



Forschungsbericht 2014

Hochschule Augsburg | University of Applied Sciences



Hochschule
Augsburg University of
Applied Sciences

LEW



WIR DENKEN AN MORGEN. SEIT MEHR ALS 110 JAHREN.

Die LEW-Gruppe – Ihr Partner für intelligente Energie

LEW **LEW** **LEW** **LEW** **BEW** **EWL** **ÜWK** **LVN**
Lechwerke Service & Consulting TelNet Netzservice Bayerische Elektrizitätswerke Elektrizitätswerk Landsberg Überlandwerk Krumbach

www.lew.de

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

die angewandte Forschung und Entwicklung (AFuE) gewinnt an unserer Hochschule zunehmend an Bedeutung. Vor dem Hintergrund der Wichtigkeit der Industrie und des produzierenden Gewerbes für die Region Bayerisch-Schwaben sind wir damit innovativer Zukunftstreiber im Bereich der Industrie 4.0. Unterstützt werden wir dabei künftig von Roland Kreitmeier, der als Hochschulrat und Leiter der Siemens-Niederlassung Augsburg besonders auch in diesem Thema ein wichtiger Ratgeber und Förderer der Hochschule ist.

Die zahlreichen Forschungsprojekte in allen Fakultäten dokumentieren auch in diesem Jahr wieder eindrucksvoll die Vielseitigkeit und das hohe Niveau der Forschungstätigkeit an der Hochschule Augsburg. Der vorliegende Forschungsbericht 2014 bietet Ihnen einen guten Überblick über die große Vielfalt der AFuE in den vergangenen zwei Semestern und dokumentiert die Forschungsstärke der Hochschule Augsburg im Forschungsschwerpunkt „Ressourceneffizienz“ und darüber hinaus.

An dieser Stelle ein besonderes Dankeschön an mein gesamtes Team im Ressort Forschung & Wissenstransfer. Namentlich ein großes Danke an Prof. Dr.-Ing. Runa T. Hellwig (Architektur und Bauwesen) und Prof. Dr. Peter Richard (Wirtschaft) für ihre erfolgreiche Arbeit im Senat, bei der Definition des Forschungsschwerpunktes unserer Hochschule und die Vorbereitung der anstehenden Definition von Kompetenzfeldern in der Forschung. Vielen Dank auch an Prof. Dr.-Ing. Reinhard Stolle (Elektrotechnik) für seinen unermüdlichen Einsatz im noch jungen Forschungsstudiengang „Applied Research“ und an Prof. Dr.-Ing. Rita Hilliges (Architektur und Bauwesen) für ihr besonderes Engagement bei der Verbesserung der Rahmenbedingungen für kooperative Promotionsvorhaben. Aber auch ein ganz besonderes Danke an diejenigen ProfessorInnen und MitarbeiterInnen aller Fakultäten und Abteilungen, die im vergangenen Jahr wieder intensiv daran mitgearbeitet haben, die AFuE an unserer Hochschule nachhaltig zu fördern. Ihr Engagement ermöglicht es der Hochschule Augsburg, auch in diesem Forschungsbericht 2014 wieder ein so eindrucksvolles Ergebnis vorweisen zu können.

Auch im Jahr 2015 wollen wir konsequent daran weiterarbeiten, die Bedingungen für die AFuE an der Hochschule zu optimieren. Denn das ist eine der Grundlagen zur Erfüllung der Mission unserer Hochschule: Die Entwicklung „gefragter Persönlichkeiten“.

Machen Sie mit! Haben auch Sie Teil an der erfolgreichen AFuE-Arbeit der Hochschule Augsburg und lassen Sie uns gemeinsam mit Optimismus das neue akademische Jahr beginnen.

Und nun wünsche ich Ihnen eine interessante Lektüre des neuen Forschungsberichts 2014.

Ihr



Prof. Dr. Gordon T. Rohrmair
Vizepräsident für angewandte Forschung und Wissenstransfer



Prof. Dr. Gordon
Thomas Rohrmair

Vizepräsident für
angewandte Forschung
und Wissenstransfer

Im Profil: Zahlen, Daten, Fakten

Tradition und Moderne – Die Hochschule Augsburg im Überblick

Mit knapp 6.000 Studierenden ist die Hochschule Augsburg die größte Hochschule für angewandte Wissenschaften in Bayerisch-Schwaben. Kaum eine andere Hochschule in Deutschland kann auf eine so lange Tradition zurückblicken. Als erfolgreiche Bildungsinstitution feierte sie im Jahr 2010 die 300-jährigen Wurzeln ihrer gestalterischen Fachrichtung.

Am 1. August 1971 war die Hochschule Augsburg als Fachhochschule gegründet worden. Ihre Anfänge aber reichen bis in das Jahr 1710 zurück, als die private Sandrart'sche Kunstschule in die „Reichsstädtische Kunstakademie“ überführt und allen Augsburger Bürgern zugänglich gemacht worden war. 1835 war die Kunstakademie in die zwei Jahre zuvor gegründete Königliche Polytechnische Schule integriert und mit den Ausbildungsrichtungen Gestaltung und Technik weitergeführt worden. Den Grundstein für 300 Jahre öffentlich-akademische Bildung in der Region hatte somit eine Institution gelegt, die heute ihren unmittelbaren Nachfolger in der Fakultät für Gestaltung der Hochschule Augsburg hat.

Fachliches Know-how, Anwendungs- und Sozialkompetenz sowie einen internationalen Schliff erwerben und erhalten die Studierenden der Hochschule in sieben Fakultäten: Allgemeinwissenschaften, Architektur und Bauwesen, Elektrotechnik, Gestaltung, Informatik, Maschinenbau und Verfahrenstechnik sowie Wirtschaft. Mehr als 150 Professoren und über 300 Lehrbeauftragte bereiten die Studierenden mit hoher Fachkompetenz und

großem Engagement optimal auf die Anforderungen des Berufslebens vor, um sie zu gefragten Persönlichkeiten in Wirtschaft und Gesellschaft zu machen. Exzellenz in der Lehre und eine hohe Praxisnähe sind probate Mittel, diese Ziele zu erreichen.

Rund 90 Prozent der Absolventinnen und Absolventen finden unmittelbar nach ihrem Abschluss eine Anstellung, werden zu Existenzgründern oder beginnen ein weiterführendes Studium. Als hervorragend ausgebildete Fachkräfte leisten sie einen wesentlichen Beitrag zum wirtschaftlichen Wachstum der Region. Jedes Semester führen Professoren und Studierende eine Reihe anwendungsbezogener Forschungs- und Entwicklungsvorhaben mit regionalen und überregionalen Wirtschaftsunternehmen durch. Der größte Teil an Bachelor- und Masterarbeiten wird in Kooperation mit Unternehmen angefertigt.

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. Ihre Kompetenzen bündeln sich in den Zentren für Mechatronik, Umwelttechnik und Konstruktiven Ingenieurbau. Weitere Forschungsschwerpunkte liegen neben der Ressourceneffizienz in den Bereichen Faserverbund und Interaktive Medien. Das Institut für Technologie-Transfer und Weiterbildung fungiert als zentrale Kontaktstelle der Hochschule. Es koordiniert Forschungsvorhaben fakultätsübergreifend und interdisziplinär.



Foto: M. Duckek, Ulm

Forschungsbericht 2014 der Hochschule Augsburg

Inhalt

EDITORIAL	Prof. Dr. Gordon Thomas Rohrmair	3
ZAHLEN, DATEN, FAKTEN	4
ANGEWANDTE FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG		
	Angewandte Forschung und Wissenstransfer an der Hochschule Augsburg	
	Nico Kanelakis	10
	Technologietransfer und Innovationen für Nordschwaben und die Produktion 2020	
	Prof. Dr.-Ing. Markus Glück, Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Zeller, Prof. Dr. Gordon T. Rohrmair, Dr. Gitte Händel	12
	Forschungsschwerpunkt Ressourceneffizienz	
	Prof. Dr.-Ing. Runa T. Hellwig, Prof. Dr. Peter Richard	20
	Hochschul-Innovationen für die Region	
	Gabriele Schwarz	22
ARCHITEKTUR & DESIGN		
	JENGA (Joint development of courses for energyefficient and sustainable housing in Africa)	
	Prof. Dipl.-Ing. Susanne Gampfer	24
	LIANE – Laboratory for an Integrated African Network for the Built Environment	
	Prof. Dipl.-Ing. Susanne Gampfer, Astrid Weisel	26
	e-transform: Begleitung von Transformationsprozessen in der Energieversorgung	
	Prof. Jens Müller	28
	Visioneum Energie+ in Königsbrunn	
	Johannes Rieger, Prof. Dipl.-Ing. Georg Sahner	30
	Schräg von oben. Und ohne Fluchtpunkt	
	Prof. Michael Stoll	32
INFORMATIK UND INTERAKTIVE MEDIEN		
	Augmented Reality	
	Prof. KP Ludwig John	34
	Adaptive Romberg-Extrapolation und Hyperbolic Smoothing Clustering-Methode für Big Data-Probleme (SAP HANA und Data Mining)	
	Prof. Dr. Rainer Kelch	38
	Well-Formed Diagramme bei der Geschäftsprozessmodellierung	
	Prof. Dr. Rainer Kelch	41
	Interface-Grundlagenforschung und 3D-Werkzeuge zur Untersuchung menschlicher Kommunikation	
	Prof. Dr. Michael Kipp	44
	Effiziente eingebettete Systeme	
	Prof. Dr. Gundolf Kiefer, Markus Bihler, Matthias Pohl, Michael Seider, Michael Schäferling	47

Mensch-Technik-Interaktion im demografischen Wandel	
Prof. Dr.-Ing. Christian Märtin	51
Dark Silicon	
Prof. Dr.-Ing. Christian Märtin	52
Assistenztechnologien für Senioren	
Prof. Dr. Thomas Rist	54
Ansätze zur Visualisierung von Energiedaten	
Prof. Dr. Thomas Rist	56
Prüfung zahnärztlicher Werkstoffe mittels Bildverarbeitung	
Prof. Dr. Peter Rösch	60
Cyber-Physical Systems für Industrie 4.0	
Prof. Dr.-Ing. Thorsten Schöler	62
Simulation von mobilen Robotersystemen mit <i>SunSim</i>	
Prof. Dipl.-Ing. Georg Stark	66
Community-Start GLIMPSE	
Prof. Dr. Rolf Winter	69
Die Forschungsgruppe HSASec spezialisiert sich auf den regionalen Mittelstand	
Prof. Dr. Gordon Thomas Rohrmair	70
eBusiness Lotse	
Sebastian Kraemer	71
SmartPhone-based attacks against networks	
Sebastian Kraemer	72
Arbeitsspeicherforensik	
Peter Schulik	74
Eine Methodik zum Testen der Informationssicherheit in kritischen Infrastrukturen	
Benjamin Kahler	76
Praktische Betrachtung von Cyber-Angriffen auf industrielle Kontrollsysteme	
Andreas Seiler	78
 INGENIEUR- WISSENSCHAFTEN	
Numerische Simulation von hochdynamischen Fluid-StrukturInteraktionen mit faserverstärkten Mehrschichtverbunden	
Prof. Dr. André Baeten	80
MAI Design	
Prof. Dr. André Baeten, Arnold Hopfauf	82
MAI Bildung	
Prof. Dr. André Baeten, Arnold Hopfauf	84
Optimierung von Niedrigenergiegebäuden und Integration der Power-to-Heat Technik	
Prof. Dr.-Ing. Martin Bauer, Katharina Mayer, Michael Sedlmeier	86
Das Institut für Holzbau (IfH)	
Prof. Dr.-Ing. François Colling	90
Tragverhalten von ausgewählten Stützenfüßen im Holzbau	
Michael Endres	92

HyCOMET-1: Mobiles Testfeld für Raketentreibwerke	94
Moritz Ellerbeck, Thomas Dirlich	
Dezentrale Koppelung von Strom und Wärme	96
Prof. Dr.-Ing. Michael Finkel MBA, Anton Gerblinger	
Produktionssysteme für die Industrie 4.0	102
Prof. Dr.-Ing. Markus Glück	
Forschungskooperation ABIEST: Argentinean-Bavarian Initiative on Science, Technology and Innovation in Environmental Science and Technology	108
Prof. Dr.-Ing. Rita Hilliges	
Untersuchungen in Freilandlysimetern	109
Prof. Dr.-Ing. Rita Hilliges, Michael Endres	
CFK/Metall-Hybridbauweisen im Maschinenbau: Innovationen für zukünftige Komponenten und Strukturen	112
Christian Oblinger, Prof. Dr.-Ing. André Baeten, Holger Lang, Prof. Dr.-Ing. Klaus Drechsler	
Regeln zur Qualitätssicherung von Simulationen	114
Prof. Dr.-Ing. Michael Schmid, Dennis Otten	
Fluid Struktur Interaktion an einem Tragflügel	118
Prof. Dr.-Ing. Matthias Schlägel, Prof. Dr.-Ing. Alexandra Jördening.....	
WIRTSCHAFTS- WISSENSCHAFTEN	
Adaptive Strategien für das Management in volatilem Umfeld	124
Prof. Dr. Thorsten Feix	
Die aktuelle Entwicklung des globalen und deutschen Transaktionsmarktes	126
Prof. Dr. Thorsten Feix	
Management Navigator für Banken und Versicherungen	128
Prof. Dr. Thorsten Feix	
Expatriierung von Managerinnen	130
Prof. Dr. Michael Freiboth	
Studiumskosten im Einkommensteuerrecht	132
Prof. Dr. Hans Herrler	
CSR Campus für eine Wissensallianz	135
Prof. Dr. Jens Horbach	
Profil für einen neuen Klosterotyp	136
Prof. Dr. habil. Klaus Kellner	
Der „Wissens-Emotions-Ansatz“ – Eine moderne Lernform im Internationalen Marketing	138
Prof. Dr. habil. Klaus Kellner, Thomas Hauser	
Gewinnen von Auszubildenden – Rekrutierung der Generation Z	142
Prof. Dr. Erika Regnet	
Rekrutierung von Ingenieuren – wie überzeugt man die Generation Y?	146
Prof. Dr. Erika Regnet	
Internationales Marketing: Finnland Cool	149
Prof. Dr. Manfred Uhl	
Determinanten von Umweltinnovationen aus europäischer Perspektive	150
Prof. Dr. Jens Horbach	

KOMPETENZFELD MATERIALWIRTSCHAFT UND LOGISTIK	Fachkräftemangel im Umweltschutzsektor Prof. Dr. Jens Horbach	152
	Kompetenzfeld Materialwirtschaft und Logistik Prof. Dr. Michael Krupp, Prof. Dr. Peter Richard, Prof. Dr. Florian Waibel	154
	Optimierte Arbeitsplatzgestaltung durch die Einführung der 5A-Methode als Lean-Management-Tool Prof. Dr. Peter Richard, Prof. Dr. Florian Waibel, Katharina Macketanz	156
	Konzeptionierung eines Routenzuges als Optimierungsansatz in der Intralogistik Prof. Dr. Peter Richard, Prof. Dr. Florian Waibel, Katharina Macketanz	158
	Konzeptentwicklung von Demonstratoren im Logistiklabor für Intralogistik und Arbeitsplatzgestaltung Prof. Dr. Peter Richard, Prof. Dr. Florian Waibel, Magnus Staar	160
	Übertragbarkeit von Lean Management auf industrienähe Dienstleistungen Prof. Dr. Michael Krupp, Prof. Dr. Peter Richard, Prof. Dr. Florian Waibel	162
	Prozessoptimierung in der Bauindustrie Prof. Dr. Michael Krupp, Viktoria Fleck	164
	Vorteile eines logistikgerechten Produktes Prof. Dr. Michael Krupp, Heiko Frieß	166
	Hocheffektive Schmuggler-Netze als Beispiel für legale logistische Lösungen Prof. Dr. Michael Krupp, Magnus Staar	168
	Industrie 4.0 für industrielle Dienstleistungen Prof. Dr. Michael Krupp, Prof. Dr. Peter Richard, Prof. Dr. Florian Waibel	172
	Analyse der Prozesse im Zentrallager und der Fertigung der Aumüller Aumatic GmbH Prof. Dr. Florian Waibel, Maria Russo	174
	Handbuch fasst gängige Methoden zur Aufnahme und Visualisierung von Prozessen zusammen Frédéric Erben, Anna Pfefferle	176
ALLGEMEIN- WISSENSCHAFTEN	Anfangsschwierigkeiten von Ingenieurstudierenden und Fehlverständnisse in Mathematik und Naturwissenschaften Prof. Dr. Matthias R. Risch	178
	Begeisternd Führen Prof. Dr. Mahena Stief	180
AKADEMISCHER FORSCHUNGSNACHWUCHS	Graduiertenzentrum an der Hochschule Augsburg gegründet Prof. Dr.-Ing. Rita Hilliges	182
PROMOTIONEN	Ästhetisch motivierte Gestaltung als persuasives Element in interaktiven Medien René Bühling	183
	Identifikation und Aufbereitung von Wissensstrukturen Alexander Graf	184
	Entwicklung eines Modells zur Simulation von Lernprozessen bei E-Learning-Kursen Harald Kisch	185
	Radarbasiertes Bildgebungsverfahren mit hoher Winkelauflösung für Messsysteme mit geringer Antennenanzahl Dr.-Ing. Stephan Kolb	186
	Objekterkennung mit FPGAs und neuronalen Netzen Victor Lomas	188

Innovatives Energiemanagement bei Haushaltskunden – Ein Beitrag zur Netzstabilität?	190
Michael Wiest	
AKADEMISCHER	
FORSCHUNGSNACHWUCHS	
MASTER OF APPLIED	
RESEARCH IN	
ENGINEERING SCIENCES	
Neue Möglichkeiten für Industriepartnerschaften	192
Prof. Dr.-Ing. Reinhard Stolle	
Verbesserung der Signalverarbeitung für monostatische Radarsysteme zur Füllstandmessung	193
Franz G. Aletsee	
Entwicklung standardisierter programmierbarer Antriebs- und Sicherheitsfunktionen für Produktionsmaschinen	194
Christoph Berger	
Linienbasierte Objekterkennung	195
Markus Bihler	
Computergestützte Berechnungsmethoden für scheibenartig beanspruchte Holztafel-Elemente	196
Michael Mikoschek	
Lüftungstechnik in Schulen	197
Martina Hackl	
Realisierung eines potentiellen Sicherheitssystems in einer Mensch-Roboter-Kooperierenden Montagezelle	198
Robert Karl	
Der Weg zum Cired Workshop 2014 in Rom	199
Tobias Kerber	
„Are you ready for lean?“ – Selbstauditbogen für die Einführung von Lean Management im Mittelstand	200
Frédéric Erben	
Entwicklung eines Analyseverfahrens zur Identifikation und Bewertung autonomer Komplexität in Unternehmen	201
Anna Pfefferle	
Standardisierung von Programmierkonzepten sicherheitsrelevanter und nicht sicherheitsrelevanter Steuerungen für Produktionsmaschinen	202
Carina Schlicker	
Lehrobject für Aus- und Weiterbildung auf Basis sicherheitsrelevanter programmierbarer elektronischer Steuerungssysteme	204
Claudia Zellner	
Log Analysis System for Security Incidents and Errors – LASSIE	205
Andreas Seiler	
Modale Kalibrierung eines vektoriellen Netzwerkanalysators zur Messung von differentiellen Messobjekten	206
Sebastian Wagner	
VERTEILTE SYSTEME	
Architektur moderner Webanwendungen auf Basis von Node.js	207
Johannes Ewald	
Fingerprinting von Webbrowsern	208
Falk Alexander	
Evaluation von Web-APIs auf Basis von Node.js	209
Michael Jaser	

Angewandte Forschung und Wissenstransfer an der Hochschule Augsburg

Rekord in der Drittmitteleinwerbung und starker Aufwuchs im akademischen Forschungsmittelbau



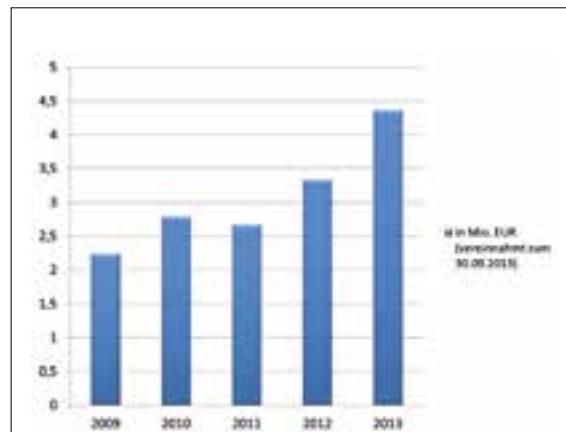
Dipl.-Pol. Nico Kanelakis

Hochschule Augsburg

Telefon 49(0)821 5586-3099
nico.kanelakis@hs-augsburg.de

Innovative Produkte und Dienstleistungen sowie neue Ideen und Verfahren sind das große Potenzial der Angewandten Forschung und Entwicklung (AFuE) an unserer Hochschule. Damit ist die AFuE ein wichtiger Zukunftsmotor für die gesamte Wirtschaftsregion Augsburg, insbesondere aufgrund ihrer starken Fokussierung auf die industrielle Produktion. Darüber hinaus sichert die Angewandte Forschung und Entwicklung die Aktualität, Praxisnähe und Qualität der Lehre wie auch der praktischen Teile in der Ausbildung unserer Studierenden. Und sie betont durch viele erfolgreiche und spannende Projekte die wissenschaftliche und auch gesellschaftliche Reputation unserer Hochschule.

Am 1. Oktober 2014 begann, nach einem einstimmigen Votum des Hochschulrates im Juni, die nunmehr dritte Amtszeit von Prof. Dr. Gordon T. Rohrmair als Vizepräsident für Angewandte Forschung und Wissenstransfer (F&W). Er steht an der Spitze des Ressorts F&W, dessen Aufgabe aber nicht darin zu sehen ist, konkrete Forschungsprojekte zu bearbeiten oder Themen und Schwerpunkte der AFuE zu definieren (mehr hierzu siehe Kasten „Forschungsschwerpunkt“). Vielmehr ist das Ressort F&W ein hochschulweiter und fakultätsübergreifender Dienstleister zur Bereitstellung einer forschungsfreundlichen Infrastruktur an der Hochschule. Es geht darum, die bestmöglichen Rahmenbedingungen



Drittmittel-Vergleich HSA 2009 bis 2013.

für unsere Forscherinnen und Forscher zu schaffen. Deutlich wird dies auch in der Mission des Ressorts (siehe Kasten „Mission“).

Dieses Ziel der Arbeit des Ressorts F&W wurde vom Hochschulrat, im Rahmen des von ihm angestrebten Strategieprozesses, als eines von zwei strategischen Haupthandlungsfeldern für die zukünftige Entwicklung der gesamten Hochschule definiert.

