignete Algorithmen untersucht und in eine Tracking-Software integriert, um ihren Nutzen für das Fingerprint-Tracking zu evaluieren. In dieser Untersuchung zeigten sich Algorithmen als besonders wirksam, die geschriebene Texte gut auf Korrelationen überprüfen konnten. Dadurch konnte ein Tracking-Programm entwickelt werden, das Browser über Wochen mit ihren Fingerabdrücken wiedererkennen konnte. Mit einem erweiterten Datenmaterial lassen sich die Algorithmen deutlich verbessern und Wiedererkennungen über deutlich längere Zeiträume werden möglich.

Des Weiteren ist es gelungen, durch das Browser-Fingerprinting die verbaute Grafik-Hardware und teilweise ihre Treiber zu erfassen. Somit können Browserfingerabdrücke über einen langen Zeitraum noch stabiler werden. <



FALK ALEXANDER

Hochschule Augsburg
Fakultät für Informatik
falk.alexander@hs-augsburg.de

Betreuer

Prof. Dr.-Ing. Thorsten Schöler
Tel. +49 821 5586-3445
thorsten.schoeler@hs-augsburg.de

Projektpartner

Distributed Systems Group

Lüftungstechnik in Schulen

Raumklima in energieeffizienten Schulen

> Mit dem Konjunkturpaket II rückten vermehrt Schulsanierungen in den Blickpunkt, die neben der energetischen Sanierung auch eine raumklimatische Verbesserung anstreben. Durch eine Implementierung von maschinellen Lüftungssystemen werden Vorteile erwartet. Die Auswahl eines auf Klassenzimmer und Nutzer abgestimmten Lüftungssystems stellt dabei eine Herausforderung dar. Planer können zwar auf zahlreiche Planungsleitfäden zurückgreifen, dennoch ist bisher nicht geklärt, inwiefern sich Empfehlungen und Praxiserfahrungen decken.

Von knapp 700 Schulen im Regierungsbezirk Schwaben wurden insgesamt 158 Schulen herausgefiltert, die seit 2008 saniert, erweitert und erbaut wurden. Durch Befragung der Sachaufwandsträger wurde ein Datensatz von 96 der 158 erstellt. Maschinelle Lüftungssysteme wurden in 40 der 96 erfassten Schulen eingebaut.

In 17 Schulgebäuden fanden in 34 maschinell belüfteten Klassenzimmer messtechnischen Untersuchungen (Temperaturen und CO₂-Konzentration) statt. Die dortigen Lehrer, Schüler und Hausmeister wurden befragt. Ziel war es, Problemfelder zu erkennen und Verbesserungspotential aufzudecken.

Während des Unterrichtes lagen 72 % der Raumlufttemperaturen zwischen 23°C und 26°C. Außerhalb der Nutzungszeit wurden teilweise aufgrund nicht aktivierter Verschattung höhere Raumlufttemperaturen gemessen, als während der Nutzungszeit. Die Medianwerte der gemessenen CO₂-Konzentration lagen während des Unterrichtes zwischen 750 ppm und 2110 ppm. In 22 Klassenzimmern lagen alle erfassten

CO₂-Konzentrationen während des Unterrichtes unter 2000 ppm. In 24 Klassenzimmern wurde bereits vor dem Unterricht, in 19 Räumen nach Unterrichtsende und in 14 nachts gelüftet.

Die Nutzer waren vorwiegend mit den sommerlichen Raumlufttemperaturen, den Lüftungsmöglichkeiten, ihren Einflussmöglichkeiten auf die eingebaute Technik und den zur Verfügung gestellten Informationen unzufrieden. Die Belüftung sowie die Temperaturen des Klassenzimmers sind für die Nutzer am wichtigsten. Dabei scheinen die Nutzer mit den Temperaturen im Sommer, mit Gerüchen und der Belüftung unzufrieden zu sein. Die Lehrer sehen es zudem als wichtig an, dass sie auf die Beleuchtung, den Sonnenschutz und die Belüftung Einfluss nehmen können. An einigen Schulen wurden Fensterhebel abmontiert, Fenster sind verschlossen oder nur kippbar, was die Bewertung der Belüftungsmöglichkeiten nachvollziehbar macht.

Aus den detaillierten Auswertungen wurden für die beteiligten Schulen spezifische Schlussfolgerungen abgeleitet. In der Aktivierung des Sonnenschutzes außerhalb der Nutzungszeiten, der Umsetzung des Lüftens nach dem Unterricht und in der Integration von Nutzern in den Planungsprozess besteht noch Handlungsbedarf. Informationen sollten sehr sensibel und bedacht eingesetzt werden und stets aus Nutzersicht hinterfragt werden. <



MARTINA HACKL B. ENG.