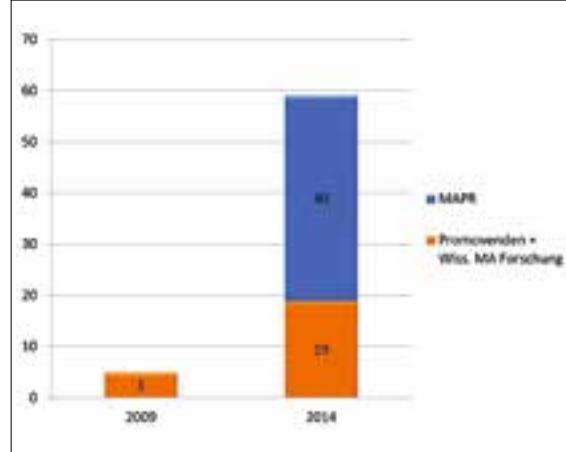
Die konkreten Aufgaben und Ziele des strategischen Vorgehens zur Förderung der AFuE in den nächsten Jahren sind:

Drittmittel: Rekordjahr 2013

Das Jahr 2013 war für die Hochschule Augsburg, bezogen auf die Drittmittelforschung und gemessen an der Höhe der vereinnahmten Fördergelder, das erfolgreichste ihrer Geschichte. Insgesamt konnten 4,37 Mio. Euro verehnagt werden – ein Allzeitrekord (siehe Grafik).

Mission des Ressorts F&W:

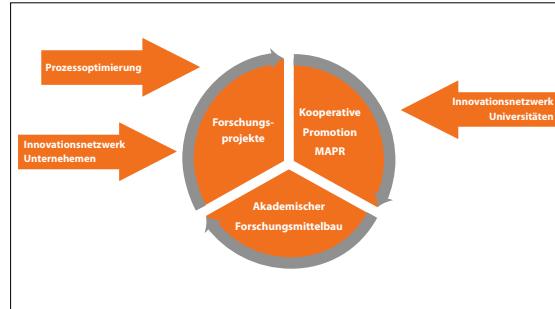
Wir wollen erreichen, dass es an keiner anderen Hochschule in Bayern bessere Möglichkeiten und Voraussetzungen für die Entfaltung von Mitarbeitern und Professoren im Bereich der Angewandten Forschung und Entwicklung gibt. Diese Freiheit für Engagement sehen wir als Basis für die Kernaufgabe unserer Hochschule,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



Aufwuchs Forschungsmittelbau 2009–2014

Akademischer Forschungsmittelbau

Durch gezielte Maßnahmen zur Forschungsförderung, die Einführung des Masterstudiengangs „Applied Research“ (derzeit ca. 40 Studierende) und durch die Aufnahme weiterer kooperativer Promotionen konnte der personelle Umfang des akademischen Forschungsmittelbaus im Jahr 2014 weiter gesteigert werden (siehe Grafiken). Sehr erfreulich ist, dass das Jahr 2014 mehrere Masters of Applied Research hervorgebracht hat und dass zwei kooperative Promotionsvorhaben erfolgreich beendet werden konnten.



Akademischer
Forschungsmittelbau.

- die fortlaufende Optimierung des Drittmittelprozesses zur Vereinfachung der Abwicklung von Drittmittelprojekten, um administrative Hürden zu senken und dadurch mittelbar das Volumen der Mitteleinwerbung zu erhöhen;
- der weitere Ausbau des akademischen Forschungsmittelbaus durch DoktorandInnen sowie drittmittelfinanzierte, promotionsfähige wissenschaftliche MitarbeiterInnen, um mehr und größere Forschungsprojekte inhaltlich und personell besser bearbeiten zu können und um unseren Studierenden den Weg zum höchsten akademischen Grad zu eröffnen;
- die Institution eines geordneten Verfahrens zur kooperativen Promotion sowie die Einrichtung eines hochschulinternen und fakultätsübergreifenden Gradiertenkollegs, um die notwendige Flexibilität und mehr Möglichkeiten zu haben, den wissenschaftlichen Nachwuchs auf die Promotion vorzubereiten;
- der Ausbau des Innovationsnetzwerks der Hochschule in der Wirtschaft und Gesellschaft unserer Region Bayerisch-Schwaben;
- 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 sehr wenige bayerische Hochschulen für angewandte Wissenschaften an. Damit auch die Hochschule Augsburg im Konzert der herausragenden bayerischen Hochschulen für Angewandte Wissenschaften ihren Platz im Orchester einnehmen kann, ist diese Mitgliedschaft Ziel und Voraussetzung zugleich.

Forschungsschwerpunkt: Ressourceneffizienz

Der interdisziplinäre Forschungsschwerpunkt der Hochschule Augsburg - „Ressourceneffizienz“ - wurde vom Senat im November 2013 definiert:

„Angewandte Forschung und Entwicklung von Lösungen zum nachhaltigen Ressourceneinsatz mit Schwerpunkten in effizienter Arbeitsorganisation, Energieeffizienz, Leichtbauweise und neuen Produktionssystemen. Im Rahmen von Usability-Studien wird an der Zukunft der Mensch-Maschine-Interaktion geforscht.“

Ressourceneffizienz ist das Dach, unter dem sich die meisten Forschungsaktivitäten an der Hochschule Augsburg wiederfinden. Der derzeitige Senatsausschuss für AFuE wird unter der Federführung von Prof. Dr. Florian Waibel (Fakultät für Wirtschaft) weitere Kompetenzfelder identifizieren, die sich unter dem Dachbegriff der Ressourceneffizienz zum Forschungsprofil der Hochschule ergänzen.

Publikationen

Erfreulich hoch war im vergangenen Jahr auch die Anzahl an Publikationen. Die Veröffentlichung von Forschungsleistungen ist elementarer Bestandteil unseres Auftrags zum Wissenstransfer. Damit unterstützt die Hochschule die Innovationsbemühungen insbesondere auch der kleinen und mittleren Unternehmen in unserer Region. Die Publikation von Forschungsergebnissen ist gerade für die Bereiche der AFuE ein deutlicher Erfolgsmesser, die nicht im Rahmen von Industrie- oder Förderprojekten stattfinden. Hier zeigt sich das große Engagement der Professorinnen und Professoren der Hochschule Augsburg in ganz besonderem Maße.

Technologietransfer und Innovationen für Nordschwaben und die Produktion 2020

1 Hochschule + 1 An-Institut + 3 Professoren



Prof. Dr.-Ing. Markus Glück

Hochschule Augsburg

Fakultät für Maschinenbau
und Verfahrenstechnik

Telefon +49(0)821 5586-3154
markus.gueck@hs-augsburg.de

Technologie Centrum Westbayern GmbH

Emil-Eigner-Straße 1
86720 Nördlingen
Telefon +49(0)9081 8055-
101/-102
glueck@tcw-donau-ries.de
www.tcw-donau-ries.de

Fachgebiete

- Prozess- und Produktionsmesstechnik
- Innovationsmanagement und Technologietransfer
- Sensorik
- Industrielle Bildverarbeitung
- Robotertechnik

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. Ziel ist es, Schlüsseltechnologien der „Produktion 2020“ – der Produktion der Zukunft – anschaulich zu demonstrieren, die „Produktionsmechatronik“ als Vertiefungsmöglichkeit für Studierende in Nordschwaben zu verankern sowie fakultätsübergreifend gemeinsam mit Studierenden und Allianzpartnern aus der Wirtschaft (regionalen Firmen und Weltunternehmen) an den Herausforderungen der integrierten, sich selbst organisierenden Produktion – der „Industrie 4.0“ – zu forschen.

DAS HOCHSCHULZENTRUM DONAU-RIES

Das Hochschulzentrum Donau-Ries vereint unter dem Dach des Technologie Centrum Westbayern (TCW) ein Studien-, ein Weiterbildungs- und ein Technologietransferzentrum (TTZ) für flexible Automation und kooperative Robotik. Zusammen bilden diese das Fundament des Ausbaus der Präsenz der Hochschule Augsburg im Landkreis Donau-Ries.

Primäre Zielsetzung sind die Fachkräftesicherung, die Verankerung der Produktionsmechatronik und die Weiterentwicklung des Technologietransfers im nord-schwäbischen Wirtschaftsraum. Themenschwerpunkte sind die industrielle Bildverarbeitung, die Produktionsmesstechnik, die sichere Mensch-Roboter-Kooperation sowie die Schwerpunkte „Safety“ (sicherer Anlagenbetrieb) und „Security“ (Schutz vor unzulässigem Zugriff und externer Schädigung) in der Automation.

Das mit Mitteln aus dem Europäischen Sozialfonds (ESF) geförderte Weiterbildungszentrum Donau-Ries ist heute kompetenter Weiterbildungspartner für Fach-, Führungs- und Nachwuchskräfte. Gemeinsam mit externen Partnern und der Hochschule Augsburg werden qualitativ hochwertige berufliche Weiterbildungs- und Wissenstransfer-Angebote sowie ein intensiver Erfahrungsaustausch auf dem neuesten Stand der Technik angeboten. Ein halbjährlich erscheinender Bildungs-

katalog bündelt ca. 80 Weiterbildungsmaßnahmen und erfreut sich großer Beliebtheit.

Unterstützt durch die Fakultät Wirtschaft unter der Federführung der Professoren Dr. Erika Regnet, Dr. Christian Lebrenz und Dr. Klaus Kellner wurden vier Zertifikatslehrgänge eingerichtet, die jeweils aus acht Seminarmodulen bestehen. Lehrgangsschwerpunkte sind „Managementwissen“, „Produktmanagement“, „Controlling“, „Marketing & Vertrieb“. Fachworkshops zur Fachkräfte Sicherung und Personalentwicklung in KMU wurden ebenfalls mehrfach erfolgreich durchgeführt.

Am Studienzentrum erfolgten Praxis- und Blockseminare für Matlab Simulink (Professoren Dr. Wolfgang Zeller und Dr. Claudia Ehinger) und industrielle Bildverarbeitung (Prof. Dr. Markus Glück).

Das neu etablierte Wahlvorlesungsangebot „Industrielle Bildverarbeitung und Technische Optik“ behandelt in einem Theorieteil Hard- und Softwarekomponenten der Kameramesstechnik, Grundlagen der optischen Abbildung, Beleuchtungsarten und -anordnungen, Algorithmen zur Maßkontrolle, zur Filterung, zur Oberflächen- und Verschleißbewertung, zur Schrift- und Codeerkennung. Zusätzlich behandelt werden neue Sensor- und Scannersysteme (Lasertriangulation, die Wärmebildmesstechnik und optische Systeme für die Sicherheitstechnik) sowie deren Einsatzmöglichkeiten in der Automation und Fertigungskontrolle.

Am TTZ entstehen Labore und ein produktions-technischer Demonstrator, die Innovationen greifbar machen. Dieses Institutsumfeld steht Studierenden, Lehrenden und Partnerunternehmen der Hochschule zur Verfügung, um in enger Verzahnung mit namhaften Technologiepartnern Lehrangebote, Praxisseminare und innovative Technologietransfer Serviceleistungen vor Ort in Nordschwaben anzubieten.

Gezielt werden firmen- und fakultätsübergreifende Entwicklungsteams gebildet, die verfügbare neueste Komponenten und Technologien nutzen und voranbringen. Im Rahmen von Fach- und Abschlussarbeiten werden die Studierenden der Bachelorstudiengänge und des Förderprogramms „Master Applied Research“ (MAPR) in die Forschungs- und Entwicklungsaufgaben eingebunden. Sie werden auf diese Weise an brandaktuelle Themenstel-



Rennfeier und Boxengassenstimmung beim 2. Spezialforum „Mobilität 2020“ am Technologie Centrum Westbayern. Erfahrungsberichte aus dem elektrischen Rennsport in der „Formula Student Electric“ vermittelte das Rennteam „Starkstrom Augsburg“ (v.l.: Robert Dollinger, Patrick Sauermann und Mike Mathey).



Masterstudenten des Förderprogramms „Applied Research“ am Hochschulzentrum Donau-Ries bei der Projektarbeit am Standort Nördlingen. (v.li.: Christoph Berger, Robert Karl und Stefan Wieser).

lungen wie die 3D Messtechnik, der automatisierte Griff in Kisten, die bildgeführte Robotik und die bildgestützte Prozess- und Arbeitsraumkontrolle herangeführt. Neueste Anwendungen werden getestet und vor allem neue Technologien in den Blockseminaren am Gerät erörtert.

Weitere Informationen zu diesem Themenkreis:
www.hochschulzentrum-donau-ries.de

DREI PROFESSOREN – DREI FAKULTÄTEN – EIN KERNTIME

Das aktuelle Kernteam bilden die Professoren Dr. Gordon Thomas Rohrmair, Dr. Wolfgang Zeller und Dr. Markus Glück der Hochschule Augsburg. Sie werden unterstützt von der FuE Projektmanagerin Dr. Gitte Händel.

Jederzeit ist ein Andocken von Forschungsvorhaben anderer Kollegen mit technologischem Fit zu den Aufgabenstellungen des TTZ erwünscht. Hierzu ein Beispiel: In Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Bauriedel entstand ein Wettbewerbsbeitrag „Integrated ARCHITECTURE 4.0 – Living in a living house!“. Ziel ist es, die funktionale Roboterprogrammierung mit funktionaler Architektur zu verbinden.

Prof. Dr. Gordon Thomas Rohrmair, Vizepräsident für Forschung und Wissenstransfer an der Hochschule, ist Professor für IT-Sicherheit und vertritt das Thema „Industrial Control System Security“. Im Kern geht

es um zwei Fragestellungen: wie können sich Unternehmen gegen Angriffe über das Internet von außen schützen? Und wie muss die interne Vernetzung der Produktionsanlagen gestaltet werden, so dass auch hier keine Einfallschneisen für Angriffe entstehen?

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Zeller ist seit 2009 Mitglied der Fakultät für Elektrotechnik an der Hochschule Augsburg mit dem Fachgebiet Automatisierungstechnik. Schwerpunkte seiner Tätigkeit sind die sicherheitsrelevante Steuerungstechnik (Safety) und die Bewegungssteuerungstechnik (Motion). Im Labor „Industrial Control Safety & Motion“ steht u.a. die Frage im Zentrum, wie modernste Maschinen und Produktionsanlagen, die hoch automatisiert arbeiten, gestaltet werden müssen, damit die Sicherheit der Maschinenbediener gewährleistet ist.

Prof. Dr.-Ing. Markus Glück ist Mitglied der Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik an der Hochschule Augsburg und vertritt das Lehrgebiet „Produktionsmesstechnik“. Seine Tätigkeitsschwerpunkte sind Produktionsmechatronik, Bildverarbeitung, Sensortechnik und Robotik. Das Labor „Applied Robotics & Vision“ zeigt das Spektrum dieses Tätigkeitsfeldes auf. Prof. Glück ist außerdem Geschäftsführer der Technologie Centrum Westbayern GmbH (TCW), an deren Standort sich das Hochschulzentrum Donau-Ries befindet.

Der Aufbau der genannten Labore erfolgt durch Studierende des Studiengangs Master of Applied



Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Zeller

Hochschule Augsburg

Fakultät für Elektrotechnik
Telefon +49(0)821 5586-3342
wolfgang.zeller@hs-augsburg.de

Fachgebiete

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



Prof. Dr Gordon
Thomas Rohrmair

Hochschule Augsburg

Fakultät für Informatik

Vizepräsident für Forschung
und Wissenstransfer

Telefon +49(0)821 5586-3211
gordonthomas.rohrmair@
hs-augsburg.de

Fachgebiete

- IT Sicherheit
- Softwaretechnik
- Industrial Security

Research (MAPR) und Mitarbeiter der Technologie Cen-
trum Westbayern GmbH (Stefan Wieser, Josef Wolf).

Christoph Berger, Carina Schlicker und Claudia Zellner schaffen mit ihrer Tätigkeit die Basis für das Safety-Labor, Robert Karl und Stefan Wieser für das Robotik-Labor, Andreas Seiler für das Security-Labor. Ihre Berichte und damit einen Einblick in die aktuelle Forschungstätigkeit finden Sie im Abschnitt „Master of Applied Research“ dieses Forschungsberichtes.

THEMATISCHER SCHWERPUNKT „PRODUKTIONSMECHATRONIK“

Im Fokus der vielfältigen Projekte und des Aufbaus einer Pilotlinie für die automatisierte Montage von anschau-lichen Produktdemonstratoren steht die fakultätsüber-greifende Auseinandersetzung mit Forschungs- und Integrationsvorhaben zur Fertigungstechnik der Zu-kunft, zur sicheren Mensch-Maschine Kooperation, zur flexiblen Automation mittels neuester Robotertechnik im Sinne der „Industrie 4.0“ sowie die Bearbeitung von Fra-gestellungen zur Sicherheit moderner Maschinen- und Produktionsinfrastruktur vor unberechtigten Zugriffen und Cyberattacken über das Internet.

INNOVATION

Was nun ist genau die Innovation am Technologietrans-ferzentrum? Darauf gibt es mehrere Antworten:

Auf struktureller Ebene liegt die Innovation in „Kommunikation und Vernetzung“. Diese Schlag-worte gelten für die beteiligten Professoren, die durch ihre Zusammenarbeit und die Entwicklung eines Zukunftskonzeptes für das Technologietransferzentrum Synergien über Fachgrenzen hinaus schaffen. „Kommu-nikation und Vernetzung“ sind aber auch Schlagworte, die die moderne Produktion kennzeichnen: Maschinen sind miteinander vernetzt und kommunizieren mitei-nander, Unternehmen sind mit Zulieferern und Kunden vernetzt, Werkstücke tragen die Information, wie sie be-arbeitet werden müssen, und geben diese an die Maschi-nen weiter, die sie bearbeiten. Diese „Kommunikation und Vernetzung“ erleichtert zwar einerseits die Produktion, schafft aber andererseits neue Problemfelder: Die Datenflut wird immer größer – wie gelingt es, daraus noch die relevanten Informationen zu extrahieren? Die

Angriffsstellen für Hacker werden immer mehr – wie erkennt man die internen und externen Schwachstellen?

Im technologischen Bereich liegt die Innovation bei Konzepten der „Industrie 4.0“. Industrie 4.0 ist ein Schlagwort, das langsam von den Anwendern mit Leben erfüllt wird. Neue Produktionskonzepte ver-suhen Antworten zu finden auf Forderungen der Kunden: zunehmende Variantenvielfalt und zunehmend kleinere Losgrößen bis zur Einzelfertigung. Mit gängigen Fließ-bändern und Fertigungsautomaten sind diese Forde-rungen nicht zu erfüllen. Kamera- und 2/3D Bildverar-beitungssysteme, vollständig in das Steuerungsumfeld einer Fertigungszelle integriert, verleihen als „künst-liche Augen“ zum Beispiel modernen Maschinen und Robotern die Fähigkeit zu sehen, Objekte zu erkennen und autonom zu arbeiten. Sie sind Grundlage für einen fundamentalen Wandel der Produktionstechnik in den nächsten Jahren.

Fertigungslinien werden modular, lassen sich schnell umrüsten, automatisierte Arbeitsplätze wechseln sich mit Handarbeitsplätzen ab. Probleme die sich hier stellen, betreffen z. B. die Möglichkeiten von kleinen und mittelgroßen Unternehmen – wie kann für sie die Migration aus der klassischen Fertigung in die Industrie 4.0 aussehen?

Industrie 4.0 führt vermutlich dazu, dass die Zahl der einfachen Arbeitsplätze, die wenige Kompetenzen fordern, zurückgeht – wie kann man durch Gestaltung von Arbeitsplätzen und Weiterbildung darauf reagie-ren? Wie können Studienangebote geschaffen werden, die für die Industrie 4.0 erforderliche Kompetenzen vermitteln? Wie können Anforderungen der Industrie 4.0 und erste Erkenntnisse als Inhalte in die aktuellen Lehrangebote einfließen?

In der Gesellschaft zeigt sich, dass einzelne Bereiche nicht mehr isoliert betrachtet werden können. Der demographische Wandel führt zu Veränderungen in Unternehmen und in Regionen. Die Zahl der verfü-gbaren Fachkräfte geht zurück. Es gibt Regionen, die davon sehr stark betroffen sind, u. a. auch der Landkreis Donau-Ries. Unterschiede in der Leistungsfähigkeit der einzelnen Mitarbeiter treten bei zunehmender Ar-betsbelastung deutlicher zutage, d. h. die Arbeitsplätze sollten an die spezifischen Möglichkeiten des Einzelnen

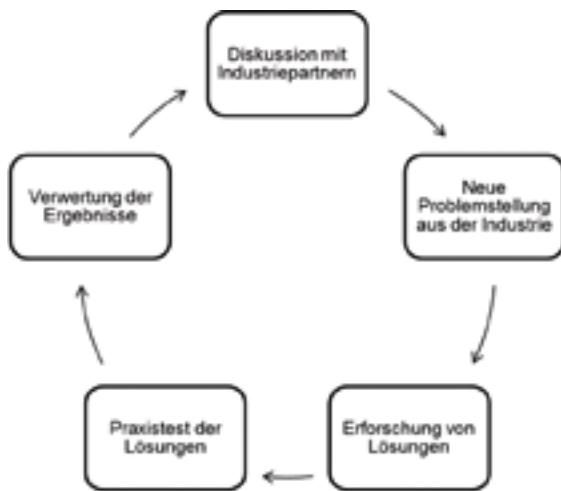


Abb. 1: Zyklischer Ablauf der angewandten Forschung und Entwicklung an der Hochschule Augsburg.

angepasst werden, wenn die Arbeitsfähigkeit so lange wie möglich erhalten bleiben soll. Für den einzelnen ändern sich Wünsche an den Arbeitsplatz über die Lebensspanne. Die einzelnen Lebensbereiche durchdringen sich immer stärker – Innovationen sollten daher zukünftig nicht nur technologisch motiviert sein, sondern als soziale Innovationen das Umfeld berücksichtigen, Sektorengrenzen überschreiten, einen gesellschaftlichen Nutzen haben und in ganz unterschiedlichen Gesellschaftsbereichen auftreten.

SICHERE ZUSAMMENARBEIT VON MENSCH UND MASCHINE (INDUSTRIAL SAFETY)

Trotzdem kann nicht ganz auf den Menschen verzichtet werden. Roboter und Fertigungsanlagen besitzen ein hohes Gefahrenpotential für Menschen in ihrer Umgebung, die es über innovative Sicherheitstechnik in eine sichere und effiziente „Mensch-Maschine“- oder „Mensch-Roboter“-Kooperation zu überführen gilt. Hierbei kommt es nicht nur auf die richtige Auswahl einzelner Sensoren und Komponenten an, sondern auf deren effizientes Zusammenspiel in einem modernen und sicheren Steuerungsumfeld. Vor allem die Aufhebung der bisher üblichen strikten Abgrenzung der Arbeitsräume von Mensch und Maschine im Umfeld von automatisierten Produktionsanlagen durch trennende Schutzzäune birgt ein hohes wirtschaftliches Rationalisierungspotenzial.

SICHERHEIT VOR CYBERANGRIFFEN, SPIONAGE UND SABOTAGE (INDUSTRIAL SECURITY)

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 beängsti-

gende 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 Monitoring Maßnahmen zu entwickeln und diese möglichst realitätsnah in einem Fertigungsumfeld zu testen, ist einer unserer 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 bzw. zumindest deutlich verringert werden können.

AKTIVITÄTEN: ÜBERBLICK UND AUSBlick

Ein Eckstein des TTZ Projekts ist der aktuell im Aufbau befindliche „produktionstechnische Demonstrator“ – eine Integrationsplattform zur praktischen Veranschaulichung der vorhandenen Kompetenzen im Bereich der flexiblen Automation und kooperativen Robotik, die sowohl zu Lehrveranstaltungen, anschaulichen Technologiedemonstrationen als auch zur fakultätsübergreifenden Forschung und Entwicklung (FuE) dienen soll. Hier werden Studierende und Mitarbeiter aus Partnerfirmen praxisnah lernen, wie neue Technologien der Produktion 2020 Arbeitsprozesse erleichtern und so die Erschließung nachhaltiger Produktivitätssteigerungen ermöglichen.

Als modulare Plattform soll eine automatisierte Bearbeitung oder Prüfung von Werkstücken im Rund- oder ggf. im Linientakt ermöglicht werden. Die Interaktion zwischen Maschine-Maschine, Roboter-Roboter, Mensch-Roboter, dezentraler Steuerung und integrierter Sensorik ist ein wesentlicher Aspekt, die in mehreren Sektoren abgebildet wird. Eine Ausbaumöglichkeit für FuE-Aktivitäten und Demonstrationen von Technologien einer integrierten, sich selbst organisierenden und kontrollierenden Automation im Sinne der „Industrie 4.0“ wird berücksichtigt.

FORSCHUNGSVORGEHEN

Das Forschungsvorgehen, das langfristig zum Normalfall am TTZ werden soll, zeigt Abbildung 1.



Dr. Gitte Händel

Hochschule Augsburg

Projektmanagement FuE
Telefon +49(0)821 5586-3357
(Büro Augsburg)
Telefon +49(0)9081 8055-126
(Hochschulzentrum Donau-Ries)
gitte.haendel@hs-augsburg.de

Fachgebiete

- Projektmanagement
- Coaching, Schulungen



MAPR-Student Andreas Seiler (li.) mit Michael Haller, seinem Betreuer bei der Grenzebach Maschinenbau GmbH.

Ein Beispiel: Aus Diskussionen mit einem Industriepartner aus der Hochschul- und Stifterinitiative ergab sich folgende Problemstellung: Wie sicher sind die Anlagen dieses Partners und wie kann er die Sicherheit gegenüber seinen Kunden nachweisen?

Von der daraus abgeleiteten Zusammenarbeit profitierten alle Beteiligten: Die Mitarbeiter des Industriepartners informierten über Anforderungen und Rahmenbedingungen in realen Anlagen. Mitarbeiter und Professoren der Hochschule ergänzten Wissen über aktuelle Entwicklungen in Mechatronik, Safety und Security.

Die spezifische Kompetenz des wissenschaftlichen Mitarbeiter (hier im Beispiel MAPR-Student Andreas Seiler) lag in der Erarbeitung von Lösungsansätzen für aktuelle Bedrohungen in der IT. In einem Projekt testete er zunächst unter Laborbedingungen neue Ansätze von Risikoanalysen und Netzwerksegmentierungen. Die Ergebnisse aus der Laborumgebung hat er dann auf die realen Anlagen des Industriepartners übertragen.

Doch damit ist der Technologietransfer noch nicht beendet. Denn auch von der Verwertung seiner Forschungsergebnisse profitieren alle Beteiligten. Zum einen fließen die Ergebnisse dieser Arbeit in die Weiter-

entwicklung des Sicherheitskonzeptes des Industriepartners ein und finden bereits weltweit bei dessen neuen Anlagen Anwendung. Zum anderen integriert Andreas Seiler seine Erkenntnisse in das Labor für Industrial Control System Security am Technologietransferzentrum. Dort werden anhand von Demonstrationen (z.B. Hacking-Demo) die Problematik und verschiedene Lösungsansätze mit weiteren Industriepartnern diskutiert, woraus sich wieder neue Problemstellungen und Lösungsansätze ergeben.

ZUKUNFT

Diese Innovationskonzepte mündeten im Jahr 2014 in eine Reihe von Forschungsanträgen mit unterschiedlichen Partnern aus Industrie, Forschung & Entwicklung, Kommunen und Fachgruppen.

In einem Projekt „RiskViz“ sollen Risiken industrieller IT untersucht werden. Im Vorhaben S2MI4.0 sollen Safety, Security und Maschinen-Integrationskonzepte für die Industrie 4.0 erforscht und getestet werden. Ziel ist es, nachhaltige Strukturen zu schaffen, um die Synergien zwischen Hochschule und Industrie auszubauen.

Das Vorhaben „Barrierefrei: Eine Region auf dem Weg zur Arbeitswelt der Zukunft (IAQ)“ sucht nach Konzepten, wie eine Region, ihre Unternehmen und ihre Organisationen innovativ auf die Anforderungen des demografischen Wandels reagieren kann (in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Claudia Meitinger und Prof. Rothaug).

Eine personelle Erweiterung erfährt das Team am Technologietransferzentrum in diesem Jahr durch die neuen Stiftungsprofessoren: Prof. Dr. Claudia Ehinger setzt ihren Schwerpunkt bei der Ressourceneffizienz im Anlagenbau. Ein weiterer Kollege, dessen Ruf zwischenzeitlich ergangen ist, wird die Kompetenzen in der Regelungstechnik und Systemintegration erweitern.

In den Räumen am Technologie Centrum Westbayern wird es eng für die geplanten Labore und den produktionstechnischen Demonstrator. Daher wird von der Stadt Nördlingen eine neue Institutmaschinenhalle gebaut, die diese Anlagen aufnehmen kann.

Last not least beginnen die Planungen für die Zeit nach der Förderphase mit der Schärfung des Forschungsprofils und der Gewinnung weiterer Allianzpartner.

ERFAHRUNGSSTAUSCH UND FACHFOREN ZUR PRODUKTION 2020

Flankierend zu allen Projektphasen wird eine intensive Diskussion neuer Technologien und Trends im Rahmen eines attraktiven Vortrags- und Erfahrungsaustauschprogramms initiiert. Folgende Technologieforen wurden in Kooperation mit dem Cluster Mechatronik & Automation e.V. und dem Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI/VDE) am Technologie Centrum Westbayern innerhalb des vergangenen Jahres veranstaltet:

- 24.09.2013, Fachforum „Roboterinnovation 2020“ mit Themenschwerpunkten „Mensch-Roboter-Kooperation, flexible Automation, mobile Roboter, Fast Picks & Place“.
- 25.09.2013, Regionalkonferenz „Fachkräftesicherung“ mit Vorstellung der Studie „Arbeitgeberattraktivität“ durch Prof. Dr. Erika Regnet und Prof. Dr. Christian Lebrenz (Hochschule Augsburg, Fakultät Wirtschaft).
- 22.10.2013, 4. Fachforum „Innovation 2020“ mit Themenschwerpunkten „Effiziente Ideenselektion, innovationsfreundliche Rahmenbedingungen, Open Innovation und Best Practices im Innovationsmanagement“.
- 12.11.2013, 2. Technikforum „Mobilität 2020“ mit Themenschwerpunkten „Sicheres Fahren, Assistenzsysteme, Technologien der Elektromobilität, Leichtbau“.
- 18.02.2014, 5. Fachforum „Innovation 2020“ mit Themenschwerpunkten „Neue Märkte, Technologie- und Zukunftsfelder, innovationsfreundliche Rahmenbedingungen, Open Innovation und Best Practices im Innovationsmanagement“.
- 11.03.2014, 4. Fachforum „Elektronikproduktion 2020“ mit Themenschwerpunkten „Bestücken, Löten, Kleben, Aufbautechnik, Test und Inspektion“.
- 18.03.2014, 4. Forum „Roboterinnovationen 2020“ mit Themenschwerpunkten „Flexible Automation, neuartige Roboterkomponenten, mobile Roboter, Mensch-Roboter-Kooperation“.
- 29.04.2013, Fachforum „Wertstromanalyse, Erfahrungswerte Lean Management, Ausblick Industrie 4.0“.
- 13.05.2014, 1. Fachforum „Industrie 4.0 – Zukunft der Produktion“ mit Themenschwerpunkten „Strategien, Technologien, Umsetzungsszenarien“.
- 27.05.2014, 3. Fachforum „Energie 2020“ mit

Themenschwerpunkten „Batterietechnik, Speicher, Batteriemanagementsysteme, Netze“.

- 01.07.2014, 10. Fachforum „Industrielle Bildverarbeitung (IBV 10)“ mit Themenschwerpunkten „Industrielles 3D Messen, Inline- und Oberflächenmesstechnik, Identifikation, Robot Vision“.
- 15.07.2014, 5. Fachforum „Innovativer Leichtbau in der Produktion 2020“ mit Themenschwerpunkten „Multimaterial Leichtbau- und Faserverbundwerkstoffe – Materialien, Konstruktion, Fügen, Industrielle Produktion“.

Bereits zum zehnten Mal fand die Fachvortragsreihe „Moderne Technik - anschaulich erklärt!“ statt. Im Mittelpunkt mehrerer kostenfreier Abendveranstaltungen standen hilfreiche Grundlagen unternehmerischen Denkens und Handelns sowie Exkursionen zu befreundeten Firmen und Einrichtungen. Beiträge zu dieser Veranstaltungsreihe mit Bezug zur Hochschule und ihren Partnern waren:

- Moderne Unternehmensbewertung, Vortrag Prof. Dr. Thorsten Feix am 20.11.2013 im Rahmen des Fachvortragsprogramms am Technologie Centrum Westbayern.
- Sicherheitsrelevantes Automatisieren in Entwicklung und Produktion, Vortrag Prof. Dr. Wolfgang Zeller und Christoph Berger am 22.01.2014 im Rahmen der Themenreihe „Moderne Technik anschaulich erklärt“.

Erfahrungsaustausch und Produktschau der teilnehmenden Firmen beim Technikforum „Roboterinnovationen, mobile Assistenten und sichere Mensch-Roboter Kooperation in der Produktion 2020“ am Technologie Centrum Westbayern (TCW).





- Innovationsfreundliche Unternehmenskultur, Gastvortrag Prof. Dr. Anne Bergner (Hochschule Coburg) und Prof. Dr. Christoph Maurer (Hochschule München) am 30.01.2014 im Rahmen eines Unternehmerabends am Technologie Centrum Westbayern.
- Flexible Automation für die Produktion 2020 – Technologien und Prozessimplementation, Vortrag Prof. Dr. Markus Glück am 12.02.2014 im Rahmen der Themenreihe „Moderne Technik anschaulich erklärt“.
- Schwingungsanalyse bei Getrieben, Gastvortrag von Alexander Deffner und Timo Ebert (SPN Schwa- ben-Präzision Fritz Hopf GmbH, Nördlingen) am 26.02.2014 im Rahmen der Themenreihe „Moderne Technik anschaulich erklärt“ (mit anschließendem Laborrundgang).
- Klarer Unternehmergeist – Kraftquelle für Mitarbeitermotivation und Kundenbegeisterung, Vortrag Prof. Dr. Klaus Kellner (Fakultät Wirtschaft) am 2.04.2014 im Rahmen eines gemeinsamen Unternehmerabends in der Raiffeisen-Volksbank Ries eG (Nördlingen).
- M. Glück, „MES als zentraler Enabler der Industrie 4.0 – Implikationen auf das Qualitätsmanagement 4.0“, Eröffnungsvortrag beim Automatisierungstreff am 25.3.2014 in Böblingen.
- C. Berger, C. Schlicker, W. Zeller, „Neue Entwicklungsansätze für sicherheitsrelevante Steuerungssoftware in Produktionsmaschinen“ Fachvortrag beim Forum Funktionale Sicherheit (München, 2014).
- C. Berger, W. Zeller, „Konzeptioneller Ansatz zur Integration standardisierter sicherer Funktionen in mechatronischen Systemen“. Konferenzbeitrag, Internationales Forum Mechatronik (IFM 2013), Winterthur (CH).
- W. Zeller, „Sicherheitsrelevante Automatisierungs-technik für eine produktionsgerechte Mensch-Ma-schine-Interaktion“, Gastvortrag beim Fachforum des Clusters Mechatronik & Automation am 07.03.2013 (Krones AG, Neutraubling).

VORTRÄGE AUF TAGUNGEN UND EXPERTENTREFFEN

- M. Glück, J. Wolf, „Produktionssysteme für die Industrie 4.0 – Mit Inline Scannereinsatz und bildbasierter Roboterführung zur autonomen Fertigung und zur Qualität 4.0“, Fachvortrag und Veröffentlichung zum Industrie 4.0 Gipfel, 15.10.2013, München
- M. Glück, „Lean Quality Control and PLM 4.0 – Challenges, implications, tools and requirements for advanced PLM, best process quality and optimum performance in an integrated production environment, according to the Industry 4.0 approach, 14.10.2013 PLM User Conference, Berlin.
- M. Glück, „Implikationen der Industrie 4.0 auf das Qualitätsmanagement in der Produktion 2020“, Vortrag beim 17. IBS Expertenkreis am 31.10.2013 in Stuttgart.

FACHVERÖFFENTLICHUNGEN

- M. Glück, „Industrie 4.0 – Mit MES, flexibler Auto-mation und Vernetzung zur 4. industriellen Revolu-tion und Null-Fehler-Produktion 2020“, Magazin „Contact“, Heft 1/2013, S. 6–13 (2013).
- M. Glück, „Qualität 4.0 – Implikationen der Industrie 4.0 auf das Qualitätsmanagement in der Null-Fehler-Produktion 2020“, Magazin „Contact“, Heft 2/2013, S. 6–12 (2013).
- M. Glück, „Autonome Roboterführung – Integra-tion von Bildverarbeitung im Roboterumfeld“ in SPS-Magazin (Ausgabe 10/2013), S. 154–155 (10/2013)
- M. Glück, J. Wolf, „Produktionsintegrierte Quali-tätssicherung für die Industrie 4.0“ in Productivity Management 19 (2014), S. 19–22.
- M. Glück, „Markt- und Technologiechancen erkennen, Strategien entwickeln“ in WO Mag, Heft 4/2014, S. 1–4.
- M. Glück, „Wettbewerbsfaktor Innovation: Innova-



tionen erfolgreich stimulieren“, Magazin „Contact“, Heft 3/2013, S. 10–13, 28 (2013).

- C. Berger, C. Schlicker, W. Zeller, „Programmieren – aber sicher“ in Sonderheft „funktionale sicherheit“ der Zeitschriften Elektronik, Computer&Automation und Elektronik automotive, S. 25 – 29, (07/2014).

ANDERE MEDIENBERICHTE

- Handelsblatt NR 48, Spezial CEBIT 2014, Feindliche Übernahme – Wenn sich Industrie-betriebe stärker vernetzen, steigt die Zahl der Einfallstore für IT-Attacken, von Manuel Henkel, 10.03.2014.
- ZDF Blog, „Industrie 4.0 als Herausforderung für die IT-Sicherheit“, 19.02.2014.
- BR Kontrovers, „Terrorgefahr Blackout“, 06.03.2013.
- ARD Report München, „Terrorgefahr durch das Internet“, 12.02.2013.
- Sat1 Nachrichten, „Alles sicher – Studenten haken im offiziellen Auftrag“, 31.05.2013.

UNTERSTÜTZER UND FÖRDERER

Den Aufbau des Hochschulzentrums Donau-Ries kann die Hochschule Augsburg nicht alleine schultern. Er wurde und wird erst 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. Das Studienzentrum wird durch das Engagement namhafter Firmen und Institutionen aus dem Landkreis Donau-Ries anschubfinanziert. Sie haben sich zu einer Stifterinitiative zusammengeschlossen und unterstützen den Aufbau des Hochschulzentrums

Donau-Ries durch die Finanzierung von drei Stiftungsprofessuren.

DANKSAGUNG

Herzlichen Dank unseren Masterstudenten im Applied Research Programm (Christoph Berger, Robert Karl und Andreas Seiler) sowie den Institutsmitarbeitern am Technologie Centrum Westbayern (Josef Wolf, Stefan Wieser) und am Weiterbildungszentrum Donau-Ries (Manuela Jenewein, Vera Krieger, Kerstin Huber, Marita Knie, Sylvia Bonn).

Gemeinsam bedanken wir uns sehr herzlich bei allen Partnerfirmen, die zur Entwicklung und Charakterisierung unserer Sicherheits- und Robotersysteme beitragen, insbesondere den Partnerfirmen KUKA, Grenzebach, IBS, Schmalz, Bosch Rexroth, FESTO, Pilz und Schunk.

Besonders bedanken möchten wir uns bei den Mitgliedern unserer Stifterinitiative: AGCO Fendt GmbH (Asbach-Bäumenheim), Engelhardt Etikettendruck (Nördlingen), Eurocopter Deutschland GmbH (Donauwörth), Fritz und Liselotte Hopf-Stiftung (Nördlingen), GEDA-Dechentreiter GmbH & Co. KG (Asbach-Bäumenheim), Grenzebach Maschinenbau GmbH (Asbach-Bäumenheim), HARTING KGaA (Espelkamp, NRW), Kathrein-Werke KG (Nördlingen und Rosenheim), Märker Zement GmbH (Harburg), MR PLAN GmbH (Donauwörth), Ohnhäuser GmbH (Wallerstein), Tigra GmbH (Oberndorf), Valeo Schalter und Sensoren GmbH (Wemding), Zott GmbH & Co. KG (Mertingen), die Raiffeisen-Volksbanken und Sparkassen im Landkreis Donau-Ries sowie der Wirtschaftsförderverband Donau-Ries e.V.

Erfahrungsaustausch beim 3. Technologieforum „Energie 2020: Batterie- und Energiespeichertechnik“ am Technologie Centrum Westbayern (TCW).

Linkes Bild: Beim Laden eines BMW i3 Elektroautos (von links): Martin Neumann (Berufsschule Nördlingen), Prof. Dr. Valerio Conte (Hochschule Augsburg), Helmut Baumann (Berufsschule Nördlingen), Prof. Dr. Markus Glück (Hochschule Augsburg/ TCW), Stefan Wieser (TCW), Detlef Fischer (Verband der Bayerischen Energie- und Wasserwirtschaft, VBEW, München).

Forschungsschwerpunkt Ressourceneffizienz

Interdisziplinäres Forschungsgebiet an der Hochschule Augsburg



Prof. Dr.-Ing. Runa T. Hellwig

Hochschule Augsburg

Fakultät für Architektur und Bauwesen
E2D Energie Effizienz Design
Telefon +49(0)821 5586-3611
runa.hellwig@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- Monitoring und Optimierung von Energie und Raumklima
- Nutzerzufriedenheit und Wechselwirkungen Nutzer-Gebäude-Technik
- Energieeffizientes und nachhaltiges Bauen
- Nachhaltigkeitsbewertung, -zertifizierung

Die Hochschulen befinden sich in einem ständigen Wandel. Dabei gilt es die „Identität“ der jeweiligen Hochschule zu wahren. Es sind immer wieder die wesentlichen Fragen zu beantworten, wodurch sich eine Hochschule definiert und von anderen Hochschulen abgrenzt. Diese Fragen stellten sich auch im Ressort Forschung und Entwicklung und führten zu der Herausforderung, welches die richtigen Forschungsthemen für die Hochschule Augsburg sind und wie diese zu einem Forschungsschwerpunkt integriert werden können.

PROJEKTSTART ZUR BESTIMMUNG DES FORSCHUNGSSCHWERPUNKTES

Auf Initiative des Vizepräsidenten für Forschung und Entwicklung, Prof. Dr. Gordon T. Rohrmair, wurde deshalb ein Projekt zur Bestimmung des Forschungsschwerpunktes ins Leben gerufen. Die Leitung übernahm Prof. Dr. Runa Hellwig, unterstützt durch Prof. Dr. Peter Richard.

VORGEHEN ZUR BESTIMMUNG DES FORSCHUNGSSCHWERPUNKTES

Die zentrale Frage nach dem integrierenden Forschungsschwerpunkt einer Hochschule kann im Wesentlichen durch zwei Methoden angegangen werden. Die Top-Down-Methode geht von der Hochschulleitung aus und würde eine Festlegung des Schwerpunktes unter Berücksichtigung von Fachgebieten an der Hochschule, politischen Randbedingungen und strategischen Erwägungen bedeuten. Die aktuellen Forschungsaktivitäten würden in diesem Vorgehen nachrangig berücksichtigt und evtl. gar ins Abseits gestellt werden.

Die Bottom-Up-Methode geht den umgekehrten Weg. Hier werden die vorhandenen Forschungsaktivitäten systematisch aufgenommen und zu einem oder ggf. mehreren Forschungsschwerpunkten verdichtet.

Die Hochschule Augsburg verfügt über eine Fülle an Forschungsaktivitäten, deshalb erschien dem Projektteam die Bottom-Up Methode als geeigneter.

RAHMENBEDINGUNGEN FÜR FORSCHUNGSSCHWERPUNKTE

Im Laufe des Projektes wurde die Erstellung einer Forschungslandkarte für die Hochschulen für ange-

wandte Wissenschaften durch die Hochschulrektorenkonferenz (HRK) ins Leben gerufen (www.forschungslandkarte.de). Es wurden Forschungsschwerpunkte an allen Hochschulen erfasst, die ausreichend relevant betrieben werden. Jede Hochschule konnte maximal drei Forschungsschwerpunkte melden.

MINDESTANFORDERUNGEN AN FORSCHUNGSSCHWERPUNKTEN IM BEREICH LEBENSWISSENSCHAFTEN, MATHEMATIK UND NATURWISSENSCHAFTEN SOWIE INGENIEURWISSENSCHAFTEN:

- 5 Professorenstellen je Forschungsschwerpunkt,
- 500.000 Euro Budget im Jahr je Forschungsschwerpunkt,
- 15 wissenschaftliche Publikationen und Patentanmeldungen.

MINDESTANFORDERUNGEN AN FORSCHUNGSSCHWERPUNKTE IM BEREICH GEISTES- UND SOZIALWISSENSCHAFTEN:

- 5 Professorenstellen je Forschungsschwerpunkt und
- 150.000 Euro Budget im Jahr je Forschungsschwerpunkt oder
- 15 wissenschaftliche Publikationen und Patentanmeldungen.

Diese Rahmenbindungen waren im folgenden Prozess zu berücksichtigen.