Hochschule Augsburg
Fakultät für Architektur
und Bauwesen
martina.hackl@hs-augsburg.de

Betreuer

Prof. Dr.-Ing. Runa T. Hellwig
runa.hellwig@hs-augsburg.de

Derzeit

- Associate Professor,
Cluster Director: Solar and
Energy Efficient Buildings,
Solar Energy Research
Institute of Singapore,
National University of Singapore

Forschungsgebiete

- Energie Effizienz Design E2D
- Bauklimatik
- Energieeffiziente
- Gebäudekonzepte
- Energiebedarfsanalyse
- Raumklima
- Bauphysik
- Energie- und Raumklima-Monitoring
- Post Occupancy Evaluation
- Nachhaltigkeitsbewertung und
-bewertungssysteme

Kamerabasierte Sicherheitstechnik

Technologien zur Arbeitsraumüberwachung

> Die Automatisierungstechnik der Zukunft trägt die Entwicklungsziele neuer, innovativer Fertigungsprinzipien und -techniken, die einen ressourcenschonenden, flexiblen und hoch effizienten Wertschöpfungsprozess ermöglichen. Auslöser hierfür sind die fortschreitende Produktindividualisierung, kürzere Produktlebenszyklen und der damit einhergehende Kostendruck. Zur Bewältigung dieser Anforderungen, wurde die vierte industrielle Revolution ausgerufen – die Innovationsoffensive „Industrie 4.0“. Diese ist von der vollständigen Vernetzung von realer und virtueller Welt geprägt. Daraus resultieren neue und innovative Fertigungstechnologien auf Basis der horizontalen und vertikalen Kommunikation. Das interdisziplinäre Zusammenwirken der Kompetenzfelder „Elektrotechnik“, „Maschinenbau“ und „Informatik“ innerhalb der Mensch-Maschine- und Mensch-Roboter-Interaktion stellt einen wesentlichen Eckpfeiler des Migrationspfads „Produktion 2020“ dar.

Die Fusion bisher getrennter Arbeitsbereiche ermöglicht höchst effiziente Produktionssysteme mit enormen Wertschöpfungspotentialen und maximaler Flexibilität. Die Koexistenz von Mensch und Roboter in Kollaborationsräumen steigert jedoch das Gefahrenpotential. Um den daraus resultierenden Risikofaktoren entgegenzuwirken, sind neue Sicherheitstechnologien und -verfahren notwendig. Bereits existierende taktile und kapazitive Sensorsysteme weisen jedoch Defizite in der Performance des Gesamtsystems auf, da der Roboter ausschließlich mit stark reduzierten Dynamikparametern agiert. Durch das im Rahmen des „Master of Applied Research“-Studiums entwickelten visuellen Überwachungssystems ist es jedoch möglich, den Roboter mit maximaler Performance zu betreiben, wenn keine interaktiven Handlungen oder Gefährdungen für Personen bestehen. Ausschließlich bei Annäherung oder Eintreten von Personen in den gefahrbringenden Bereich bedarf es einer Reduzierung der Dynamikparameter. Mit



ROBERT KARL B. ENG.

Hochschule Augsburg
Fakultät für Maschinenbau
und Verfahrenstechnik
robert.karl@hs-augsburg.de

Betreuer
Prof. Dr.-Ing. Markus Glück
Tel. +49 821 5586-3154
markus.glueck@hs-augsburg.de

**Technologie Centrum
Westbayern GmbH**
Tel. +49 9081 8055-101
glueck@tcw-donau-ries.de

der kamerabasierten Raumüberwachung (Abb. 1) und der situationsbedingten Robotersteuerung wurde ein außerordentlich effektives System erzielt.

Um notwendige Rechtsgrundlagen zur Erwirkung der humanitären Sicherheitsaspekte zu schaffen, wird derzeit die erste MRK-eigene-Norm „Technical Specification 15066“ ausgearbeitet. Diese wird biomechanische Belastungsgrenzwerte, wie z. B. „Klemm- und Quetschkraft“ oder „Stoßkraft“ für definierte Punkte am menschlichen Körper, enthalten. Durch die Paarung des bildbasierten Überwachungssystems mit einem sensitiven Roboter, wie z. B. dem Leichtbaurobster „KUKA LBR iiwa“, kann die Effektivität weiter gesteigert werden. Mittels Segmentierung der Personen in einzelne Körperbereiche und deren Erkennung (Abb. 2) kann der Roboter mit den normspezifischen Kennwerten der im Arbeitsbereich befindlichen Körperregionen betrieben werden. <



1 MRK-Applikation mit „KUKA KR 30HA“ Roboter und darüber angebrachtem 3D-Kamerasystem (Microsoft Kinect).

2 Personensegmentierung und deren Erkennung, zur normspezifischen (TS 15066) Robotersteuerung in Abhängigkeit der im Arbeitsbereich befindlichen Körperregionen.

 www.hochschulzentrum-donau-ries.de

Mechanische Eigenschaften von CFK

Energiefreisetzungsraten von Faser-Composites

> Ein bekanntes Verfahren zur Bestimmung der interlaminaren Energiefreisetzungsraten unter Mode I von kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen stellt der Double-Cantilever-Beam (DCB) Test dar. Die Ermittlung des Rissfortschritts bzw. der Rissfront erfolgt mittels digitaler Bildanalyseverfahren sowie einer fluoreszierenden Farbeindringprüfung.