QUELLEN ZUR BESTIMMUNG DER FORSCHUNGSSCHWERPUNKTES

Um eine umfassende Auswertung der Forschungsaktivitäten zu erhalten, wurden alle vorhandenen Quellen genutzt. Es folgte eine vollständige Erfassung der Forschungsaktivitäten durch Einzelinterviews mit Vertretern aller Fakultäten. Diese Ergebnisse wurden ergänzt durch eine Analyse der Internetseiten der Hochschule Augsburg und eine Auswertung der Forschungsberichte der vergangenen Jahre.

Als quantitative Daten wurden zusätzlich Drittmittelprojekte nach Förderungshöhe, Förderungsdauer und Drittmittelgeber (Industrie, EU, Bund, Land) ausgewertet.

MARKTANALYSE UND VERDICHTUNG DER ERGEBNISSE

Eine reine Bestandsaufnahme kann nicht sicherstellen, dass die Forschungsfelder auch praxis- und marktrele-

vant sind. Aus diesem Grund wurden folgende externe Informationen mit einbezogen:

- Forschungsfelder der Fraunhofer Gesellschaft
- Wirtschaftliche Schwerpunkte der Region
- Forschungsschwerpunkte der Region
- Förderschwerpunkte in der Hightech-Strategie

Eine besondere Herausforderung stellte die Verdichtung der rund 50 spezialisierten Einzelthemen dar, die – soweit möglich – zu einem Gesamtbild zusammengefügt werden müssen.

Die Verdichtung unter Berücksichtigung der Marktgegebenheiten und den Mindestanforderungen der HRK lieferte als integrierenden Forschungsschwerpunkt der Hochschule Augsburg „Ressourceneffizienz“.

Dieser Vorschlag wurde im Forschungs und Entwicklungs-Ausschuss diskutiert und mit allen Fakultäten abgestimmt. Nach Präsentation und Abstimmung des Forschungsschwerpunktes durch die Hochschulleitung sowie der Erweiterten Hochschulleitung wurde der Forschungsschwerpunkt „Ressourceneffizienz“ für die gesamte Hochschule durch den Senat beschlossen.

WEITERES VORGEHEN

In der Diskussion um den Forschungsschwerpunkt hat sich gezeigt, dass „Ressourceneffizienz“ weiter untergliedert werden müsse, um den Begriff mit Inhalten für den Forschungsschwerpunkt zu füllen und um die bestehenden Aktivitäten schlüssig damit zu verknüpfen. Diese Untergliederung erfolgt durch den Senatsausschuss FuE in enger Abstimmung mit den Fakultäten.

Der Senatsausschuss wird bei Bedarf auch weitere Forschungsschwerpunkte als Entscheidungsvorlagen einbringen.

FREIHEIT DER FORSCHUNG

Der Vorteil der Bottom-Up-Methode ist, dass der definierte Forschungsschwerpunkt bereits einen großen Teil der Forschungsaktivitäten widerspiegelt. Es finden sich also bereits viele Professoren und wissenschaftliche Mitarbeiter mit ihren Themen in diesem Forschungsschwerpunkt wieder. Der Forschungsschwerpunkt hat jedoch keinen bindenden Charakter. Die Freiheit der Forschung wird an unserer Hochschule als Individualrecht der Professoren verstanden. Dies bedeutet, dass auch außerhalb des beschlossenen Forschungsschwerpunktes an der Hochschule geforscht werden darf.



Prof. Dr. Peter Richard

Hochschule Augsburg

Fakultät für Wirtschaft
Telefon +49(0)821 5586-2931
peter.richard@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- Materialwirtschaft und Logistik
- Prozessmanagement
- Change Management
- Projektmanagement

Neue Maßstäbe bei der Energieeffizienz im Städtebau setzt das „Visioneum Energie+“. Das Energie-Plus-Haus, das in Königsbrunn bei Augsburg errichtet werden wird, verbindet zukunftsweisende Gebäudetechnik und Lösungen für energieeffizientes Wohnen.



Hochschul-Innovationen für die Region

TEA – Transfereinrichtungen Augsburg gestalten den 3. Augsburger Technologietransfer-Kongress



Das Projekt „TEA-Netzwerk“ ist ein bayernweit einzigartiges Verbundprojekt der Hochschul-Transfereinrichtungen am Hochschulstandort Augsburg zum Auf- und Ausbau eines Wissenstransfernetzwerkes für und mit kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) im Wirtschaftsraum Augsburg und Nordschwaben.

Der Netzwerkaufbau erfolgt in zwei Wirkungsradien. Im ersten Schritt bildet sich der Netzwerkkern durch die Bündelung aller am Standort ansässigen Hochschul-Transfereinrichtungen unter dem Dach „TEA“, um eine synergetische und transparente Angebotsstruktur für Wissenstransfer in der Region zu schaffen. Durch diese hochschulübergreifende Vernetzung wird für KMU ein sehr breites Wissenstransferpotenzial verfügbar gemacht.

Im zweiten Teil erfolgt die pro-aktive Förderung von Wissenstransfer-Kooperationsbeziehungen zwischen den Hochschulen und den KMU der Region. In dieser Phase stehen die Module Transferkoordination, Sensibilisierung/Information/Beratung, ein spezielles Transfer-Workshop-Programm sowie ein innovatives Qualifizierungs- und Schulungsmodul für Mitarbeiter

von KMU zum „Transfer-Scout“ im Mittelpunkt. Der Netzwerkaufbau wird durch einen eigens ausgebildeten Netzwerk-„Außendienst“ mit Besuchsprogramm bei den KMU im Zielraum („die Hochschulen kommen zu den Unternehmen“) speziell betreut. Durch die Einbindung von Wissenschaft und Wirtschaft sowie Transfermultiplikatoren wie Clustern und anderer Unternehmensnetzwerke verfolgt das Projekt einen ganzheitlichen Ansatz.

3. AUGSBURGER TECHNOLOGIETRANSFER-KONGRESS

Rund 170 Besucher waren in diesem Jahr zu Gast auf dem 3. Augsburger Technologietransfer-Kongress. Einen Tag lang tauschten sich die Vertreter von Forschungseinrichtungen, Hochschulen, Unternehmen und Institutionen beim Kooperationspartner, der Industrie- und Handelskammer Schwaben, aus, bildeten sich weiter und legten den einen oder anderen Grundstein für zukünftige Kooperationen. Ein Highlight des Tages war die Ehrung des Wirtschaftsraums Augsburg durch die Parlamentarische Staatssekretärin im Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Brigitte Zypries, mit der Auszeichnung „TOP 5 der innovativen und effizienten Regionen Deutschlands“.



v. li.: IHK-Präsident
Dr. Andreas Kopton;
Augsburgs 2. Bürgermeisterin
Eva Weber; Staatssekretärin
Brigitte Zypries, Bundes-
ministerium für Wirtschaft
und Energie; Markus Ferber,
Bezirksvorsitzender CSU
Schwaben und Andreas Thiel,
Geschäftsführer der
Regio Augsburg GmbH.

Das Rad ist bereits erfunden –
wir bringen es zum Laufen

www.ima-abele.de

Die **IMA Ingenieurbüro Anton Abele + Partner GmbH** ist im Maschinenbau spezialisiert auf die Bereiche Montageautomation, Sondermaschinen, Vorrichtungsbau, Messvorrichtungen, Fördertechnik, Fliegende Bauten, Anlagenbau und Fabrikplanung.

Erfahrung seit 1973 - für Ihren Erfolg

Sie (m/w) schliessen Ihr Studium demnächst erfolgreich ab und sind bereit neue Herausforderungen anzunehmen?

- Hochschulabsolventen
- Praktika / Bachelorarbeit

Schwerpunkte:

Maschinenbau, Mechatronik, Umwelt- und Verfahrenstechnik

Wir bieten Arbeitsplätze in einem inhabergeführten, soliden, konzernunabhängigen Unternehmen mit kurzen Entscheidungswegen und flachen Hierarchien.

Interessiert? - Dann sprechen Sie uns an!

IMA Ingenieurbüro Anton Abele + Partner GmbH

Proviantbachstr. 30 Tel. +49 (0)821 56 000 0 info@ima-abele.de
D-86153 Augsburg Fax: +49 (0)821 56 000 56 www.ima-abele.de

JENGA (Joint development of courses for energyefficient and sustainable housing in Africa)

Ein Kooperationsprojekt der Hochschule Augsburg im europäischen Förderprogramm EDUlink



**Prof. Dipl.-Ing.
Susanne Gampfer**

Hochschule Augsburg

Fakultät für Architektur
und Bauwesen

Telefon +49(0)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



Design-Build Projekt
Handwerksschule Nairobi,
Klassenraum mit Bambus-
dachkonstruktion.

Im Rahmen des Programms EDUlink II fördert die Europäische Union die Kooperation zwischen deutschen Hochschulen und Partneruniversitäten im Raum Afrika, Karibik und Pazifik (ACP). Diese sollen insbesondere zur Verbesserung der Lehre und zur Kapazitätsverbesserung an den Partnerhochschulen beitragen. Die Kooperationsgruppen bestehen aus einer europäischen und mindestens drei ausländischen Universitäten aus dem ACP-Raum – mit allen damit verbundenen organisatorischen, kulturellen und sprachlichen Herausforderungen.

Die Hochschule Augsburg erhielt 2013 als federführender Partner die Zusage für die Förderung des über drei Jahre angelegten Kooperationsprogramms JENGA (Joint development of courses for energyefficient and sustainable housing in Africa).

In Zusammenarbeit mit den Architektur- und Bauingenieurs-Fakultäten an der University of Rwanda – College of Science and Technology in Kigali (Ruanda), der Uganda Martyr's University in Kampala (Uganda), der Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology in Nairobi (Kenia) und der University of Stellenbosch in Südafrika soll Fachkompetenz energiespender Technologien des Bauwesens aufgebaut werden. Weitere Partner sind UN Habitat und die American University Cairo (AUC). Der Projektschwerpunkt liegt auf nachhaltigen Materialien und Konstruktionen und der Implementierung praxisorientierter Lehrmethoden in die Ausbildung von Architekten und Ingenieuren. Das Gesamtbudget für das Projekt JENGA (520.000 €) wird an der Hochschule federführend verwaltet. Die EU fördert es mit einem Zuschuss von 440.400 €.

In den ostafrikanischen Ländern Kenia, Uganda und Ruanda liegt der Bevölkerungszuwachs und die Urbanisierungsrate weit über dem globalen Durchschnitt. Die rasante Bautätigkeit in den informellen Siedlungen innerhalb von Ballungsgebieten sowie an der Peripherie der großen Städte führen neben der Verknappung von Ressourcen zu hohen Energiepreisen bei gleichzeitig unverhältnismäßig hohen Verbräuchen im Wohnsek-

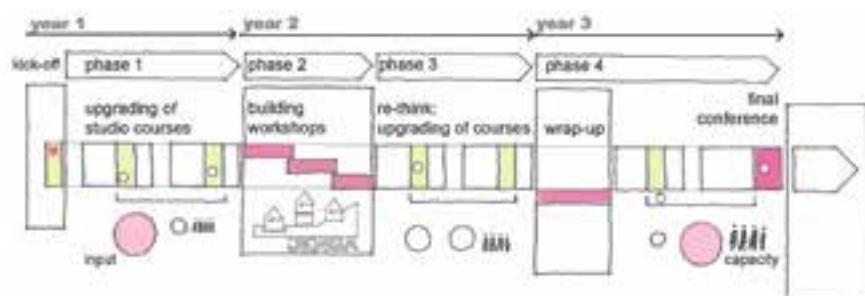


Abb.: Projektablauf JENGA.

tor. Es geht um eine Verbesserung der Ausbildung im nachhaltigen und klimagerechten Bauen, der Integration erneuerbarer Energien in Gebäuden und der Verwendung nachwachsender Rohstoffe.

Die Methoden des praxis- und problemorientierten Unterrichts sind an Architekturfakultäten in Afrika noch nicht die Regel. Stattdessen dominieren theoretische Ansätze, die sich an formalen Kriterien und Vorgaben orientieren. JENGA (Kisuaheli: „Bauen“) verfolgt das Ziel, eine praxisnahe Entwurfs- und Konstruktions-



lehre zu etablieren, die sich an lokalen Bautraditionen, nachhaltigen Materialien und einer klimagerechten Bauweise orientiert. Lehrende sollen die Integration von praktischen Übungen und den Prototypenbau in ihren Unterricht erproben und durch externen Input das nötige Fachwissen für klima- und materialgerechte, energieeffiziente Planung erhalten. JENGA ist durch enge Zusammenarbeit mit dem UN Habitat Projekt „Energy Efficiency in Buildings in East Africa“ (EEBEA) verbunden.

Die Lehrmethode von sog. Design-Build-Projekten – Entwurfsprojekten, die von den Studierenden selbst realisiert werden – steht im Zentrum der Kooperation.

Das dreijährige Programm sieht die Einführung eines Entwurfs- und Konstruktionskurses über zwei Semester vor, der über gemeinsame Workshops vom Erfahrungsaustausch zwischen den beteiligten Partnern profitiert. Am Ende des Unterrichtsjahres steht im Sommer 2015 die Umsetzung einer Abfolge von drei Design-Build Projekten in Kigali, Kampala und Nairobi, die sich jeweils mit einem Prototypen für einen nachhaltigen Wohnbau beschäftigen. Jede der Partneruniversitäten setzt dabei einen Themenschwerpunkt um:

- **JENGA-slope** in Kigali beschäftigt sich mit dem topographisch oft schwierigen Gelände des kleinen Landes, das vor allem unter Flächenknappheit und einer extremen Konkurrenz zwischen landwirtschaftlicher Nutzung und Siedlungsdruck leidet.
- **JENGA-stack** in Nairobi befasst sich mit der Verdichtung innerstädtischer Siedlungsflächen durch Umsetzung von mehrgeschossigen Wohnbauten.
- **JENGA-flood** zielt auf den Umgang mit geeigneten bautechnischen Maßnahmen zur Verbesserung der



Sicherheit und Haltbarkeit von Bauten in Überschwemmungsgebieten. Dies ist wichtig beim Einsatz energiesparend hergestellter Baumaterialien wie Adobziegeln, aber auch bei den oft informell bebauten, teils ungeeigneten Restflächen in den Überschwemmungstälern nahe dem Lake Victoria in Kampala.

Nach dem Projektstart in Augsburg 2013 laufen bis Ende August 2014 die Vorbereitungen für das erste Lehrsemester für JENGA an den Partnerhochschulen. Als Einstieg in die praxisorientierte Lehre wurde seit Oktober 2013 an der Hochschule Augsburg ein Design-Build-Projekt durchgeführt, das seit August 2014 in Nairobi umgesetzt wird. Ein interdisziplinäres Team von 24 Studierenden der Fakultät für Architektur und Bauwesen realisiert in sechswöchiger Bauzeit die Schulerweiterung, die sie zuvor entworfen hatten. Beteiligte aller Partnerhochschulen, aber auch Studierende aus Kampala und Nairobi, wirken auf der Baustelle mit. I.e. wurde es durch Spenden und Mitteln der Fakultät finanziert.

Die Europäischen Union unterstützt das Projekt JENGA mit einem Gesamtbudget von 520.000 € mit einem Zuschuss von 440.400 €, die an der Hochschule Augsburg als federführender Institution verwaltet werden. Die Eigenanteil der HSA an der Förderung beläuft sich auf 150.000 €.

Links: Besuch des Baustoff-labors der Fakultät AB beim Kick-off Treffen 2013.

Rechts: Projekttreffen an der Uganda Martyr's University, Mai 2014.



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

UN Habitat Urban Energy Unit programme EEBEA
[http://mirror.unhabitat.org/
content.asp?cid=12012&catid=356&typeid=6&subMenulid=0](http://mirror.unhabitat.org/content.asp?cid=12012&catid=356&typeid=6&subMenulid=0)

EDUlink II Stakeholder Conference Brussels 2014-08-10
[http://www.acp-edulink.eu/
node/15523](http://www.acp-edulink.eu/node/15523)

LIANE – Laboratory for an Integrated African Network for the Built Environment

Kooperationsprojekt für Siedlungsplanung in Ostafrika



**Prof. Dipl.-Ing.
Susanne Gampfer**

Hochschule Augsburg

Fakultät für Architektur
und Bauwesen

Telefon +49(0)821 5586-2079
susanne.gampfer@hs-augsburg.de

Fachgebiete

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

Projektleitung LIANE

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

Das Forschungsprojekt LIANE will in Kooperation mit afrikanischen Partnerhochschulen die Qualität und Nachhaltigkeit der Bau- und Siedlungsplanung im Verdichtungsraum mittelgroßer Städte in der Region der großen ostafrikanischen Seen verbessern. Schwerpunkt ist die Energie- und Ressourceneinsparung im Bausektor, wofür im Rahmen dieser Pilotmaßnahme zunächst eine Analysemethodik für die Bestandsaufnahme und Beschreibung von Siedlungsstrukturen als Grundlage für eine lokal umsetzbare Herangehensweise für die Siedlungsplanung entwickelt wird. Mit Expertisen aus Stadtplanung, Architektur und Bauingenieurwesen ist die Herangehensweise interdisziplinär angelegt. Das Projekt wird in Zusammenarbeit mit der Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology, der University of Rwanda – College of Science and Technology und der University of Stellenbosch bearbeitet.

Nach einer ersten Forschungsphase mit Schwerpunkt Datensammlung und Kartierung ist Phase 2 auf die Themen Planung und Umsetzung ausgerichtet. Das Projekt gliedert sich in verschiedene Arbeitspakete und Verantwortlichkeiten: Projektmanagement, Organisation von Konferenzen und Trainingsworkshops, angewandte Forschung, Kontakt und Interaktion mit lokalen Planungsbeteiligten und der Bereich Wissensmanagement und Wissenstransfer werden dabei unter der Federführung der Hochschule Augsburg paritätisch zwischen den beteiligten Hochschulen aufgeteilt.

Die Vorhabenziele wie die Entwicklung verträglicher Siedlungsmuster und Siedlungsdichten, eine ressourcenschonende Wasserver- und -entsorgung, Energiegewinnung auf Basis regenerativer Ressourcen, eine Verbesserung lokaler Bautypologien und -techniken und die Verwendung nachhaltiger und örtlich verfügbarer Materialien werden anhand konkreter Untersuchungsgebiete konzipiert. In Ruanda ist dies die mittelgroße Stadt Muhanga, westlich der Hauptstadt Kigali, die entsprechend dem nationalen Entwicklungsplan neben sechs weiteren Städten des Landes zum Mittelzentrum ausgebaut werden soll, um den Siedlungsdruck auf die Hauptstadt zu mildern.

Derzeit fehlt es an Planungsstrategien für ein nachhaltiges Wachstum dieser Mittelstädte. LIANE ist hier eng mit dem übergreifenden Programm „Clinic for Secondary Cities“ des ruandischen Ministeriums für Infrastruktur (MININFRA) und UN Habitat vernetzt.



Umgriff des Untersuchungsgebietes zwischen
Athi River und Nairobi (Kenia).



Dipl.-Ing. Astrid Weisel

Telefon +49(0)821 5586-2082
astrid.weisel@hs-augsburg.de



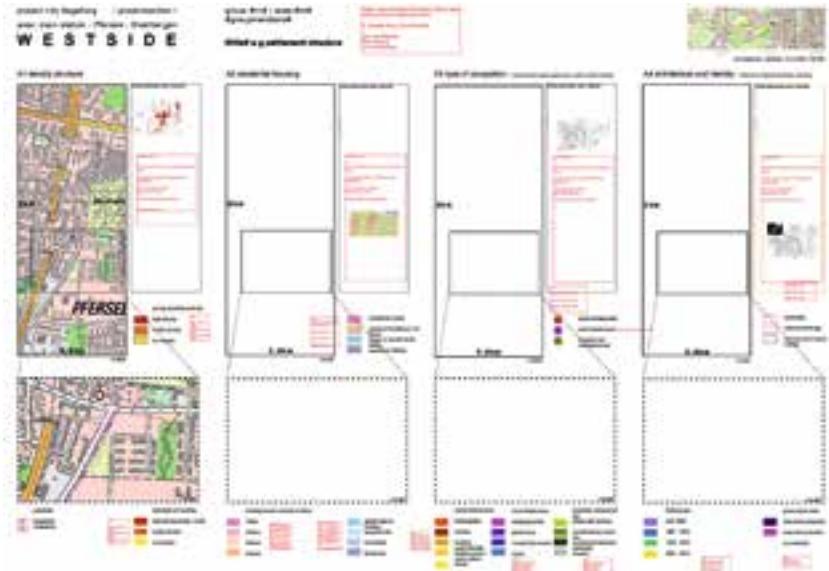
Orstermin im Planungsbüro der Stadt Muhanga (Ruanda), Februar 2014.

In Kenia wird parallel die Entwicklungsregion in Athi River, einer mittelgroßen Stadt in der Peripherie des Ballungsraums um Nairobi, betrachtet. Das Wachstum der mittelgroßen Städte ist in Kenia in Folge einer Reform der Regierungsbezirke von einer wesentlich stärkeren Dezentralisierung geprägt, wodurch eine übergeordnete Siedlungs- und Flächennutzungsplanung zusätzlich erschwert wird.

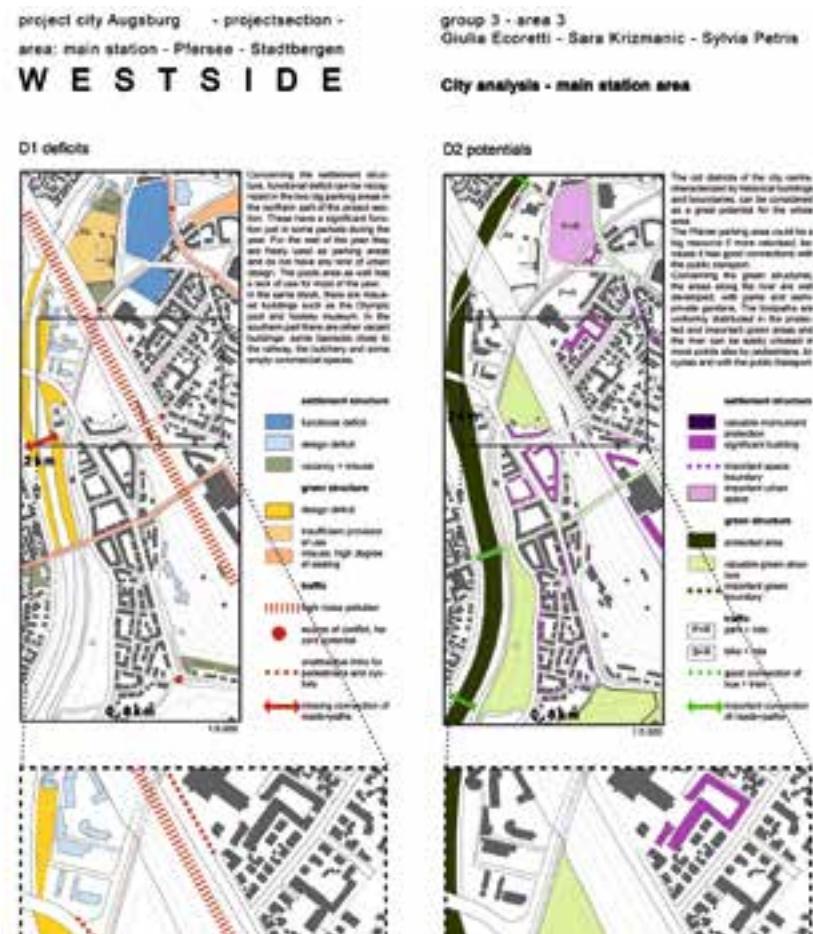
Durch die parallele Bearbeitung von Untersuchungsgebieten in zwei ostafrikanischen Ländern können Planungsstrategien in unterschiedlichen nationalen und regionalen Rahmenprogrammen untersucht und ein Erfahrungsaustausch der Experten gefördert werden. Ziel ist, die Partner durch die Kooperation zu einem Kompetenz-Netzwerk für den weiteren Wissenstransfer zusammenzuführen und dadurch neben der Nord-Süd auch zu sog. Süd-Süd-Kooperationen zu kommen, die für eine nachhaltige Verbesserung der Planungspraxis dringend erforderlich sind. Die Fakultät für Bauingenieurwesen der Stellenbosch University liefert wichtige Beiträge zur Entwicklung von Nachhaltigkeitskriterien und zu Vorgaben für Material und Baukonstruktion in der Bebauungsplanung.

Während der Analysephase in Projektabschnitt 1 wurde die vorgesehene Analysemethode von Masterstudenten der Hochschule Augsburg auf einen Siedlungsbereich zwischen Augsburg-Pfersee und den westlich angrenzen Gemeinden angewendet. Die Ergebnisse und ihre grafische Dokumentation dienen als Grundlage für die Darstellung der in Ostafrika ermittelten Daten. Im weiteren Verlauf des Projekts wird eine Datenbank zum Thema 'Nachhaltige Siedlungsplanung in Afrika' als langfristiger Wissensspeicher für die Verfestigung der Zusammenarbeit in Forschung und Lehre aufgebaut. Die erarbeiteten Ergebnisse und Methoden stehen somit langfristig zur Verfügung. Anschlussprojekte und weiterführende Forschungsarbeiten können darauf zurückgreifen und fließen ihrerseits in die Fortschreibung des Wissensspeichers ein.

LIANE wird vom BMBF als Pilotmaßnahme mit zweijähriger Laufzeit und einer Zuwendung von 250.000 € gefördert.



Schema der Analysemethodik der Untersuchungsgebiete.



Beispiel für die Dokumentation der Siedlungsanalyse am Beispiel der Stadt Augsburg
(Verfasserinnen: Krizmanic/Petris/Ecoretti, Hochschule Augsburg).

e-transform: Begleitung von Transformationsprozessen in der Energieversorgung

Redefinition kooperativer Leitbildkommunikation unter Einbeziehung interaktiver Mediensysteme



Seit September 2013 befasst sich das BMBF-Forschungsprojekt e-transform mit den kommunikativen Aspekten der Energiewende. Damit unterstützt auch die Fakultät für Gestaltung der Hochschule Augsburg den offiziellen Forschungsschwerpunkt „Ressourceneffizienz“. Das Projekt wird als Verbundprojekt zusammen mit der BTU Cottbus-Senftenberg und den Praxispartnern Regionalverband FrankfurtRheinMain und Europäische Metropolregion München durchgeführt.

Prof. Jens Müller

Hochschule Augsburg

Fakultät für Gestaltung

Telefon +49(0)821 5586-3559
jmueller@hs-augsburg.de

Weitere Informationen

www.e-transform.org

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 hier 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.

Zum Gelingen der Energiewende ist deshalb 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 bzw. Energiekonsum praktikabel wird, sondern gleichzeitig 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 ange-

sprochen 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.

Ein besonderes Augenmerk des Projekts richtet sich auf die besonderen 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 FrankfurtRheinMain und der Europäischen Metropolregion München, ein medial basierter Vermittlungsbaukasten einschließlich eines Serious Games entwickelt.

FORSCHUNGSBERICHT „KOMMUNIKATION ERNEUERBARER ENERGIEVERSORGUNG“

Zusammen mit der BTU Cottbus-Senftenberg und den Praxispartnern haben wir im Juli 2014 unseren ersten Arbeitsschritt erfolgreich mit einer wissenschaftlichen Publikation abgeschlossen. Die Autoren stellen darin ihre Forschungsansätze vor.

Claus Kaelber und Peter Schneider untersuchen die Voraussetzungen von Innovationsprozessen. Veränderungsprozesse sind in den seltensten Fällen Selbstläufer. In der Regel wird die Entfaltung neuer Perspektiven und Ideen vor allem deshalb verzögert oder behindert, weil durch eine mögliche Neuausrichtung bestimmter



Faktoren die Demontage von Sicherheits-, Macht- und Einflussinteressen droht. Erfolgreiche Veränderung benötigt Mut und mehr als eine skizzenhafte Momentaufnahme. Nur so kann Vertrauen für das Neue entstehen. Für das Transformationsprojekt „Energiewende“ ist dies eine zentrale Herausforderung.

Christiane Hipp und Eugenia Umerkajew beschreiben Spielregeln und Leitbildentwicklung aus Unternehmensperspektive. Ihr Beitrag stellt eine Zusammenfassung des aktuellen Forschungsstandes dar und beschreibt Fragestellungen und Annahmen, die bei e-transform aus ökonomischer und ethischer Sicht relevant erscheinen. Veränderungen sind notwendig, um die Gesellschaft zu motivieren, sich mit künftigen Herausforderungen auseinanderzusetzen. Dabei spielen Leitbilder eine ganz wesentliche Rolle. Diese beeinflussen die menschliche Wahrnehmung, Kommunikation und schließlich auch das eigene Verhalten und sind damit ein ganz wichtiger Hebel bei der Gestaltung einer nachhaltigen und erfolgreichen Energiewende.

Felix Müsgens und Sebastian Kreuz analysieren den Wandel der Energiewirtschaft. Im Rahmen von e-transform stehen aus energiewirtschaftlicher Perspektive Diskussionen zu den Zielen der Energiewende, der gegenwärtigen Wahrnehmung von Kosten durch Stakeholder und Verteilungseffekte im Zentrum. Beschrieben werden erste Forschungsansätze, wie z.B. die Entwicklung von Leitfaden-Interviews zur Analyse von Stakeholder-Positionen.

Claus Kaelber wirft einen Blick auf die Möglichkeiten, Orientierung und Sensibilisierung im mediatisierten Alltag herzustellen. Medien determinieren mit ihren Inhalten und Formaten mehr denn je unseren Alltag. Mit der Digitalisierung wurde nahezu alles schneller, bequemer und einfacher. Diese noch nicht zu Ende erzählte Erfolgsgeschichte aus technologischer Kreativität

und unternehmerischen Ambitionen hat in wenigen Jahren das private, soziale und berufliche Leben sehr vieler Menschen umgekämpft. Einige jüngere Verschiebungen machen allerdings ein genaueres Hinschauen erforderlich. Denn die Grenzen zwischen Privatheit und Öffentlichkeit, zwischen Konzentration und Zerstreuung, zwischen ökonomischem Kalkül und beiläufiger Inanspruchnahme sind fließend geworden. Die kommunikative Begleitung großer gesellschaftlicher Vorhaben findet deshalb auf schwierigem Gelände statt.

Tillmann Damrau stellt die Grundsatzfrage nach der Funktion und Wirkungsweise von Bildern. Visualisierung ist ein Imperativ unserer Zeit. Bilder sind Wahrnehmungstatsachen. Ihre Unmittelbarkeit, Suggestivität und Evidenz ist gekoppelt an unsere Selbstwahrnehmung. Bilder sind außerdem intermediär codierte, simultan präsente Zeichengefüge, deren kulturelle Kontexte in der Kommunikation, durchaus variabel, jeweils aktuell aufgerufen werden. Diese spezielle Verschränkung der Unmittelbarkeit unserer Wahrnehmung mit Symbolfunktionen zeichnet Bilder aus und begründet ihre besondere Wirksamkeit. Die mediale Öffentlichkeit wird wesentlich bestimmt von Bildern als ikonischen Narrativen, die das Selbstbild unserer Gesellschaft moderieren. Sie prägen Vorbilder und exemplifizieren Leitbilder, die wiederum Lebensformen und soziale Praktiken konturieren. Bilder als epistemische Objekte, in ihrer besonderen Stellung zwischen Wahrnehmung und Imagination, machen Zukunft präsent.

Jens Müller frägt nach der Rolle und den Methoden des Designs im Rahmen von Klimawandel und Energiewende. Für die Bewältigung von Komplexität kommt dem Design als einer in sich interdisziplinären Disziplin eine Schlüsselrolle zu. Das Oxymoron ist Ausdruck einer spannenden Entwicklung von der künstlerischen Praxis zu einer forschungsrelevanten Wissenschaft. Als transdisziplinäre Methode löst sich Design von den Erfahrungen aus Gebrauchsgrafik und Produktgestaltung und koppelt sich von berufsspezifischen Organisationsformen ab. Gegen eine Reduktion von Design zu einer universellen Innovationsdienstleistung wird das Potential von Design in Transformationsprozessen hervorgehoben.

Visioneum Energie+ in Königsbrunn

Ein Forschungs- und Testlabor für nachhaltiges und energieeffizientes Bauen und Wohnen



Das Interesse von Bürgern und Unternehmen an innovativen Energieeffizienz-Anwendungen ist hoch. Gesetze und Verordnungen fordern schon heute effizientere Nutzung von Wärme und Strom; unterstrichen wird dies durch staatliche Förderung. Die Potenziale sind jedoch noch längst nicht ausgeschöpft. Daher ergreifen die Hochschule Augsburg, die Stadt Königsbrunn und die Lechwerke AG zusammen mit Partnern die Initiative, eine Gemeinschafts-Plattform mit Vorbildcharakter zu erschaffen – ein „Visioneum Energie+“.

Johannes Rieger
B.Eng., cand. M.Sc.

Hochschule Augsburg

Fakultät für Architektur
und Bauwesen
E2D Energie Effizienz Design
Telefon +49(0)821 55 86-2081
johannes.rieger@hs-augsburg.de

Das Energie-Plus-Haus soll ein Modell für die Fachöffentlichkeit und die Bevölkerung sein, um den Stand der aktuellen Entwicklungen zu veranschaulichen. Gleichzeitig soll durch ein Monitoring und wissenschaftliche Auswertungen die Leistungsfähigkeit von Komponenten unter Realbedingungen getestet und Erfahrungen für die Anwendung gesammelt werden. Gefördert werden soll damit die engere interdisziplinäre Zusammenarbeit von Architektur, Energieversorgung und Gebäudetechnik. Die Realisierung des Visioneum Energie+ wurde im Juli 2014 beschlossen. Das Modell-Gebäude soll im Herbst 2015 eröffnet werden.

DIE NUTZUNG

Das Gebäude besitzt eine hybride Nutzung. Im Erdgeschoss entstehen öffentlich zugängliche Büro- und

Ladenflächen. Das städtische Büro für die kommunale Energieberatung bildet zusammen mit dem zukünftigen E-Carsharing die zentrale Anlaufstelle für Bürger und Besucher rund um das Thema Energie. Im 1. Obergeschoss entsteht ein großzügig und flexibel gestaltbarer Ausstellungs- und Veranstaltungsbereich, dieser soll dem Wissenstransfer zum Thema Energiewende dienen. Im 2. Obergeschoss des Visioneum Energie+, im sogenannten „Energiedach“, soll ein Appartement das Wohnen in einem modernen Energie-Plus-Haus zeigen.

15 JAHRE ANGEWANDTE FORSCHUNG

Das Gebäude wird über den gesamten Projektzeitraum von 15 Jahren von der Hochschule Augsburg wissenschaftlich begleitet. Im Laufe dieser Zeitspanne soll in Kooperation mit unterschiedlichen Firmen das Gebäude stets mit aktuellen Innovationen ausgestattet werden. Soll heißen, die Partner bauen in regelmäßigen Abständen ihre neuesten Entwicklungen in das Gebäude ein, die Hochschule misst und evaluiert das Verhalten der Technologien und optimiert zusammen mit den Herstellern deren Innovationen. Das Visioneum Energie+ dient als fakultätsübergreifendes Praxislabor der gesamten Hochschule.

INNOVATIONEN IM PRAXISTEST

Im Rahmen des Projektes werden unterschiedliche Technologien, teilweise zum ersten Mal, im Praxistest eingesetzt. Beispielsweise erhält das Haus in Zusammenarbeit mit der Firma Raico aus Pfaffenhausen, als erstes Gebäude in Deutschland eine vollständige Fassade mit Vakuumisolierglas (VIG). Vakuumisolierglas ist ein innovatives Verglasungskonzept, bei dem der Scheibenzwischenraum evakuiert wird. Hierdurch kann der bei herkömmlichen Isolierverglasungen dominierende Gaswärmetransport effizient unterbunden und sehr gute Wärmedämmwerte erreicht werden. VIG erreicht im Zweischeibenaufbau Wärmedämmeigenschaften (U_g -Wert von bis zu $0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$), die selbst von Dreifachisoliergläsern ($0,5-0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$) oder Spezialverglasungen nur schwer erzielt werden. Durch ein deutlich geringeres Gewicht und einen schlankeren Aufbau ermöglicht die Vakuumisolierverglasung Effizienzsteigerungen im Bereich der Rahmenkonstruktionen, der Montagelogistik und der Flächenausnutzung.



Das Visioneum Energie+ auf dem Europaplatz in Königsbrunn.



Wärme- und Kälteversorgung über
Eisspeichersystem mit Wärmepumpe
und Hybridkollektoren



Die Wärme- und Kälteerzeugung für das Gebäude erfolgt durch einen Eisspeicher in Kombination mit einer Sole-/Wasser-Wärmepumpe und Photovoltaik-Hybridkollektoren. Der Eisspeicher befindet sich im Erdreich außerhalb des Gebäudes und ist ein in sich geschlossenes System. Um das Gebäude zu beheizen, entzieht die Wärmepumpe dem mit Wasser gefüllten Speicher Wärme und hebt diese bedarfsspezifisch auf ein höheres Temperaturniveau an. Dabei kühlt sich der Speicher im Laufe der Heizperiode immer weiter ab, bis das Wasser im Speicher zu Eis kristallisiert. Im Phasenwechsel von Wasser zu Eis wird zusätzlich Energie freigesetzt, die 84mal höher ist, als bei der Abkühlung von Wasser um 1°C frei wird. Der Speicher ist so konstruiert, dass nicht der gesamte Inhalt durchfriert. Am Rand des Speichers bildet sich stets eine Pufferschicht aus Wasser, um Rissbildungen in der Betonkonstruktion zu vermeiden. Nach der Heizperiode kann das entstandene Eis in der Übergangs- und Sommerzeit zur passiven Kühlung des Gebäudes genutzt werden. Hierbei kann das Erwärmen des Speichers durch die PV-Hybridkollektoren unterstützt werden. Vor allem in Bereichen mit erhöhtem Grundwasserspiegel bzw. Wasserschutzgebieten bietet der Eisspeicher eine Alternative zu Grundwasser-Wärmepumpen und oberflächennaher Geothermie.

Das Visioneum Energie+ wird zusätzlich mit einer Eigenstromversorgungsanlage inklusive Stromspeichern ausgestattet. Die durch die installierte Photovoltaikanlage erzeugte Energie soll bestenfalls direkt im Gebäude genutzt werden. Um jedoch eine maximale Eigenstromnutzung zu erreichen, wird der generierte Überschuss in Akkus gespeichert. Ergänzend wird das installierte E-Carsharing das Gebäude mit zusätzlichen Ladekapazitäten versorgen. Die beispielhafte Vernetzung des Gebäudes in die vorhandene Energieinfrastruktur der Stadt Königsbrunn stellt einen wesentlichen Faktor für die zukünftige Entwicklung von Gebäude- und Quartierstypologien dar.

KOMMUNIKATIONSPLATTFORM DER HOCHSCHULE

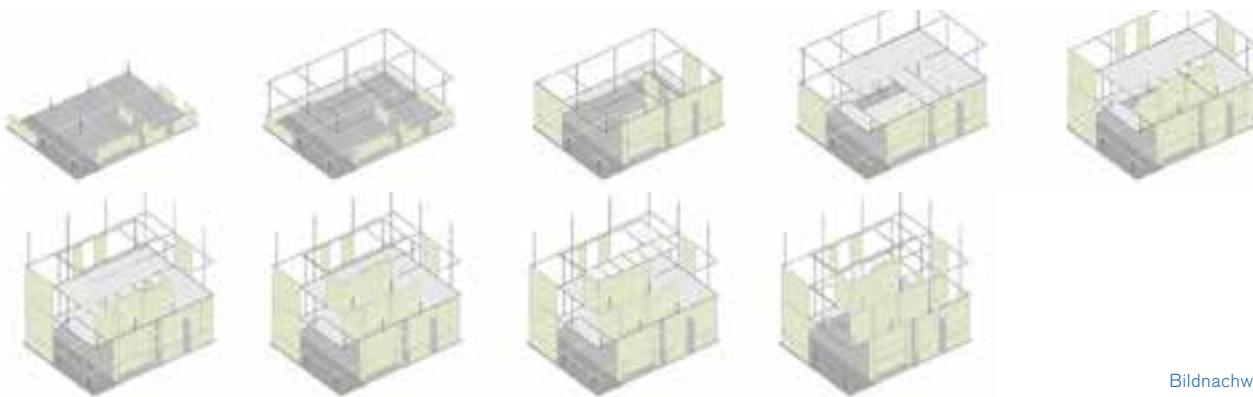
Für die Hochschule Augsburg dient das Visioneum Energie+ als Plattform, um mit der Bevölkerung und der Wirtschaft in Kontakt zu treten. Beispielsweise werden neue Technologien und Forschungserkenntnisse öffentlichkeitswirksam präsentiert. Durch Seminar- und Abschlussarbeiten am Projekt soll das Gebäude fester Bestandteil der Lehre sein. Die Räumlichkeiten bieten Platz für Präsentationen, Ausstellungen, Seminare oder Vorlesungen mit praktischen Anschauungsobjekten.



Prof. Dipl.-Ing.
Georg Sahner

Hochschule Augsburg

Fakultät für Architektur und Bauwesen
E2D Energie Effizienz Design
Telefon +49(0)821 55 86-3116
georg.sahner@hs-augsburg.de



Baukonstruktion auf Zeit – vollständig demontierbare Konstruktion.

Bildnachweise:
Prof. Georg Sahner – G.A.S.
planen-bauen-forschen.

Schräg von oben. Und ohne Fluchtpunkt

Einblicke in die Geschichte axonometrischer Stadtansichten im 20. Jahrhundert



Prof. Michael Stoll

Hochschule Augsburg

Fakultät für Gestaltung

Telefon +49(0)821 5586-3413

michael.stoll@hs-augsburg.de

Fach- und Forschungsgebiete

- Information Design
- News Design
- Infografik
- Datenvisualisierung
- Geschichte der Infografik

Orientierung und Überblick – das sind zwei primäre Ziele, die Kartografen mit Landkarten verfolgen. Dabei übersetzen sie dreidimensionale Landschaften in zweidimensionale Repräsentationen. Skalieren, generalisieren und symbolisieren führen zu Karten, die wir lesen, interpretieren und nutzen können. Zu den frühen topografischen Karten gehören die Felsbilder von Val Camonica. Besonders beeindruckend: Die Gestalter dieser Karten schafften die „Ansicht von oben“, ohne dass sie jemals „von oben“ auf ihre Siedlung herabschauen konnten.

In der Neuzeit entwickelte sich neben der wissenschaftlich orientierten Kartografie die Disziplin der illustrierenden Stadtansichten aus der „Luftperspektive“. „Pictorial Plans“, „Bildkarten“ oder „Bird's Eye Maps“ sind angesiedelt zwischen allgemeinem Stadtplan und spezifischer, identitätsstiftender Stadtkulisse. Sie erfüllen eine zweifache Aufgabe: für ihre Bewohner dienen sie als Bildbeweis ihrer großartigen Stadt und für zukünftige Stadttouristen als visueller Appetizer. Alle zusammen können mit den Augen durch die abgebildete Stadt spazieren gehen, sich gemeinsam auf die Suche nach einer – evtl. längst verschwundenen – Sehenswürdigkeit machen oder sich gegenseitig Erlebnisse erzählen, derer sie sich beim Betrachten konkreter Gebäude, Parks oder Straßenkreuzungen wieder erinnern.

Obwohl ihre Geschichte schon deutlich früher beginnt, so lohnt ein Blick auf die axonometrischen Stadtansichten des 20. Jahrhunderts, den Vorabend großer digitaler Karten- und Satellitenkartendienste, die uns fast jeden Winkel unseres Planeten fotografisch genau präsentieren. Bereits 1930 erschien der bei Geographia Ltd.



1930
Pictorial Plan of London,
Geographia Ltd.



1959 Plan de Paris à vol d'oiseau von G. Peltier für Blondel la Rougerie.



1962 New York von Hermann Bollmann, Bollmann-Bildkarten-Verlag.

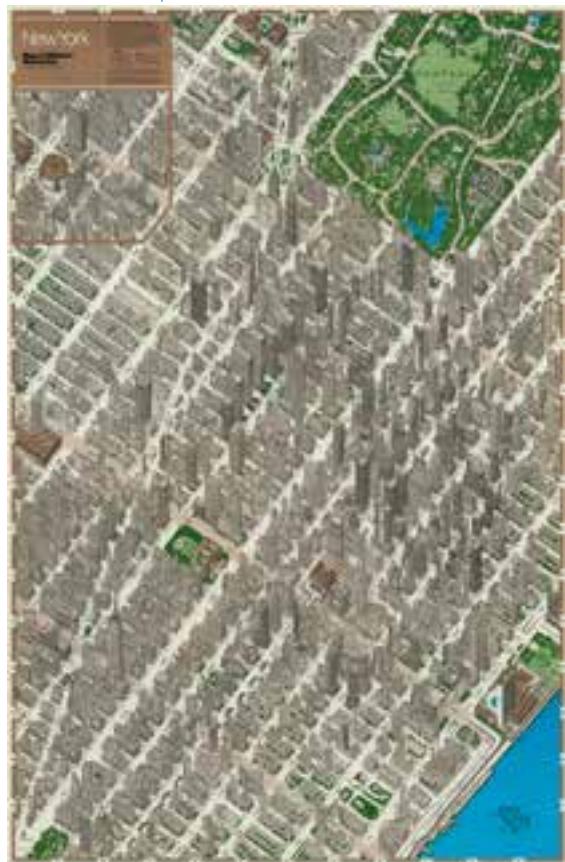
gestaltete und herausgegebene „Pictorial Plan of London“ als detailreicher Stadtführer zu den Sehenswürdigkeiten der Stadt. Zwei Detailpläne fokussieren auf Kinos und Theater. Um 1940 begann der französische Zeichner Georges Peltier im Auftrag des Verlags Blondel la Rougey mit den Arbeiten an einer Stadtansicht von Paris. Doch es dauerte 20 Jahre, bis der „Plan de Paris à vol d'oiseau“ ab 1959 in unzähligen Editionen erscheinen konnte.