Verglichen mit anderen technischen Werkstoffen wie Metalle oder Keramiken, bieten faserverstärkte Kunststoffe (CFK) einige Vorteile. Abgesehen von einer hervorragenden Korrosionsbeständigkeit zeigt CFK exzellente Ermüdungseigenschaften bei niedrigen Temperaturen. Darüber hinaus können die mechanischen Eigenschaften wegen großer Designfreiheit bezüglich Faserorientierung an beliebige Lastzustände optimal angepasst werden. Wegen ihrer geringen Dichte bei gleichzeitig hoher Steifigkeit und Festigkeit, kann zudem mit CFK das Strukturgewicht bei einigen Bauteilen um bis zu 30–40 % im Vergleich zu Metallen reduziert werden.

All diese positiven Aspekte haben dazu geführt, dass Verbundwerkstoffe stetig an Bedeutung hinzugewonnen haben, was man z. B. daran erkennen kann, dass der Gewichtsanteil von Composites in Bauteilen (Autos, Flugzeuge u. v. m.) in den letzten Jahrzehnten deutlich zugenommen hat. Dennoch sind Faserverbundwerkstoffe verglichen mit Metallen, bei denen auf eine über tausendjährige Erfahrung zurückgegriffen werden kann, eine relativ junge Technologie mit viel Entwicklungspotential. So gibt es immer noch einen großen Mangel an guten und zuverlässigen, experimentell ermittelten Materialkennwerten. Dies erschwert die Lebensdauerberechnung von CFK enorm und bedingt das Anwenden hoher Sicherheitsfaktoren, was zu unerwünschten „over-designs“ von Bauteilen führt.

Dieses Projekt befasst sich daher mit neuartigen Prüfverfahren, um die Materialeigenschaften von CFK-Werkstoffen experimentell zu bestimmen. Mithilfe von Mikrozugversuchen ist es möglich, die Zugfestigkeit und Bruchdehnung von einzelnen Carbonfasern zu messen. Des Weiteren werden im Rahmen des Projektes „DCB-Tests“ (Double-Cantilever-Beam) durchgeführt, um den Widerstand von unidirektionalen Faserverbundlaminaten gegen Delamination unter Zugbeanspruchung zu ermitteln. Die Bestimmung des Delaminationsfortschritts erfolgt mittels digitaler Bildanalyse, gekoppelt mit einem Farbeindringverfahren. Die Ergebnisse der Experimente dienen dann als Eingangsdaten für Festigkeitssimulationen von CFK Strukturen. <



KARL REICHARD B. ENG.

Hochschule Augsburg
Fakultät für Elektrotechnik
karl.reichard@hs-augsburg.de

Betreuer
Prof. Dr.-Ing. Björn Eckert
Tel. +49 821 5586-3362
björn.eckert@hs-augsburg.de

Berater
Prof. Dr. Dr. André Baeten

Hochschule Augsburg
Fakultät für Maschinenbau
und Verfahrenstechnik
Tel. +49 821 5586-3176
andre.baeten.hs-augsburg.de

Arnold Hopfauf, M. Eng.
Tel. +49 821 5586-3664
arnold.hopfauf@hs-augsburg.de

Skiurlaub in den Alpen.

Skihütten, Ferienhäuser und Gruppenunterkünfte vom Spezialisten



Seit 1983 stehen wir für ein breites Angebot an Skiunterkünften in den schönsten Skigebieten der Alpen - von den bekannten Urlaubszentren bis zu einigen feinen Geheimtipps in Österreich, Frankreich, Südtirol und der Schweiz. So unterschiedlich wie die Skiregionen sind auch die Unterkunftsarten: vom exklusiven Ferienhaus oder Chalet mit offenem Kamin und Sauna über die behaglich eingerichtete Ferienwohnung, das gut ausgestattete, preisgünstige Gruppenhaus bis hin zur urigen, gemütlichen Skihütte direkt an der Piste. Durch unsere große Auswahl können wir Ihnen zu allen Terminen Unterkünfte anbieten.

www.grether-reisen.de : unsere Internetseite mit Online-Buchungsmöglichkeit gibt Ihnen einen umfassenden und aktuellen Überblick über unser Angebot. Ausführliche Beschreibungen der Unterkünfte, detaillierte Darstellung der Skigebiete samt Pistenplänen, Sonderlisten mit aktuell freien Unterkünften an den gefragtesten Terminen des Skiwinters (Silvester, Fasching, Ostern) und eine individuelle Suchfunktion. Unser Anspruch ist Ihr Vorteil: Mit unserer langjährigen Erfahrung stehen wir für eine gute Unterkunftsqualität zu fairen Preisen, eine individuelle, kompetente Beratung, eine informative Homepage, eine zuverlässige Buchungsabwicklung und eine umfassende Information im Vorfeld Ihrer Reise.