Besonders beachtlich und ohnegleichen ist allerdings das Werk von Hermann Bollmann. Als Kriegsheimkehrer dokumentierte er im 1948 erschienen s.g. Trümmerplan seine durch Bombenangriffe zerstörte Heimatstadt Braunschweig. Der erste von über 300 illustrativen Stadtplänen. Nach dem 1962 erschienenen Plan von New York, den er u.a. dank Luftbildfotografie in ca. sechs Monaten vollendete, beauftragte ihn direkt im Anschluss daran der Time-Herausgeber Henry Luce, den offiziellen Souve-

nierplan für die Weltausstellung in New York 1964/65 zu gestalten. Diesen Plan und das Werk Bollmanns wiederum entdeckte ein junger japanischer Besucher der Weltausstellung. Und so kam es, dass Tadashi Ishihara für die Expo 1970 in Osaka einen farblich und gestalterisch ähnlichen Plan entwickelte. Ishihara war es denn auch, der die axonometrischen Stadtansichten in Japan populär machte. Von historischer Bedeutung ist sein 1981 für die Stadt Kobe entstandener Plan. Denn nur 14 Jahre später zerstörte ein Erdbeben Kobe zu großen Teilen.

Doch zurück nach New York. Neben Hermann Bollmann zeichnete auch Constantine Anderson die Stadt. Ab Mitte der 1980er erschienen je aktualisierte Ausgaben dieses Plans, der bis heute wegen seiner wohl organisierten Farbigkeit und klaren Zeichnung als einer der schönsten gilt. Der bislang letzte umfassende axonometrische Stadtplan New Yorks stammt aus dem Jahr 2000 und der Feder

1985 New York Map of Midtown Manhattan von Constantine Anderson.



2000 Midtown Manhattan von Tadashi Ishihara.

Detail: King Kong erklimmt das Empire State Building.



Detail: Portraits vier amerikanischer Präsidenten – eingearbeitet in die Baumkronen des Central Park South.

eines alten Bekannten: Tadashi Ishihara. Auf der Basis ein und derselben Zeichnung publizierte er ihn zweifach: im Querformat handlich gefaltet und als dekoratives Poster im Hochformat. In dieser Größe erkennt man dann auch ein paar Features, die Ishihara im Plan versteckt hat. Da fährt die Titanic den Hudson hinauf, in einigen Bäumen des Central Park verbergen sich die Portraits amerikanischer Präsidenten und ... ist das nicht King Kong, der die Spitze des Empire State Building erklimmt? Er ist es!

Nach dem viel zu frühen Tod Ishiharas arbeitet heute Daisuke Aoyama in seiner Tradition weiter. Zurzeit an einer aktuellen Version des Plans von Kobe. In naher Zukunft steht also Stadtplanern ein direkter anschaulicher Vergleich des Stadtbildes vor und nach dem großen Erdbeben zur Verfügung. In Europa gehören zu den bekanntesten dieses Genres die beiden Londoner Illustratoren Katherine Baxter und Rod Hunt – neben vielen weiteren. Die wohlüberlegte und manuell gestaltete Stadtansicht hält sich also beständig gegen die Flut rein maschinell hergestellter Abbilder. Und das ist tröstlich.

Augmented Reality

Mit der Datenbrille ins Museum



Prof. KP Ludwig John

Hochschule Augsburg

Fakultät für Gestaltung

Telefon +49(0)821 5586-3432

john@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- mobile experience
- usability

Das Verschränken digitaler Inhalte mit Objekten der unmittelbaren physischen Umgebung des Nutzers ist die Grundidee von **Augmented Reality** (AR). In mehreren Workshops in Kooperation mit der Firma **Metaio**, einem der weltweiten Technologieführer in diesem Bereich, hatten wir die Möglichkeit, neue konzeptionelle Ansätze für spezielle Nutzungskontexte zu entwickeln, wie z.B. einen Museumsbesuch. Neben einer robusten technischen Lösung interessierten uns dabei vor allem Fragen der Nutzerführung sowie kontextgerechte Gestaltung von Inhalten als entscheidende Kriterien erfolgreicher AR-Anwendungen.

AR-APP „MOVIN KLEE“

Insgesamt präsentierte die Ausstellung „**Paul Klee – Mythos Fliegen**“, die von November 2013 bis Februar 2014 in Augsburg gezeigt wurde, ca. 80 Kunstwerke. In Zusammenarbeit mit den Kunstsammlungen Augsburg entwickelten wir dafür eine AR-App, die dreizehn Exponate durch Augmented Reality Inhalte ergänzte.

Konzeptionell interessierten uns dabei folgende Fragestellungen: Wie kann die Nutzung des smart phones

im Museum das Ausstellungserlebnis intensivieren, anstatt davon abzulenken? Wie erzielt man in Kombination von digitaler Technik und gezeigtem Exponat einen höheren Aufmerksamkeits- bzw. sogar Lerneffekt?

Inhaltlich war unser Ansatz, die ausgewählten Werke mit zeitgenössischen Mitteln weiter zu denken – etwa vorhandene Sujets in Bewegung zu setzen, eine kurze Geschichte zu entwickeln und so Anregungen zur Interpretation bzw. Neubetrachtung zu geben.

Wichtig war zudem, dass der Bedienaufwand bei der Nutzung der AR-App der inneren Verfassung von Ausstellungsbesuchern entspricht. Erste Versuche zeigten, dass actionsintensive Spielinhalte hier fehl am Platze waren. Vielmehr sollte einfaches Anvisieren des ausgestellten Bildes bereits den AR-Inhalt aktivieren und ohne weitere Interaktion anzeigen. Als sehr erfolgreich erwiesen sich dabei kurze künstlerische Animationen von 20 bis 30 Sekunden Länge.

Während des laufenden Ausstellungsbetriebes bot sich die besondere Möglichkeit, über einen längeren Zeitraum und unter realen Bedingungen Besucher beim Umgang mit der AR-Anwendung zu beobachten und direkt zu befragen.



Abb. 1: Nutzer der AR-App „Movin Klee“.



Abb. 2: AR eines Objektes in der Ausstellung „Paul Klee – Mythos Fliegen“.



Abb. 3: Nutzerin mit AR Datenbrille Vuzix M100.

So konnten Xiaomeng Jiang und Kerstin Vierthaler in wissenschaftlichen Untersuchungen nachweisen, dass die Aufmerksamkeit von Nutzern der App in der Ausstellung signifikant anstieg. Mit AR-Inhalten hinterlegte Ausstellungsobjekte wurden deutlich intensiver wahrgenommen und im Anschluss besser erinnert, als andere Bilder in der Ausstellung. Dieser Effekt zog sich durch alle Alterskohorten, war allerdings in der jugendlichen Nutzergruppe mit einer Verdoppelung des Erinnerungsergebnisses besonders extrem.

Die Anwendung selbst sowie die in diesem Zusammenhang erzielten Forschungsergebnisse wurde auf mehreren Konferenzen öffentlich vorgestellt. So auf dem Internationalen Museumstag in Völklingen (18. Mai 2014), der LocalWebConference in Nürnberg (5. Februar 2014) sowie auf der Konferenz Mensch und Computer (31.8.–3.9.2014) in München.

AR MIT DER DATENBRILLE

Als neue technische Entwicklung werden seit kurzem brillenähnliche, tragbare Computer angeboten, die speziell für die Nutzung von Augmented Reality Anwendungen ausgelegt sind. Ausgestattet mit Computerhardware, Sensoren, Kamera und einem kleinen Bildschirm lassen sich unmittelbar ins Sichtfeld der Nutzer Informationen einblenden bzw. Inhalte aus dem Internet anzeigen. Zudem ist die Technik derart ausgelegt, dass eine Bedienung von Anwendungen weitgehend ohne Zuhilfenahme der Hände möglich wäre. Dies könnte etwa bei Reparaturen oder bestimmten sportlichen Aktivitäten von Nutzen sein.

Aus dieser technischen Konstellation ergeben sich neue Herausforderungen insbesondere für die Gestaltung von Interaktionsablauf und Interface, denen wir in einem Pilotprojekt nachgegangen sind.

Genutzt wurde dabei die Datenbrille M100 der Firma Vuzix. Als Anwendungsfall wurde die Augmentierung

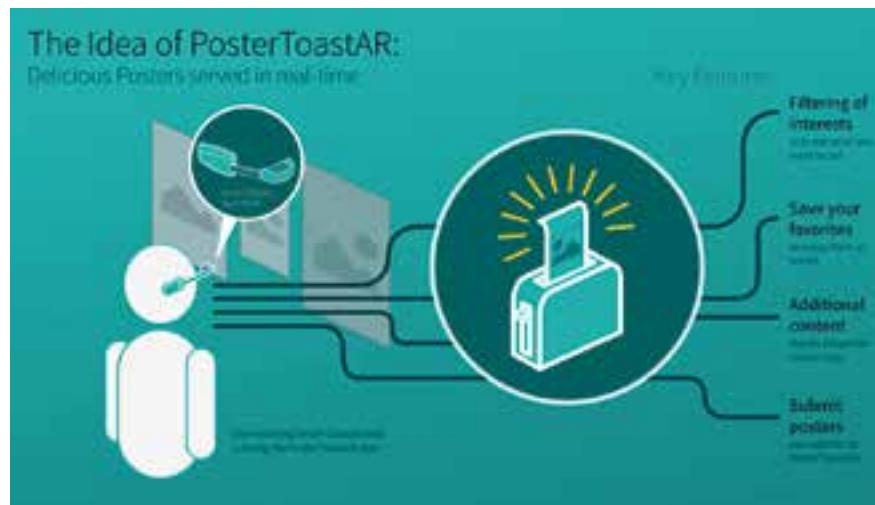


Abb. 4: Funktionsumfang AR App „PosterToastAR“.

von Veranstaltungs-Plakaten in seinen Anforderungen durchdacht und eine App dafür konzipiert, prototypisch entwickelt und mit realen Nutzern getestet.

Als Hauptfunktionen wurden definiert: Das Erkennen von Postern aus der Umgebung je nach Interesse des Brillenträgers, das Verwalten von Interessenslisten sowie das Navigieren der den Postern zugeordneten AR-Inhalte.

Alle Interaktionen sollten dabei möglichst „hands free“ ausgeführt werden können. Anstelle der etablierten Touch-Bedienung traten alternative Eingabemethoden, wie Sprachsteuerung oder Eingabeanweisungen per Kopfbewegung – die dann die Sensorik des Gerätes empfängt und interpretiert.

ERGEBNISSE

Der relativ kleine **Screen** der Datenbrille war in den Tests für die Probanden stets gut wahrnehm- und erkennbar. Eine besondere Herausforderung für das Design der App stellte in diesem Zusammenhang jedoch die geringe Informationsmenge dar, die sich auf dem Screen darstellen lässt und somit auf einen Blick erfassbar ist.

Dies zieht Konsequenzen für die Konzeption der Informationsarchitektur von Apps für Datenbrillen nach sich. Funktionsumfang und Navigationsstruktur sollten auf das für den speziellen Anwendungsfall Notwendigste reduziert werden. Häufiges Scrollen oder Wechsel durch die Menü-Hierarchie erschweren die Nutzung sehr.

Die Navigation über **Sprachbefehle** erwies sich technisch als recht zuverlässig und konnte auch unter Realbedingungen – also mit moderaten Umgebungsgeräuschen – gut gehandhabt werden. Die teilweise langen Reaktionszeiten des Spracherkennungssystems waren lästig, sind wohl aber der Pionierphase der Datenbrillentechnik zuzurechnen und somit als vorübergehend zu betrachten.

Probleme fanden sich eher im psychologischen Bereich. Nutzer erinnerten die zu verwendenden Befehle nicht immer genau, was zu Stockungen im Interaktionsablauf führte. Sinnvoll wäre hier, mehrere den Probanden natürlich anmutende Ausdrucksformen für die gleiche Anweisung parallel zuzulassen. So könnten Anweisungen wie „OK“ oder „Ja“ oder „Auswählen“ gleichberechtigt verwendet werden, um z.B. eine Auswahl zu bestätigen. Auch das laute Sprechen von Anweisungen an die Datenbrille wurde von Probanden bei Tests im öffentlichen Raum nicht immer als angenehm empfunden.

Die Verwendung von Kopf-**Bewegungsgesten** als Eingabemöglichkeit ans System war für alle Testnutzer gewöhnungsbedürftig und musste erst erlernt werden. Eine allgemein etablierte Zuordnung dezidierter Gesten > Befehlsbedeutung muss sich noch herausbilden. Probanden optierten in unseren Befragungen dabei eher für dezente Bewegungen, die in der Öffentlichkeit möglichst wenig Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Aus technischer Sicht sind hingegen klar ausgeführte und gut gegeneinander abzugrenzende Bewegungen wünschenswert, um eine fehlerfreie Erkennung und Zuordnung zu ermöglichen.

Auch ist der Satz an akzeptierten natürlichen Kopfgesten sehr überschaubar. Unserer Eindruck nach kann Kopfgestensteuerung nur für wenige ausgewählte Befehle, wie „Bestätigen/Auswählen“, „Ablehnen/Verwerfen“, „Nächste Seite“ etc. eingesetzt werden und Akzeptanz finden.

FAZIT

Generell muss angeraten werden, die Eingabemöglichkeiten bei Anwendungen für Datenbrillen möglichst **multimodal redundant** anzulegen, d.h. Steuerungen sowohl per Sprache, Geste oder Berühren der Brille mit der Hand parallel und gleichberechtigt vorzusehen.

Die oben beschriebenen konkreten Erfahrungen resümierend lässt sich festhalten: In zeitlich, räumlich und inhaltlich klar definierten Nutzungskontexten, wie z.B. in einem Museum, kann die Nutzung einer Datenbrille für den Besucher durchaus Zugewinn an Erlebensinten-

sität mit sich bringen. Die zu vermittelnden Inhalte des Anbieters werden aufmerksamer wahrgenommen und besser verarbeitet.

Entscheidende Bedeutung bei der Entwicklung dieser Apps kommt dabei der genauen Analyse von Nutzerbedürfnissen und -befinden zu, als Basis für ein in die jeweilige Nutzungssituation eingepasstes Interaktionsdesign.

LINKS

Der gesamte Entwicklungsprozess des Projektes wurde über alle Entstehungsphasen den Prinzipien des User Centered Design folgend durch Usability-Tests begleitet, unterstützt durch das UX-Lab der Fakultät für Gestaltung. Weitere Informationen und weiterführende Links zu den erwähnten Projekten:

www.ux-lab.de

www.mobile-experience.de

Die AR App „Movin Klee“ ist kostenlos verfügbar für iOS und Android. Auch nach Ende der Ausstellung ist sie heute noch nutzbar im Zusammenspiel mit dem dazu gehörigen Katalog sowie ausgewählten Postkarten mit Paul Klee Reproduktionen.

METAIO

www.metaio.de

- Internationaler Museumstag 2014 in Völklingen
<http://www.mai-tagung.lvr.de/de>
- LocalWebConference 2014 in Nürnberg
<http://www.nuernberg-und-so.de/blog/localwebconference-gespraechesgruender>)
- Konferenz Mensch und Computer München
<http://muc2014.mensch-und-computer.de>
- AR-App „Movin Klee“ kostenlos für iOS (App Store) und Android (PlayStore)
- Vuzix M100
http://www.vuzix.com/consumer/products_m100/

Planlos?

Hol dir die wichtigsten
Infos aus deiner Region!

Einfach
2 Wochen
testen



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

Augsburger Allgemeine

Alles was uns bewegt

Adaptive Romberg-Extrapolation und Hyperbolic Smoothing Clustering-Methode für Big Data-Probleme (SAP HANA und Data Mining)

Anwendung von Extrapolations- und Glättungsverfahren auf Big-Data-Probleme



Prof. Dr. Rainer Kelch

Hochschule Augsburg

Fakultät für
Allgemeinwissenschaften
Telefon +49(0)821 5586-3476
rainer.kelch@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

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

Kooperationspartner

Prof. Dr. Adilson Xavier,
UFRJ, Brasilien
adilson@cos.ufrj.br

Forschungsgebiet

Optimierungsverfahren
für Big Data-Probleme

Forschungskooperation

mit Hochschule Augsburg
im Bereich Data Mining/
Optimierungsverfahren

Die Hyperbolic Smoothing Clustering Method (HSCM) wird für Data Mining-Probleme eingesetzt. Gegenüber anderen bekannten Verfahren, wie z.B. K-Means, hat HSCM viele Vorteile. Die bekannte Romberg-Extrapolation bietet generell Vorteile für die Laufzeit numerischer Algorithmen im Vergleich zu den der Extrapolation zugrunde liegenden Verfahren. Durch eine Kombination beider Verfahren können Synergie-Effekte entstehen. Während die HSCM-Algorithmen mit adäquaten Heuristiken untermauert sind, werden beim adaptiven Extrapolationsverfahren mathematisch verifizierte Einschließungsverfahren mit maximal genauer Intervallarithmetik verwendet.

Diese Forschungsarbeit zielt darauf ab, die notwendigen Vorarbeiten für die Realisierung der Kombination und der Portierung auf eine geeignete Plattform durchzuführen. Sowohl die mathematische Bearbeitung und Vereinheitlichung, als auch die Wahl einer geeigneten Plattform, auf der die in Software gegossenen Algorithmen laufen sollen, ist nicht trivial. Beide originären Anwendungsprogramme müssen noch in ein Datenbankumfeld integriert werden. Da ein sehr großes Interesse bei großen Industrieunternehmen an performanter Software für Data-Mining-Probleme besteht, liegt der Fokus auf einer Realisierungsform, die diesem Datenbank-Aspekt Rechnung trägt.

Das vorliegende HSCM-Programm ist sehr performant. Der Autor Adilson Xavier hat die Stärke seines Algorithmus schon bei vielen Konferenzen mit Standard-Testdaten bewiesen und trug dazu als Invited Speaker u.a. bei der IFCS-2011-Konferenz vor.

Das vorliegende adaptive Extrapolationsverfahren liefert zuverlässige Genauigkeiten in minimaler Rechenzeit. Der Autor Rainer Kelch hatte während seiner Forschungszeit an der Technischen Universität Karlsruhe (jetzt KIT) ein optimiertes Verfahren basierend auf der Romberg-Extrapolation entwickelt. Er stellte dieses Verfahren im Rahmen einer Einladung zu einem Vortrag am mathematischen Forschungsinstitut in Oberwolfach der Fachwelt vor.

In den angegebenen Quellen können die Algorithmen für HSCM sowie für die Extrapolation komplett nachgelesen werden. Aus Platzgründen verzichten wir hier auf eine detaillierte Darstellung und greifen für diese Forschungsarbeit relevante Aspekte exemplarisch heraus.

Im Rahmen eines Forschungsaufenthaltes an der Partner-Uni UFRJ, Rio de Janeiro, trug Kelch bei Xavier über seinen Algorithmus vor. Die Idee, sowohl beide Algorithmen zu vereinen, als auch diese auf eine Big Data-relevante Plattform zu portieren, entstand während dieses Aufenthalts und wurde bei weiteren Forschungsaufenthalten beider Wissenschaftler an der jeweiligen Partnerhochschule bereits vertieft.

HSCM

Beim Clustering-Problem (s. Abbildung 1) betrachtet man einen allgemeinen Beobachtungspunkt s_j mit $j = 1, \dots, n$. Seien x_i mit $i = 1, \dots, q$ die Zentroide der Cluster, mit $S_j \in \mathbb{R}^q$. Jede beliebige Menge von Beobachtungspunkten S_j stammt damit aus $X \in \mathbb{R}^{nq}$.

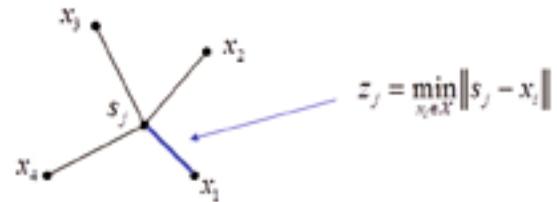


Abb. 1: Allgemeines Clustering-Problem.

Dieses Problem ist stark nicht-differenzierbar. Die Hauptidee des HSCM ist, das Problem zu glätten, um die Nicht-Differenzierbarkeit zu umgehen. Dazu wird das ursprüngliche, nicht-differenzierbare Problem in ein differenzierbares Problem transformiert durch Anwendung einer Glättungsfunktion. Auf diese Funktion kann jetzt eine Grenzwertbetrachtung angewandt werden, bei der sich ergibt, dass die durch die Limes-Betrachtung resultierende Funktion mit dem ursprünglichen Problem übereinstimmt. Abbildung 2 skizziert die Grundidee des HSCM-Algorithmus.

Die in (P6) dargestellte Formel zeigt den Einsatz der Parameter ϵ, γ und τ auf das Clustering-Problem durch Glättung der nicht-differenzierbaren Stellen.

$$(P6) \text{ Minimize } \sum_{j=1}^n f(z_j)$$

$$\text{Subject to: } \sum_{i=1}^q \phi(z_j - \theta(s_j, x_i, \gamma), \tau) \geq \epsilon, \quad j = 1, \dots, m.$$

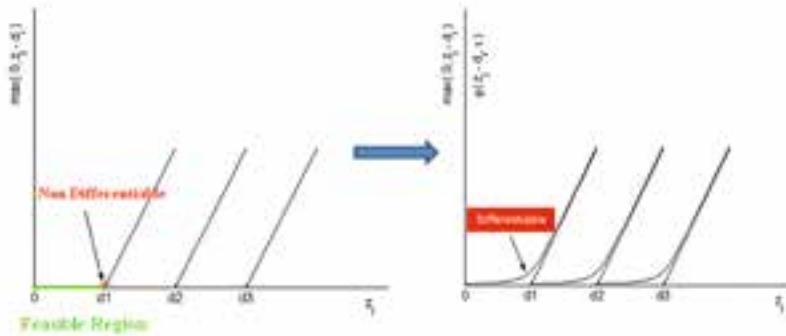


Abb. 2: Transformation des nicht-differenzierbaren (links) in ein differenzierbares Problem (rechts).