Thomas Grether-Reisen GmbH
kompetent - günstig - individuelle Beratung
--- seit 1983 ---

www.grether-reisen.de

Blohnstraße 25 76185 Karlsruhe Tel 0721-557111* E-Mail info@grether-reisen.de

*selbstverständlich zum normalen Telefontarif; kein Call-Center, keine Warteschleifen.

Ferien mit Familie & Freunden.

Ferienhäuser und Gruppenunterkünfte vom Spezialisten

Wir laden Sie herzlich ein, unser riesiges Angebot an Ferienhäusern und Gruppenunterkünften auch in der schneelosen Zeit zu testen. Von der komfortablen Familienfinca auf Mallorca und schicken Ferienhäusern, Villen und Chalets in den beliebten Ferienregionen Europas über herrliche Unterkünfte für Familien, kleine und große Gruppen in den Alpen bis hin zu großen Unterkünften für Jugend-, Familien- oder Vereinsfreizeiten: am Meer, im Gebirge oder mitten in Deutschland!

Wie im Winter kennen wir uns auch im Sommerangebot bestens aus - und so ist es auch hier eher die Regel als die Ausnahme, dass Sie mit jenem Mitarbeiter sprechen können, der sich vor Ort schon einmal ein Bild von der Unterkunft und der Ferienregion machen konnte.

Unsere Internetseite www.grether-reisen.de ermöglicht Ihnen über die „Haussuche Sommer“ einen raschen Überblick: Für die Ferienzeiten und Frühjahrsfeiertage navigieren Sie unsere Sonderlisten schnell zum Ziel - ansonsten führen Sie unsere Suchkriterien z.B. nach Land, Region, Gruppengröße und Termin ebenso zügig zum passenden Angebot. Gerne erstellen wir Ihnen auch ein unverbindliches Angebot mit diversen Vorschlägen, eine kurze E-Mail oder ein Anruf genügt. Wir freuen uns auf Ihre Anfrage!



Neue Standards für sicherheitsrelevante Steuerungen

Sicherheitsfunktionen, Coding Guidelines und Programmierkonzept

> Durch „Industrie 4.0“ wird die Produktion modularer und damit auch wesentlich komplexer, weshalb auch die Anforderungen an die Schnittstellen zwischen Mensch und Maschine deutlich zunehmen. Um den Bediener bei steigender Vernetzung zu schützen, müssen sich die Sicherheitssysteme weiterentwickeln. Die Sicherheitstechnik ist somit nicht mehr elektromechanisch realisierbar, sondern elektrisch programmierbar umzusetzen. An diese programmierbaren Sicherheitssteuerungen werden von der Industrie grundlegende Anforderungen gestellt. Dazu zählen: Modularisierung im Sinne von Industrie 4.0, Steigerung der Verfügbarkeit und der Produktivität, Sicherheit und Produktivität in Einklang bringen, Komplexitätsreduzierung und Wiederverwendbarkeit des Programmcodes und die dafür notwendige Standardisierung. Können diese Anforderungen durch standardisierte Sicherheitsfunktionen, Coding Guidelines und einem Programmierkonzept erfüllt werden?

Standardisierte Sicherheitsfunktionsbausteine und Coding Guidelines

In Zusammenarbeit mit der PLCopen werden an der Hochschule Augsburg standardisierte Sicherheitsfunktionsbausteine und Coding Guidelines entwickelt. Die elementaren, standardisierten Sicherheitsfunktionen werden in Softwarebibliotheken zusammengefasst und beinhalten bereits die komplexen Funktionen der Kontaktvergleiche und Diskrepanzzeitüberwachung. Durch sie wird die Komplexität der Software für den Programmierer reduziert und durch ihre Wiederverwendbarkeit die Produktivität bei der Softwareentwicklung für sicherheitsrelevante Steuerungen gesteigert.

Auf übergreifender Ebene dienen Coding Guidelines zur Fehlervermeidung, Vereinheitlichung und Verbesserung der Lesbarkeit. Die durch Coding Guidelines erreichte Vereinheitlichung steigert die Wiederverwendbarkeit der Software und durch die Verbesserung der Lesbarkeit verkürzen sich die Einarbeitungszeiten bei der Wartung oder Überarbeitung des Programmcodes. Somit steigen die Verfügbarkeit und die Produktivität.

Programmierkonzept

Unter einem Programmierkonzept versteht man die Summe aller Maßnahmen, worauf beim Erstellen einer Software zu achten und wie dies umzusetzen ist. Ziel ist es, durch die Anwendung des Programmierkonzeptes die Software zu vereinheitlichen. Sie wird damit verständlicher, die Codierung effizienter und fehlerfreier. Letztendlich resultiert ein anwendungsgerechtes Programm für sicherheitsrelevante Steuerungsaufgaben.

Im Rahmen der Masterarbeit wird das im Laufe des Forschungsmasters entwickelte Programmierkonzept (Abb. 1) für die Programmierung des Produktionssystems (Abb. 2) angewandt. Das Programmierkonzept sieht auch die Verwendung von standardisierten Sicherheitsfunktionsbausteinen und Coding Guidelines vor. Das hier dargestellte sicher vernetzte konfigurierbare Produktionssystem dient außerdem zur Ausbildung von neuen, sowie zur Weiterbildung von bereits im Beruf stehenden Ingenieuren.

Fazit

Durch die Verwendung von standardisierten Sicherheitsfunktionsbausteinen und Coding Guidelines, sowie durch die Anwendung des Programmierkonzeptes können die Anforderungen der Industrie 4.0 in weitaus besserem Maße erfüllt werden. <



www.hochschulzentrum-donau-ries.de



CARINA SCHLICKER B. ENG.

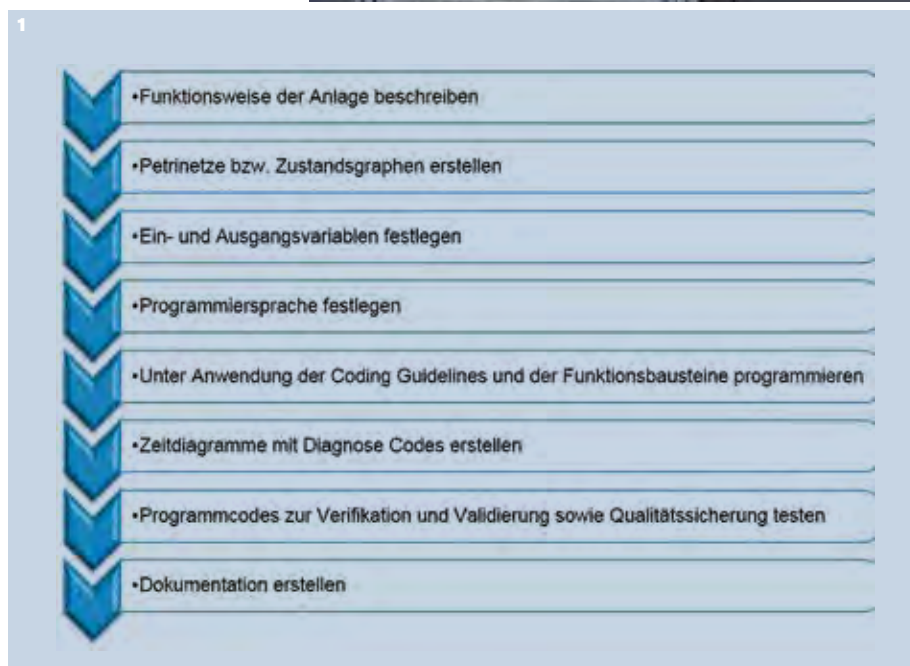
Hochschule Augsburg
Fakultät für Elektrotechnik
carina.schlicker@hs-augsburg.de

Betreuer
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Zeller
Tel. +49 821 5586-3342
wolfgang.zeller@hs-augsburg.de



1 Vorgehensweise des Programmierkonzepts.

2 Sicher vernetztes konfigurierbares Produktionssystem.



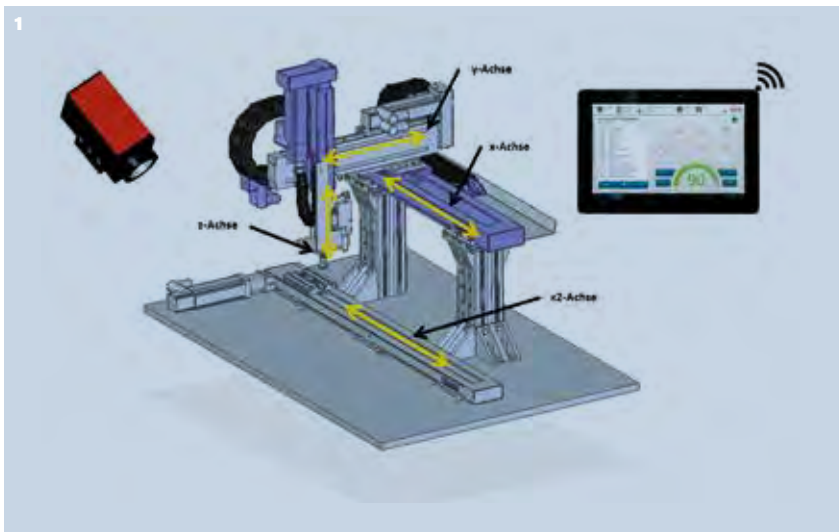
Flexible Automation und kooperative Robotik