Unter Berücksichtigung der KKT-Bedingungen für das Problem (P6) ist es jetzt möglich, die Ungleichungen wie in (P7) dargestellt umzuformulieren. Wenn τ gegen 0 geht, erhalten wir das ursprüngliche Problem.

$$(P7) \text{ Minimiere } \sum_{j=1}^n f(z_j)$$

Subject to: $h(x, z_j) = \sum_{i=1}^m \phi(z_j - \theta(x_i, z_i, \tau), \tau) - x_i \geq 0, \quad j = 1, \dots, m.$

VERIFIZIERTE EXTRAPOLATION

Die folgenden Formeln skizzieren die Grundidee des adaptiven selbst-verifizierenden Romberg-Verfahrens. Die vorerst beliebige Schrittweitenfolge F mit $h_0 := b - a$, $h_i := h_0 / n_i$, $n_i \in N$ wird später durch drei verschiedene optimierte Folgen konkretisiert. Hierzu bestimmt man die zugehörigen Trapezsummen

$$(9) \quad T(h_i) := h_i \cdot \sum_{j=0}^{n_i/N} f(a + j \cdot h_i), \quad i = 0(1)m.$$

Das Romberg-Verfahren entspricht einer Polynom-Extrapolation der Funktion $T(h)$ auf den Wert $h=0$, welche mit Hilfe des Neville-Aitken-Algorithmus durchgeführt wird. Wir erhalten die Rekursionsvorschrift

$$(10) \quad \begin{cases} T_{i0} := T(h_i) & , 0 \leq i \leq m \\ T_{ik} := \frac{(\frac{h_{i+k}}{h_i})^2 T_{i,k-1} - T_{i-1,k-1}}{(\frac{h_{i+k}}{h_i})^2 - 1} & , 1 \leq k \leq i \leq m \end{cases}$$

Der verifizierte Algorithmus mit verifizierter Ergebniseinschließung in vereinfachter Form ist in Abb. 3 abgebildet. Es wird mathematisch garantiert, dass das numerische Ergebnis eine Genauigkeit besitzt, die mindestens so gut ist wie die Vorgabe eps .

1. Eingabe (f, a, b, eps)
2. $i := -1;$
3. repeat $i := i+1$
 $\quad \diamond R_i := -C_i \diamond \diamond(f[a, b])_{2i+2}$
until $d(\diamond R_i) \leq \text{eps}$
4. $\diamond J_i := \# \# (\diamond (\vec{w}_n * \vec{f}_i) \cdot h_0 \diamond \diamond R_i)$
5. Ausgabe ($\diamond J_i, i$)

Abb. 3: Quadratur-Algorithmus mit verifizierter Ergebniseinschließung.

Der Kernbestandteil des adaptiven Algorithmus ist in Abbildung 4 dargestellt. Er ist komplett adaptiv und stellt damit eine Rechenzeit-optimierte Version des in Abbildung 3 dargestellten Algorithmus dar.

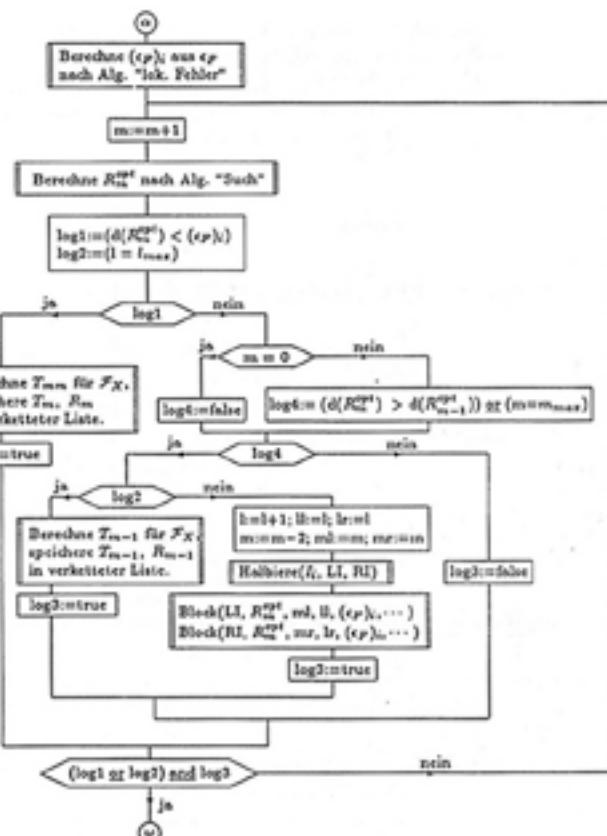


Abb. 4: Adaptiver Extrapolationsalgorithmus.

HSCM UND EXTRAPOLATION FÜR BIG DATA-PROBLEME

Als Big Data-Plattform wurde SAP HANA, die In-Memory-Technologie von SAP, ausgewählt. Sie ermöglicht speziell für aufwändige und zeitkritische Verfahren im Bereich Business Intelligence (BI) eine deutliche Beschleunigung, da die Datenbank im Hauptspeicher abgebildet wird und durch optimierte Zugriffsalgorithmen zusätzlich die Rechenzeiten deutlich beschleunigt werden. In Kombination mit dem HSCM-Algorithmus wird die Rechenzeit um weitere Faktoren reduziert. Es können Probleme gelöst werden, bei denen die Rechen-

zeit für entscheidungsrelevante Probleme in großen Firmen so kurz wird, dass es sich jetzt für das Management lohnt, diese Algorithmen anzuwenden.

Voraussetzung ist die Portierung der in Programmcode gegossenen Algorithmen auf die Ziel-Plattform. Erst dann wird ersichtlich, wieviel des Beschleunigungsfaktors des reinen Algorithmus im Gesamt-BI-System ankommt. Die Voruntersuchungen ergaben, dass aufgrund der Architektur von Business Warehouse-Systemen die Performance-Vorteile der schnelleren Algorithmen bestehen bleiben. Durch die Konvertierung und die Zusammenführung beider Programme für die neue Plattform werden deshalb signifikante Verbesserungen erwartet.

QUELLENVERZEICHNIS

- [1] Xavier, A. E., Gesteira, C. and Xavier, V. L. (2012), “The Continuous Multiple Allocation p-Hub Median Problem Solving by the Hyperbolic Smoothing Approach: Computational Performance”, accepted for publication in Optimization special issue dedicated to EURO XXV 2012, Vilnius, Lithuania, July 8–11, 2012.
- [2] XAVIER, A.E. and XAVIER, V.L. (2011) \Solving the Minimum Sum-of-Squares Clustering Problem by Hyperbolic Smoothing and Partition into Boundary and Gravitational Regions „, Pattern Recognition, Vol 44, pp. 70 – 77.
- [3] IFCS-Konferenz-Programm (International Federation of Classification Societies): siehe <http://www.online.uni-marburg.de/gfkl2011/downloads/gfkl-ifcs-2011-programm-draft-15-03-11.pdf>.
- [4] Kelch, R., Adaptive Procedure for Numerical Quadrature with Automatic Result Verification, March 2013, presentation at UFRJ, Brasil.
- [5] Kelch, R.: Numerical Quadrature by Extrapolation with Automatic Result Verification, in Adams, E., Kulisch, U. (Eds.): Scientific Computing with Automatic Result Verification, p. 143 – 185, Academic Press, New York, 1993.
- [6] Kelch, R.: Numerical Quadrature with Result Verification (Vortrag und Artikel), internationale Wissenschaftliche Tagung (Interval Methods for Numerical Computation) im Mathematischen Forschungsinstitut Oberwolfach, Tagungsband, März 1990.
- [7] Kelch, R.: An Adaptive Procedure for Numerical Quadrature with Automatic Result Verification, Sonderausgabe der IMACS-Zeitschrift Mathematics and Computers in Simulation, 1990.
- [8] Kelch, R., Quadrature, ESPRIT-DIAMOND-Report, Doc No. 03/3-9/1/K1.f, 1988.

Well-Formed Diagramme bei der Geschäftsprozessmodellierung

Design, Struktur und Regeln guter, ordnungsgemäßer Modellierung

Durch die Verfügbarkeit von leicht bedienbaren Modellierungswerkzeugen ist die Akzeptanz des Prinzips „Erst modellieren, dann Programmieren“ (andere Worte für „Erst denken, dann handeln“) in der Welt der Software-Entwicklung angekommen. Die Generierung von Programmcode aus Modellen spielt allerdings nur eine untergeordnete Rolle. Entscheidend war bei dieser Änderung im Arbeitsprozess eher die leichte Verfügbarkeit und intuitive Bedienbarkeit von Modellierungstools sowie die Dank Internet schnelle und leichte Verbreitung bzw. Kommunikation der mit diesen Tools erstellten Diagramme an alle involvierten Projektmitarbeiter. Diese Diagramme dienen dann als Blaupause für die eigentliche Entwicklung.

Es fehlen noch einheitliche und durchgängige Modellierungskonventionen, die teils genereller Natur sein sollten, teils Firmen- und umfeldspezifisch 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. Weiterhin gibt es von Tool zu Tool unterschiedliche Prüfmethodiken. 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 auch der darauf aufbauende Code ähnlich einheit-

lich strukturiert ist. Regeln für well-formed Diagramme, die nach zu definierenden Regeln flexibel gebaut und überprüft werden können, sind zu definieren.

Ziel ist es, formale Prinzipien mit heuristischen Vorgehensweisen so zu kombinieren, dass eine leicht einsetzbare und überprüfbare Handlungsfolge definiert wird. Mit deren Hilfe ist es möglich, effizient well-formed Modelle zu entwerfen sowie bereits existierende Modelle dahingehend zu überprüfen.

STATE-OF-THE-ART

Bei den Tools zur Modellierung von Geschäftsprozess-Diagrammen findet man z. B. im ARIS-Toolset die Möglichkeit, Diagramme nach Regeln zu prüfen, die teils vorgegeben sind, die man aber 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: Etwa bei einem EPK-Diagramm ein Ereignis direkt mit einem Ereignis verbinden oder bei einem BPMN-Diagramm einen Sequenzfluss-Pfeil Pool-übergreifend verwenden.

In [wf-BPMN] wurden bereits Regeln für well-formed BPMN-Diagramme formuliert, von denen wir hier einige aufführen:

- je mindestens ein Start- und ein Ende-Ereignis
- zu jedem Split ein Join



Prof. Dr. Rainer Kelch

Hochschule Augsburg

Fakultät für
Allgemeinwissenschaften
Telefon +49(0)821 5586-3476
rainer.kelch@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

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

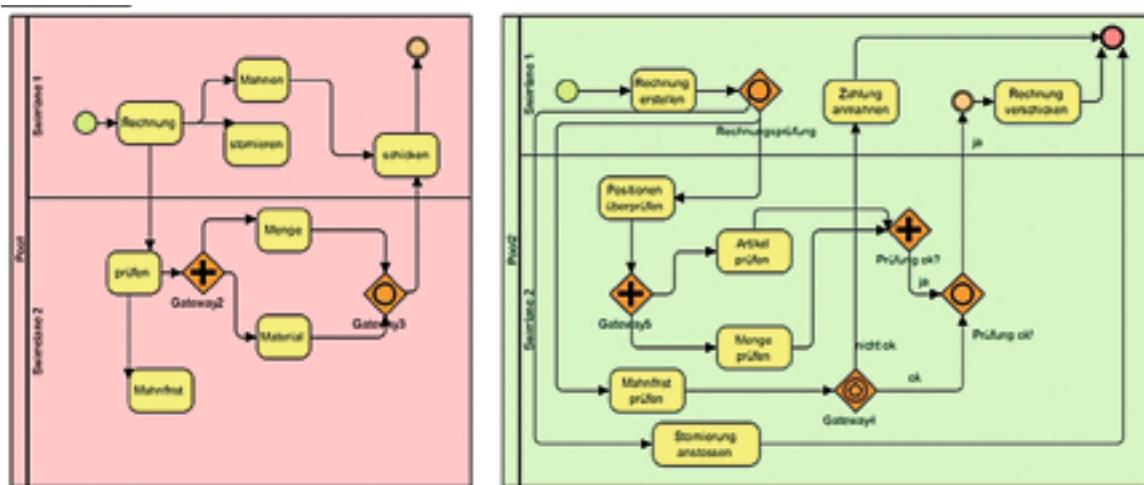


Abb. 1: Beispiel für nicht korrektes (links) und well-formed (rechts) Design.

- Task-Bezeichner in Nomen-Verb-Notation
- Empfang (Erzeugung) eines gegebenen Input-(Output-)Ereignisses von nur einer Task
- alle Input- und Output-Ereignisse auf atomarem Level
- parallele Tasks soweit möglich
- Vermeidung verwaister Tasks

Diese Regeln lassen sich modifizieren und erweitern. Dazu kann man Prüfroutinen schreiben, die mit einem konkreten Tool erstellte Diagramme genau auf diese Regeln überprüfen. Es ist möglich, diese Regeln durch weitere Regeln (Business Rules in erweitertem Sinn) zu erweitern und ein Prüf-Tool zu erstellen, das regelbasiert erweiterbar ist. Mit anderen Worten: Durch ein entsprechendes Design des Prüftools können ohne Programmierung Regeln verändert, ergänzt oder entfernt werden.

Abbildung 1 zeigt links ein nicht perfektes Modell, das rechts zu einem well-formed Modell verbessert wurde. Man erkennt hier auch schnell, dass für eine well-formed Transformation neben der syntaktischen Prüfung die fachlichen Zusammenhänge berücksichtigt werden sollten.

In [wf-Co-Evol] wird der manuelle Anteil an Modellerzeugung und Transformation in Code zumindest durch eine partielle Automatisierung reduziert. Dazu wird eine allgemeine und formale Konstruktionsvorschrift für well-formed Schemata entwickelt, die in der Lage ist, jedes Modell einer gegebenen Modellierungssprache auf eine ausgeführte Meta-Modell-Ebene anzupassen.

In [VisAbstr] werden die Eigenschaften von syntaktisch well-formed, semantisch gültigen und pragmatisch zulässigen visuellen Diagrammen für den Entwicklungsprozess untersucht. Dies führt zu visuellem Software Engineering. So wird typischerweise beim Entwurf eines Stromkreises für ein Eisenbahn-Kontrollsystem zuerst ein elektrisches Schaltungsdiagramm gezeichnet, bevor es in logische Gleichungen transformiert wird. Erst danach wird die Implementierung durch ein Mikroprozessor-gesteuertes System vorgenommen. Diese Vorgehensweise ist zweckdienlich, obwohl die Konstrukteure durchaus in der Lage wären, sofort die logischen Gleichungen zu spezifizieren.

Aktuell besteht das Problem, dass es kein passendes theoretisches Framework zur visuellen Abstraktion, Dokumentation und Pflege von visuellen Diagrammen gibt. Für diesen Ansatz sind also folgende Forderungen zu realisieren:

- Entwurf eines Frameworks zur visuellen Abstraktion
- Entwurf von Software Tools zur Erzeugung verschiedener Abstraktionslevel und dynamischer Visualisierung
- Adäquate Unterstützung des visuellen Entwurfsvorgangs durch diese Tools

Aus diesem Ansatz ist eine Beschreibungssprache entstanden. Es wird dort auf hohem Abstraktionsniveau das Arbeiten mit well-formed Diagrammen formalisiert und bietet daher für den visuellen Entwurfsprozess eine große Hilfestellung.

NEUE ANSÄTZE

Neben der technischen Unterstützung durch Prüftools, deren zugrundeliegende Regeln vom Tool-Nutzern ohne eigene Programmierung verändert werden können, ist es wichtig, Kriterien für die Definition eines idealen Modells sowie des Begriffs well-formed zu identifizieren. Neben formal überprüfbarer Regeln helfen auch Vorgehensheuristiken beim Prozess der Modellerstellung. Es folgen kurz skizziert einige von mehreren Aspekten, auf denen diese Forschungsarbeit aufsetzt:

■ Generelle Konstruktionsweise

Man kann zuerst analysieren, wie eine typische Modellierungsaufgabe methodisch durch Anwendung logischen Denkens sowie Einbringung von fachlichem Fakten- und Methodenwissen gelöst werden kann.

■ Zeitlicher Aspekt und Lernkurve

Welche Notationselemente braucht man auf jeden Fall und auf welche kann man anfangs verzichten? Schaut man sich den Sprachvorrat an, stellt man fest, dass bei allen einfach gestarteten Modellierungssprachen inzwischen viele spezialisierte Elemente hinzugefügt wurden. Für den iterativen Prozess der Modellierung sollte man einfach beginnen. Dazu ist es notwendig, den Sprachvorrat vorerst einzuschränken

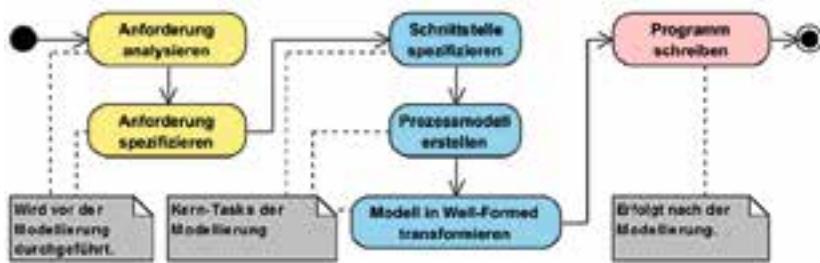


Abb. 2: Vorgehensmodell der well-formed Prozessmodellierung [Kelch]

und zu definieren, welche Notationsformen benötigt werden und auf welche man vorerst verzichten kann. Es gibt auch hier bereits Toolanbieter wie ARIS, die in einer Client-Server-Architektur ermöglichen, dies über Rollen und Profile User-spezifisch einzustellen. Dies wird in der Praxis stark genutzt und erhöht die Akzeptanz der Modellierung für Einsteiger.

■ Essentielle Diagramm-Bestandteile

Mit dem EVA-Prinzip (Eingabe, Verarbeitung, Ausgabe) kann man schon die wichtigsten Informationen für einen Prozessablauf identifizieren: „Was geht rein (Input), was kommt raus (Output) und was macht die Task (Verarbeitung, Beschreibung im Stil „Nomen–Verb“)?“. Zusätzlich stößt man bei der Frage „Wer macht was?“ auf mögliche Parallelisierungskandidaten und kann dadurch Verantwortlichkeiten (→ Swinlanes) identifizieren.

■ Reihenfolge

Was wird in welcher Reihenfolge ausgeführt? Mit diesem Ansatz erhält man relativ schnell eine gute erste Antwort auf serielle Verarbeitungsfolgen.

■ Team-Lösungen

Das Prinzip des Pair-Programming kann auf die Modellierungsaufgaben als Pair-Modelling übertragen werden. Dabei übernimmt ein Modellierer die Aufgabe des kritischen Regelprüfers, während der andere die zu modellierenden Aktivitäten durch Diagrammelemente darstellt und mit Konnektoren dafür sorgt, dass ein korrekter Daten- und Sequenzfluss stattfinden kann.

Wenn man diese Vorgehensweise weiter strukturiert und formalisiert, kommt man auf Zerlegungsmatrizen, bei denen Input- und Output-Größen über Zeilen-/Spalten-Paarungen spezifiziert werden. Im Idealfall kann man die in Abb. 2 illustrierte well-formed Transformation automatisiert bzw. toolunterstützt durchführen.

KOOPERATIONSPARTNER

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

QUELLENVERZEICHNIS

- [Kelch] Kelch, R., Modellierung und Entwicklung von SAP-Dialoganwendungen, SAP-Press, 2. Auflage 2008.
- [wf-BPMN] Well-Formed Business Process Diagrams, <http://www.designdecomposition.com/blog/matrix-guide/well-formed-business-process-diagrams/>.
- [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>.
- [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>.

Interface-Grundlagenforschung und 3D-Werkzeuge zur Untersuchung menschlicher Kommunikation

Grundlegende Studien rund um Fitts' Law und ein studentisches Projekt zum ANVIL-Videotool



Prof. Dr. Michael Kipp

Hochschule Augsburg

Fakultät für Informatik

Telefon +49(0)821 5586-3509

michael.kipp@hs-augsburg.de

www.hs-augsburg.de/~kipp

Forschungsgebiete

- Multimodalität
- Mensch-Maschine-Interaktion
- Natural User Interaction

Bei der rasanten technologischen Entwicklung der „Alltagselektronik“ vom Handy bis zur Spielekonsole, mit neuen Endgeräten und umfangreicher Sensorik, mag es erstaunen, dass die Grundlagenforschung bei den Bedienkonzepten noch große Lücken aufweist. In Zusammenarbeit mit dem Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) untersuchen wir die Gültigkeit und Übertragbarkeit von Fitts' Law auf die aktuelle Multitouch-Technologie. Erste Ergebnisse zeigen eine notwendige Differenzierung des Gesetzes für verschiedene Bewegungsrichtungen und für Kombinationen von Bewegungen. Die mögliche Anwendung unserer Forschung liegt in automatisch adaptiven Schnittstellen, die kontextabhängig (z.B. anhand der Körper- und Armposition des Benutzers) das aktuelle Interface optimieren.

GRUNDLAGENFORSCHUNG ZU MENSCH-COMPUTER-SCHNITTSTELLEN

Es gibt nur wenige theoretische Modelle, mit denen man neue Interaktionstechniken theoretisch analysieren und Vorhersagen über die Performance treffen kann. Es ist vielleicht symptomatisch, dass eines der meist zitierten Gesetze, das sogenannte „Fitts' Law“, aus dem Jahr 1954 stammt. Fitts' Law erlaubt Vorhersagen über die genaue Zeit, die man zur Bedienung eines Interface-Elements benötigt.

Da Fitts' Law schon etwas in die Jahre gekommen ist, steht seine Relevanz für unsere neuesten Technik-Gadgets auf dem Prüfstand. So möchte man vielleicht wissen, wie sich das Gesetz verändert, wenn man hauptsächlich mit dem Daumen interagiert (Smartphone) oder mit beiden Armen einen großen Touch-Tisch bedient. Sind Bewegungen nach links so schnell wie nach rechts? Was sagt Fitts' Law über Rotationen aus?

Warum sollte das überhaupt wichtig sein? Ganz einfach: Einerseits gibt es zeitkritische Interfaces, wo schnelle Bedienung einen Wettbewerbsvorteil bringt, man denke an die Steuerung von Fertigungsmaschinen, wo jeder menschliche Eingriff möglichst schnell gehen muss. Oder man denke an menschliche Dienstleister für Web-Dienste oder Telefon-Hotlines, die möglichst schnell Daten eingeben oder Antworttexte auffinden müssen – oftmals per Drag and Drop. Andererseits ist auch bei weniger zeitkritischen Interfaces die Effizienz

ein wichtiger Faktor, um eine positive „User Experience“ herzustellen und damit den Kunden an die App und im besten Fall auch an die Marke zu binden.

Ein typisches Fitts' Law Experiment sieht wie folgt aus: Ein Anwender sieht zwei Kreise auf einem Bildschirm und zieht den ersten Kreis mit Hilfe der Maus in den zweiten Kreis. Im Hintergrund misst der Rechner die Zeit. Diese Aufgabe wird immer wieder wiederholt, mit unterschiedlichen Positionen und Kreisgrößen.