Entwicklung und Umsetzung im Sinne der Industrie 4.0

> Der Grad der Automatisierung und die Anforderungen an diese sind im Zuge der „vierten industriellen Revolution“ stark angestiegen. Steuerungen, Roboter und ganze Maschinen sind miteinander vernetzt, arbeiten hoch flexibel zusammen und tauschen Informationen aus. Dennoch ist der Mensch wichtiger Bestandteil dieser flexiblen Automation.

Am Technologietransferzentrum für flexible Automation und kooperative Robotik in Nördlingen werden Möglichkeiten erarbeitet, wie verschiedene Anlagen selbstständig zusammenarbeiten und dennoch der Mensch als Bediener sicher eingreifen kann. Dabei geht es um zwei wesentliche Aspekte: Zum einen die Bahnplanung des Roboters, damit mögliche Kollisionen zwischen Bediener und Roboter frühzeitig er-

kannt werden und es zu keinen persongefährdenden Bewegungen kommen kann. Zum anderen die bildgeführte Robotik, wodurch gewährleistet wird, dass der Roboter selbständig unterschiedliche Teile bearbeiten kann.



- 1 Aufbau des Portalroboter.
- 2 CAD-Zeichnung der gesamten Demonstrator-Anlage.



Steuerungs- und Regelungskonzepte in der Mensch/Roboter- und Roboter/Roboter-Kooperation

Der Einsatz der Robotik ist bisher durch eine strikte physikalische Trennung zwischen Mensch und Roboter geprägt. Durch trennende Schutzeinrichtungen zwischen Robotern und menschlichen Arbeitsplätzen werden Personen derzeit zuverlässig vor Verletzungen durch bewegte Roboter geschützt. Da sowohl die Effizienz weiter gesteigert, als auch die Gestaltung flexibler Arbeitsprozesse gefördert werden soll, stellt die Mensch-Roboter-Kooperation (MRK) ein stetig wachsendes Forschungsumfeld dar.

In diesem Umfeld ist es vor allem das Ziel, die Fähigkeiten und Stärken von Roboter und Mensch zu vereinen. Gerade die hohe Flexibilität sowie die komplexe Handhabung bei diffizilen Aufgaben sprechen für den Einsatz des Menschen. Die Vorteile des Roboters liegen hingegen in der hohen Handhabungsgeschwindigkeit, Ausdauer und Positioniergenauigkeit.

Die Sicherheit des Menschen muss zu jeder Zeit gewährleistet werden. Erst durch Innovationen im Bereich der Robotik, beispielsweise durch den LBR iiwa von KUKA, wird der Betrieb ohne trennende Schutzvorrichtungen ermöglicht. Hierdurch eröffnen sich neue Möglichkeiten für die Zusammenarbeit von Mensch und Maschine.

Basierend auf neuen Regelungskonzepten soll im Rahmen der Forschungsarbeit mittels industrieller Bildverarbeitungssysteme eine sichere Mensch/Roboter- und Roboter/Roboter-Kooperation umgesetzt werden. Dazu wird ein modular aufgebauter produktionstechnischer Demonstrator für flexible Automatisierungslösungen am Hochschulzentrum Donau-Ries in Nördlingen errichtet und mit KUKA Robotern ausgestattet (Abb. 2).

Um den Arbeitsbereich sicher zu überwachen, werden vor allem Methoden der 3D-Bildverarbeitung eingesetzt. Darüber hinaus wird die Kraft- und Momenten-Steuerung an Robotern untersucht und die bildgeführte Robotik sowie die bildgestützte Prozess- und Arbeitsraumkontrolle weiterentwickelt. Des Weiteren wird die Bahnplanung bzw. Bahnregelung situativ angepasst, um in Abhängigkeit der menschlichen

Interaktion eine Kollision mit Personen zu vermeiden und eine flexible Gestaltung der Produktion zu ermöglichen.

Steuerungs- und Softwarekonzepte, Verfahren und Technologien für die Maschinen-zu-Maschinen-Kommunikation in modularen Fertigungseinheiten der Industrie 4.0

Für die bildgeführte Robotik und der damit verbundenen Steuerungseinrichtung wird der Ansatz der offenen Schnittstelle verfolgt. Die verschiedenen Hersteller von Automatisierungsgeräten wie Beckhoff, Siemens oder Bosch Rexroth gehen unterschiedliche Wege zu offenen Steuerungsplattformen.

Anhand des von Bosch Rexroth entwickelten Open Core Engineering wurden die Vorteile und Möglichkeiten einer offenen Plattform untersucht. Die Umsetzung erfolgt mittels einer Portaleinheit (Abb. 1). Durch das Open Core Engineering können daher SPS-Programme in verschiedenen anderen Programmierplattformen wie C/C++, Java, LabView oder Matlab realisiert werden, beispielsweise Programme für automatisierte Prüfprozesse als auch für die Bewegungssteuerung der Anlage. Die Definition und Programmierung von Schnittstellen, wodurch der Engineeringprozess verbessert werden kann, entfällt. Auch die Anbindung an die IT-Infrastruktur kann hierdurch schnell und einfach realisiert werden und entspricht so den Leitlinien der Industrie 4.0. In Folge entstehen neue Möglichkeiten, den Mensch in den Fertigungsablauf einzubinden.

Im Rahmen dieser Arbeit wird ein Programm entwickelt, das einen direkten Zugriff auf das Kamerabild einer Tablet-Applikation zulässt. Hierüber lassen sich dann Bauteile direkt über das Touch-Display eines Tablets auswählen, die dann von der Portaleinheit abgeholt werden. Anhand dieser Beispielapplikation wird aufgezeigt, wie moderne Steuerungssysteme in Verbindung mit einer Hochsprache an die neuen steuerungstechnischen Anforderungen angepasst werden können. <



www.hochschulzentrum-donau-ries.de



TOBIAS VOGEL B. ENG.

Hochschule Augsburg
Fakultät für Elektrotechnik
tobias.vogel@hs-augsburg.de

Betreuer

Prof. Dr. Florian Kerber
Tel. +49 821 5586-3433
florian.kerber@hs-augsburg.de



ROBERT TREPESCH B. ENG.

Hochschule Augsburg
Fakultät für Maschinenbau
und Verfahrenstechnik
robert.trepesch@hs-augsburg.de

Betreuer

Prof. Dr.-Ing. Markus Glück
Tel. +49 821 5586-3154
markus.glueck@hs-augsburg.de

Technologie Centrum Westbayern GmbH

glueck@tcw-donau-ries.de

Twisted-Pair-Leitungsbündel

Gigabit-Leitungen im Automotive Bereich

> Die Menge an Daten, die in einem Automobil übertragen werden, steigt ständig an. Gründe hierfür sind Infotainment-Anwendungen, wie ultrahochauflösende Displays oder Fahrsicherheits-Anwendungen. Für diese Anwendungen werden das auf dem Sternviererkonzept basierende HSD (High Speed Data, verdrehte Vierdrahtleitung mit Abschirmung) und das auf UTP (Unshielded Twisted-Pair, verdrehte Zweidrahtleitung ohne Abschirmung) basierende MTD-Stecksystem (Modular Twisted-Pair) eingesetzt. Diese Systeme bestehen aus ein bzw. zwei Twisted-Pairs (verdrehte Zweidrahtleitungen) mit einem differentiellen Wellenwiderstand von 100 Ohm.

Für die Übertragung von Datenströmen mit einer hohen Bitrate ist eine genaue Kenntnis des Übertragungskanals bei Frequenzen bis zu einigen GHz notwendig. Zur Charakterisierung dieses Hochfrequenzverhaltens eignet sich der Einsatz eines Vektor-Netzwerkanalysators (VNA). Da die genannten Leitungen vier (MTD) bzw. acht (HSD) Leitenden aufweisen, werden ebenfalls vier bzw. acht sogenannte Messtore benötigt. Die klassische Vektor-Netzwerkanalyse kommt mit zwei Messtoren aus.

Besagte VNAs können nicht direkt mit einem HSD/MTD-Kabel verbunden werden, weshalb Adapterplatinen benötigt werden. Diese Adaptierung verfälscht jedoch die Messergebnisse. Abhilfe schafft



SEBASTIAN WAGNER B. ENG.

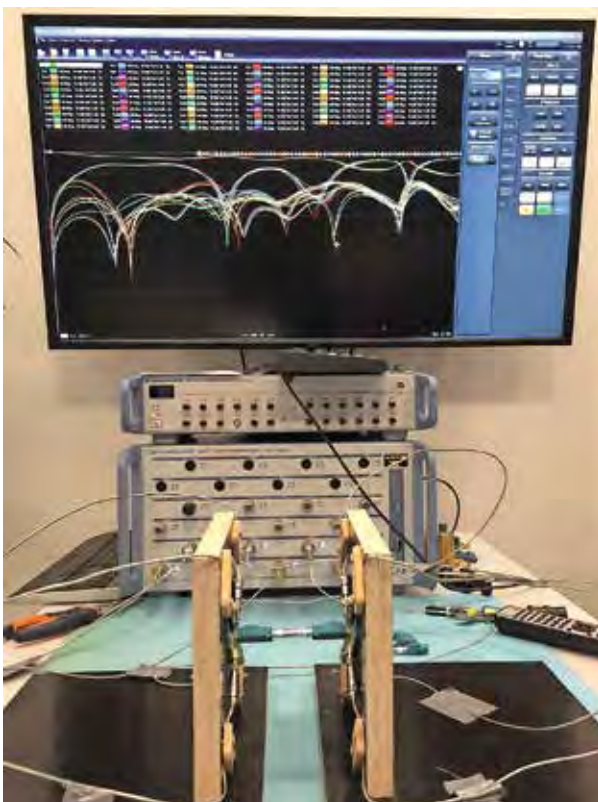
Hochschule Augsburg
Fakultät für Elektrotechnik
sebastian.wagner@hs-augsburg.de

Betreuer
Prof. Dr. Reinhard Stolle
Tel. +49 821 5586-3356
reinhard.stolle@hs-augsburg.de

eine Kalibrierung der Messadaptierung mit anschließender Systemfehlerkorrektur der Messergebnisse.

Im Rahmen des von der Firma Rosenberger Hochfrequenztechnik GmbH & Co. KG geförderten Forschungsmasters wurden Verfahren entwickelt, die eine Kalibrierung von HSD- und MTD-Messaufbauten ermöglichen. Hierfür konnten bereits existierende, für die 2-Tor-Netzwerkanalyse entwickelte Kalibrierverfahren auf acht Tore erweitert werden.

Bei der Verifikation der so gewonnenen Verfahren zeigte sich, dass die zugrundeliegenden 2-Tor-Kalibrierverfahren noch weiterentwickelt werden mussten, um den erhöhten Anforderungen der 8-Tor-Messaufgabe gerecht zu werden. Das Ergebnis waren schließlich zwei neue Verfahren, die es erlauben, den Einfluss des Messadapters auf das Messergebnis prinzipiell exakt zu eliminieren. <



Messadaptierung zur Charakterisierung eines HSD-Kabels.



IMPRESSUM & KONTAKT

Herausgeber und v.i.S.d.P.

Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c.
Hans-Eberhard Schurk, Präsident der
Hochschule Augsburg
Prof. Dr. Gordon Thomas Rohrmair,
Vizepräsident für Angewandte
Forschung und Wissenstransfer

Projektleitung

Hochschule Augsburg
Corporate Communication
Dr. Christine Lüdke, Ingrid Scholz M.A.
Tel. +49 821 5586-2556/-3556
Fax +49 821 5586-3253
presse@hs-augsburg.de
www.hs-augsburg.de

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.-Päd. Gabriele Schwarz
An der Hochschule 1
86161 Augsburg
Tel. +49 821 5586-3251
Fax +49 821 5586-3190
itw@hs-augsburg.de
www.hs-augsburg.de/einrichtung/itw

Konzeption & Art-Direktion

wppt:kommunikation gmbh
Gesellschaft für visuelle Kultur
Treppenstraße 17-19
42115 Wuppertal
Rob Fährmann
Tel. +49 202 42966-0
Fax +49 202 42966-29
direkt@wppt.de

Verlag

vmm wirtschaftsverlag gmbh & co. kg
Kleine Grottenau 1
86150 Augsburg
www.vmm-wirtschaftsverlag.de
Gestaltung: Iris Cvetkovic, Simone Kronau

Druck

KESSLER Druck + Medien GmbH &
Co. KG, Michael-Schäffer-Straße 1,
86399 Bobingen
Auflagenhöhe: 2.500 Exemplare

Fotos: Hochschule Augsburg, andere
Bildrechte liegen bei den genannten
Urhebern und Autoren.

Titelbild (Foto: Christina Bleier):
Kristian Wede, Fakultät für Informatik,
Forschungsgruppe Verteilte Systeme.

© Hochschule Augsburg 2015

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 wie-
der. Die Redaktion behält sich die Über-
arbeitung und Kürzung vor.

Gender-Hinweis: Im Sinne einer bes-
seren Lesbarkeit der Texte wurde von
uns häufig entweder die männliche oder
weibliche Form von personenbezogenen
Substantiven gewählt. Dies impliziert kei-
nesfalls eine Benachteiligung des jeweils
anderen Geschlechts.

Danksagung: Die Hochschule Augs-
burg dankt allen Autorinnen und Autoren
für die zahlreichen Beiträge.

„Unsere Fantasie ist unbegrenzt.
Die Möglichkeiten,
sie in die Tat umzusetzen, auch.“

UNStudio Amsterdam und ASPLAN Kaiserslautern, Architekten



Die Antwort auf die Frage nach Individualität und Energieeffizienz: Schüco Systemlösungen bieten Freiheit und Sicherheit in der Planung und ermöglichen es Ihnen, den Ansprüchen von heute gerecht zu werden und Standards für morgen zu setzen. www.schueco.de

Fenster. Türen. Fassaden.

SCHÜCO