Unsere Studie, durchgeführt am Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) in Saarbrücken, erweitert dieses Setup um ein Multitouch-Display und eine Rotations-Geste zum Drehen eines Objekts mit zwei Fingern. Die 16 Versuchspersonen haben je 256 Operationen durchgeführt. Bei jeder Operation musste ein Objekt von links nach rechts oder von rechts nach links bewegt werden. Gleichzeitig sollte das Objekt rotiert werden. Uns interessierte einerseits, ob eine bestimmte Bewegungsrichtung (nach links / nach rechts) schneller durchgeführt wird und ob es leichter ist, eine Verschiebung nach rechts mit einer Drehung gegen den Uhrzeigersinn (gleichgerichtet) zu kombinieren, als mit einer Drehung im Uhrzeigersinn (gegengerichtet, s. Abbildung 1).

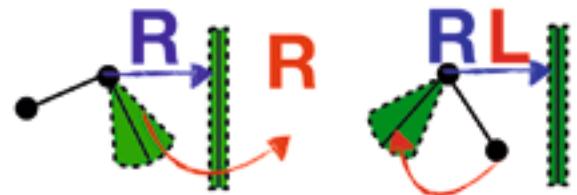


Abb. 1: Links sieht man eine gleichgerichtete Verschiebung (nach rechts) und Drehung (nach rechts). Rechts wird eine gegengerichtete Kombination gezeigt. Die grünen Regionen kennzeichnen die jeweiligen Zielzonen für Verschiebung und Drehung.

Tatsächlich fanden wir signifikante Effekte. Rechtsgerichtete Verschiebungen werden schneller durchgeführt als linksgerichtete. Bei der Drehung bestätigte sich unser Verdacht nur teilweise: Gleichgerichtete Verschiebung und Drehung wird subjektiv als leichter empfunden, aber objektiv lässt sich kein signifikanter Performance-Unterschied zur gegengerichteten Kombination messen.

Die Ergebnisse der Studie konnten auf der wichtigsten internationalen Konferenz im Bereich Mensch-Computer-Interaktion, der ACM CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, in Toronto vorgestellt werden (Nguyen, Kipp, 2014).

Derzeit läuft eine Folgestudie in Saarbrücken, die untersucht, in welchen Regionen auf einem Bildschirm und in welche Richtungen in diesen Regionen sich Operationen wie Verschiebung am schnellsten durchführen lassen. Die Ergebnisse werden uns erlauben, eine „Landkarte“ menschlicher Performanz zu erstellen. Eine solche Karte kann dann Grundlage sein, neue Schnittstellen zu entwickeln, die automatisch Objekte positionieren und Interaktionstechniken kontextadaptiv einstellen, so dass der Benutzer jederzeit eine maximal effiziente Handhabe der Objekte erlebt.

3D-WERKZEUGE ZUR UNTERSUCHUNG MENSCHLICHER KOMMUNIKATION

Was verraten Gesten über unsere Persönlichkeit? Können wir aufgrund der Körperhaltung zweier Gesprächspartner erkennen, ob die beiden sich mögen? Wie verändern sich die Positionen einer Gesprächsrunde, wenn eine neue Person dazu stößt? Fragen wie diese könnten mit modernster Technologie, etwa detaillierten Bewegungsaufzeichnungen (motion capture), untersucht werden. Da es in den inhaltlichen Disziplinen (z.B. Gestenforschung, Sozialpsychologie oder Anthropologie) nicht zu den Kernkompetenzen gehört, Bewegungsaufzeichnungen als 3D-Modell zu visualisieren und automatisiert zu analysieren, sind hier Informatiker gefragt, entsprechende Tools bereitzustellen.

An der Hochschule Augsburg haben wir daher mit einem studentischen Team verschiedene 3D-Visualisierungen für das weit verbreitete ANVIL-Tool konzipiert und implementiert.

Zunächst ein paar Worte zu ANVIL. Das ANVIL-Tool ist ein

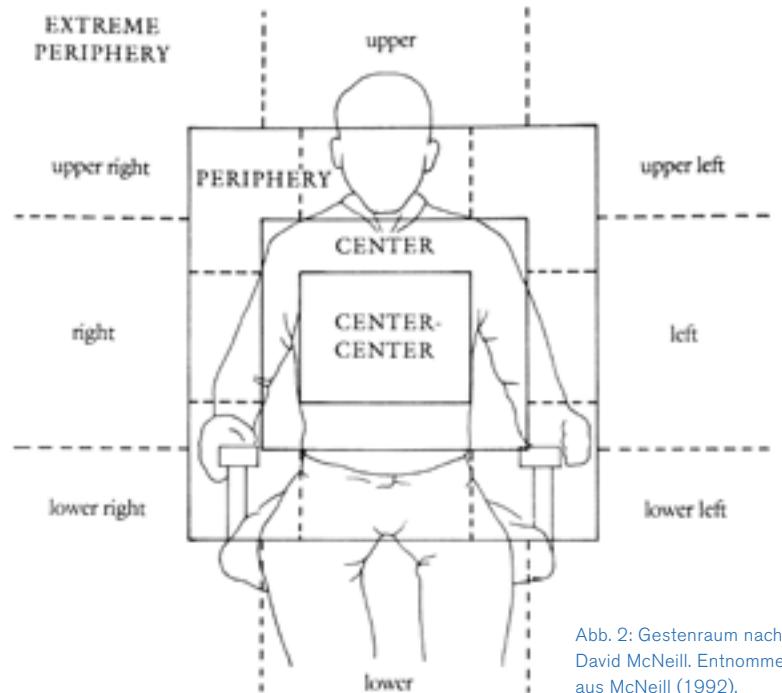


Abb. 2: Gesterraum nach David McNeill. Entnommen aus McNeill (1992).

kostenloses Video-Analysewerkzeug¹, das es erlaubt, Videos systematisch zu annotieren, d.h. mit Informationen zu versehen. Die Annotation geschieht von Hand, wird aber durch eine zuvor festgelegte Systematik (Annotationsschema) und durch entsprechende Interfacemasken unterstützt. Die Annotationen werden auf verschiedene Spuren gesetzt, ähnlich wie in gängigen Videoschnitt-Werkzeugen (iMovie, Premiere, Final Cut). Die Annotationen werden letztendlich verwendet, um Analysen zu rechnen. Auch hier bietet das Tool Unterstützung an (Reliabilitätstests, Assoziationsstatistik, Übergangsdiagramme). Das Tool wird

seit seiner Veröffentlichung 2000 weltweit eingesetzt und wird u.a. in einem Kapitel von „The Oxford Handbook of Corpus Phonology“ vorgestellt (Kipp, 2014).

Um die Forschung im Bereich der Gestenforschung und der Sozialpsychologie zu erleichtern, wurde das Tool 2013 im Rahmen eines Informatik-Projekts unserer Hochschule mit den Studierenden Levin Freiherr von Hollen, Michael Hrstka und Franziska Zamponi um sechs 3D-Visualisierungen erweitert. Die Neuerungen konnten 2014 auf der Language Resources and Evaluation Conference (LREC) in Reykjavík interessierten Forschern vorgestellt werden (Kipp et al., 2014).

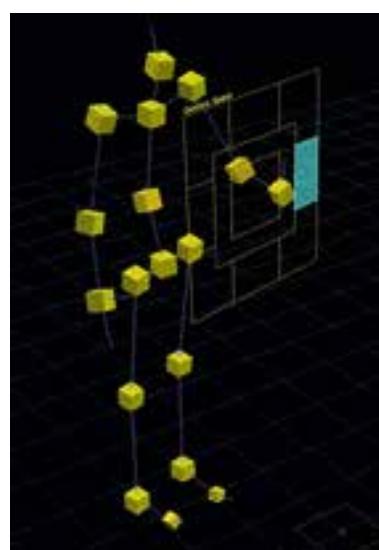


Abb. 3: 3D-Visualisierung des gesture space grid.

¹ www.anvil-software.org

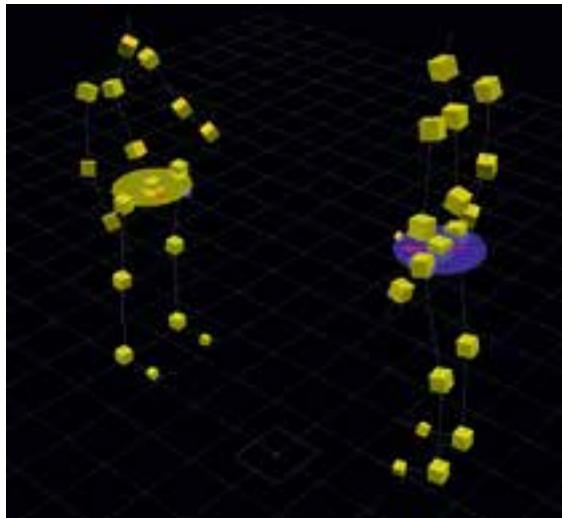


Abb. 4: Visualisierung der relativen Bewegung zweier Gesprächspartner.

Hier seien exemplarisch zwei Visualisierungen erläutert. In der Gestenforschung spielt die räumliche Verortung einer Geste eine wichtige Rolle. Dazu wird häufig der sogenannte gesture space von David McNeill (1992) verwendet (Abb. 2). Unsere 3D-Visualisierung gesture space grid erlaubt es jetzt, den McNeill'schen gesture space an die 3D-Figur zu heften (Abb. 3). Unser gesture space grid bewegt sich stets relativ zum Oberkörper des jeweiligen Sprechers und es wird markiert, in welchem Sektor sich die linke bzw. rechte Hand aktuell befindet.

Unsere zweite Visualisierung erleichtert die Analyse von Mehrpersonen-Interaktionen. Unsere Sicht auf 3D-Räume macht es oft schwer zu erkennen, ob sich eine Person A direkt auf eine Person B zubewegt oder ob A eher ganz knapp an B vorbeisteuert. Unsere Visualisierung relative body movement zeigt daher die Bewegungsrichtung einer Person als Pfeil an der Hüfte (Abbildung 4). Eine Kreisscheibe zeigt mit ihrer Größe die aktuelle Bewegungsgeschwindigkeit an und weist der Person gleichzeitig eine Farbe zu (Blau oder Gelb). Um klar zu sehen, wie sich Person Gelb hinsichtlich Person Blau bewegt, wird eine blaue Kugel auf die Hüftscheibe von Person Gelb positioniert. Diese kleine Kugel fungiert wie ein Radar, wo die Position der anderen Person dargestellt wird. Da diese Kugelmarkierung in direkter Nähe zum eigenen Bewegungspfeil ist, sind relative Bewegungen sehr präzise ablesbar.

Die schrittweise Verbesserung der Analysewerkzeuge erlaubt Wissenschaftlern nicht nur effizientere, sondern auch tiefergehende Analysen unserer Verhaltensweisen anzustellen. Für die Zukunft ist geplant, auf dem Gebiet der automatischen Erkennung und Annotation von Gestik und interpersonalen Relationen weiter zu forschen. Für inhaltliche Forschung, die Fragen nach dem Zusammenhang zwischen Emotion und Gestik beantworten soll (siehe Kipp, Martin, 2009), ist eine Kooperation mit dem LIMSI-Institut in Paris in Planung.

LITERATUR

- Kipp, M., von Hollen, L., Hrstka, M.C., Zamponi, F. (2014) Single-Person and Multi-Party 3D Visualizations for Nonverbal Communication Analysis. In: Proceedings of the Ninth International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC), ELDA, Paris.
- Kipp, M. (2014) ANVIL: The Video Annotation Research Tool. In: Durand, J., Gut, U., Kristoffersen, G. (eds.) Handbook of Corpus Phonology, Oxford University Press, Chapter 21, pp. 420–436.
- Kipp, M., Martin, J.-C. (2009) Gesture and Emotion: Can basic gestural form features discriminate emotions? In: Proceedings of the International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII-09), IEEE Press.
- McNeill, D. (1992). Hand and Mind: What Gestures Reveal about Thoughts, University of Chicago Press.
- 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, 2014.

FORSCHUNGSAKTIVITÄTEN

- Eingeladener Experte beim NSF Avatar & Robotics Signing Creatures Workshop an der Gallaudet University, Washington D.C., November 2013.
- Eingeladener Experte beim EU-ROCKIT-Workshop zu den Themen Multimodal Fusion & Fission, Reykjavík, Mai 2014.
- Externer Gutachter beim PhD-Verfahren von Magdalena Lis (Multimodal representation of entities: A corpus-based investigation of co-speech hand gesture) an der Universität Copenhagen, Juni 2014.
- Jury-Mitglied für den Best-Paper-Award der Fourteenth International Conference on Intelligent Virtual Agents (IVA 2014) in Boston, August 2014.
- Gutachter u.a. für die Netherlands Organisation for Scientific Research (NWO) und den Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (SNF).

Effiziente eingebettete Systeme

ASTERICS – Ein Baukasten für komplexe Computer-Vision-Systeme

Die Arbeitsgruppe „Effiziente Eingebettete Systeme“ befasst sich mit der Effizienz kleiner portabler Rechner. Im Mittelpunkt ihrer aktuellen Arbeiten steht das Bildverarbeitungs-Framework „ASTERICS“ („Augsburg Sophisticated Toolbox for Embedded Real-time Image Crunching Systems“).

Computer Vision – maschinelles Sehen – ist eines der spannendsten und aktuellsten Themengebiete der Bildverarbeitung. Die Anwendungen reichen von der industriellen Bildverarbeitung, in der beispielsweise Werkstoffe in hoher Geschwindigkeit und mit großer Genauigkeit optisch untersucht werden müssen, bis hin zum Einsatz in interaktiven „Augmented-Reality“-Systemen. Mit diesen lassen sich beispielsweise ganz alltägliche Gegenstände erkennen. Viele Anwendungen zeichnet eine hohe Komplexität der Algorithmen aus. Häufig besteht jedoch der Wunsch, Computer Vision in kleinen, mobilen Geräten nutzbar zu machen, die eben keine große Rechenleistung zur Verfügung stellen können.

Das an der Hochschule Augsburg entwickelte ASTERICS-Framework dient dazu, insbesondere in kleinen und stromsparenden Geräten komplexe Bildverarbeitung in Echtzeit durchzuführen. Es besteht aus einer Sammlung unterschiedlicher Module zur Bildverarbeitung, die teils in Software, teils in Hardware-Strukturen realisiert sind. Der modulare Aufbau, die Vielzahl bereits entwickelter Komponenten und die Erweiterbarkeit ermöglichen die Einsetzbarkeit des Frameworks in einer großen Fülle von Anwendungen, was die Möglichkeit zur Kooperationen mit Firmen aus verschiedenen Branchen eröffnet.

In Zusammenarbeit mit dem Augsburger Puppentheatermuseum „Die Kiste“ wurde ein mobiles System

Neben der inhaltlichen Arbeit und den Industriekooperationen ist die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses ein wichtiges Anliegen der Arbeitsgruppe. Matthias Pohl, der sich mit Themen zur FPGA-basierten Objekterkennung befasst, ist einer der ersten Augsburger Absolventen, der zum Jahresanfang 2014 den neu eingeführten „Master of Applied Research“-Studiengang erfolgreich abgeschlossen hat. Auch Markus Bihler absolviert den Forschungsmasterstudiengang. Sein Thema ist die effiziente Linienerkennung (siehe Rubrik MAPR, S. 195).

zur Erkennung natürlicher Objekte entwickelt. Dessen Hauptkomponenten konnten mit dem ASTERICS-Framework und der dafür entwickelten effizienten Hardware-Strukturen in einem einzigen FPGA-Baustein integriert werden – ein Novum im Bereich der mobilen Objekterkennung.

In Kooperation mit dem Fraunhofer Institut für Grafische Datenverarbeitung (IGD) befassen sich andere aktuell laufende Arbeiten mit Verfahren zur echtzeitfähigen Linien- und Konturerkennung. Diese werden notwendig zur Erkennung schwach texturierter Objekte oder zum Beispiel zur Umgebungserfassung für mobile Roboter in Gebäuden. Auch hier werden passende Hardware-Strukturen entworfen und ebenfalls als Bildverarbeitungsmodul durch programmierbare Logik in FPGA-Bausteinen realisiert.

Neben den Aktivitäten zur Bildverarbeitung beschäftigt sich die Arbeitsgruppe auch mit der Forschung und Entwicklung im Bereich konfigurierbarer Rechnerarchitekturen. Der *ParaNut*-Prozessor stellt eine hochskalierbare, parallele Prozessor-Architektur dar, welche für verschiedenartige Problemstellungen konfiguriert werden kann. Diese konnte in diesem Jahr erstmals in realer Hardware implementiert und in Betrieb genommen werden. Tests mit gängigen CPU-Benchmarks zeigten überraschend gute Ergebnisse, sodass das Ziel in Form einer effizienten, flexiblen und offenen CPU-Architektur nun wieder ein Stück näher gerückt ist.

MOBILES OBJEKTERKENNUNGS-SYSTEM

Die Erkennung natürlicher Objekte stellt eine anspruchsvolle Aufgabe dar, welche im Allgemeinen rechenstarke Hardware erfordert. Für das Augsburger Puppentheatermuseum „Die Kiste“ wurde ein mobiles

Verstärkt wurde das Team durch Victor Lomas, Doktorand an der Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), der sich während eines Forschungsaufenthaltes an der Hochschule Augsburg mit der FPGA-beschleunigter Form-Erkennung auf der Grundlage Neuronaler Netze befasst hatte (siehe Rubrik Promotionen, S. 188 f.). Darüber hinaus sind zahlreiche studentische Bachelor-, Master- und Projektarbeiten in die hier beschriebenen Ergebnisse eingeflossen, die häufig in Kooperation mit den beteiligten Partnerunternehmen durchgeführt wurden.



Prof. Dr. Gundolf Kiefer

Hochschule Augsburg

Fakultät für Informatik
Telefon +49(0)821 5586-3329
gundolf.kiefer@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

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

Kompetenzfelder der Arbeitsgruppe „Effiziente eingebettete Systeme“

- FPGA-Entwicklung
- Effiziente Software für Mikrocontroller
- Bildverarbeitung, insbesondere maschinelles Sehen (Computer Vision) und optisches Tracking

Möglichkeit zur...

- ... Durchführung von „Master of Applied Research“-Projekten
- ... Betreuung von kooperativen Promotionen
- ... Betreuung von Abschlussarbeiten (Master, Bachelor)



Markus Bihler, B.Eng.

markus.bihler@hs-augsburg.de



Abb. 1: Matching der Deskriptoren des Live-Bildes mit den Deskriptoren aus der Datenbank zu einem Ausstellungsstück des Museums.

System zur Erkennung von Ausstellungsstücken erstellt, dessen Herausforderung darin bestand, rechenaufwändige Bildverarbeitungsalgorithmen auf einer stromsparenden (ca. 3 Watt) mobilen Rechenplattform mit relativ geringen Rechen- und Speicherressourcen zu implementieren. Gleichzeitig sollte dabei eine möglichst hohe Leistung erzielt werden (ca. 30 Bilder pro Sekunde).

Der Vorgang der Objekterkennung wird üblicherweise in drei Phasen unterteilt. Die erste Phase stellt die Detektorphase dar, wobei das Bild nach markanten Bildpunkten durchsucht wird. Starke horizontale, vertikale, und/oder diagonale Grauwertänderungen in einem bestimmten Bereich um einen Bildpunkt herum lassen diesen als markant gelten. Die so gefundenen Punkte werden in der darauf folgenden Phase jeweils durch die Berechnung eines so genannten Deskriptors (eine Art „digitaler Fingerabdruck“) möglichst eindeutig beschrieben. In der abschließenden Matching-Phase wird versucht, die Deskriptoren des Live-Kamerabildes in einer Datenbank, die bereits bekannte Deskriptoren enthält, wiederzufinden (vgl. Abb. 1). Hierzu muss dem System eine Objekt-Datenbank zur Verfügung stehen, die bereits vorab erstellt wurde und die angelernten Objekte mitsamt der zugehörigen Deskriptoren enthält.



Abb. 2:
Einsatz des Demonstrators im Museum der „Puppenkiste“.

Im Verlauf der Arbeit gelang es, alle drei Phasen auf einem einzigen programmierbaren Logikchip (FPGA) zu implementieren. Dabei konnten die nötigen Bildverarbeitungsschritte, im Wesentlichen die Detektor- und Deskriptor-Phase, durch die Entwicklung eines anwendungsspezifischen Hardwaremoduls zur Echtzeit-Bildverarbeitung signifikant beschleunigt werden. Dieses setzt einen Streaming-basierten Ansatz konsequent in Hardware-Strukturen um und ermöglicht auch eine nahtlose Integration von in Software implementierten Algorithmen. Die Arbeit konnte auf der renommierten „IEEE International Conference on Field Programmable Logic and Applications“ in München vorgestellt werden.

Die Hardware-Struktur des Bildverarbeitungs-Frameworks wurde abschließend in einem mobilen, stromsparenden Objekterkennungssystem integriert. Während für die auszuführende Software bisher übliche Evaluations-Boards mit ARM-Prozessoren eingesetzt wurden, konnte nun auf eine solche Plattform verzichtet werden. Alle nötigen Komponenten des eingebetteten Systems wurden in einem einzigen FPGA-Baustein vereint, so dass schließlich als Systemkomponenten lediglich der Kamera-Sensor, ein FPGA-Baustein und ein Display zur Visualisierung eingesetzt werden. Die vorab angelernten Ausstellungsstücke werden vom System erkannt und der Name des jeweils erkannten Objekts wird im Ausgabebild angezeigt.

Abbildung 2 zeigt den mobilen Demonstrator in Betrieb, der in Zusammenarbeit mit dem Augsburger Puppentheatermuseum „Die Kiste“ entwickelt wurde. Vorab angelernte Ausstellungsstücke werden dabei zunächst vom System erkannt und der Name des jeweils erkannten Objekts im Ausgabebild angezeigt.

Die Weiterentwicklung des Demonstrators zu einem interaktiven Museumsführer ist in zukünftigen Arbeiten denkbar.

ECHTZEIT-BILDVERARBEITUNG ZUR LINIEN- UND OBJEKTERKENNUNG IM FPGA

Das vorgehend beschriebene Objekterkennungssystem basiert auf der Erkennung von Punkt-Merkmalen, wofür die Objekte jedoch eine gewisse Oberflächenstrukturierung aufweisen müssen. Um aber auch weniger strukturierte Objekte, wie zum Beispiel einfarbige Möbel oder auch Verkehrsschilder, durch Methoden der Computer Vision zu erkennen, sind andere Verfahren wesentlich besser geeignet. Ein möglicher Ansatz ist dabei die Erkennung von Linien im Bild, welche als Teil des Umrisses oder der schwachen Strukturierung ein spezifisches Objekt beschreiben. In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung (IGD) wurde ein effizientes Hardware-Modul zur schnellen Linienerkennung mit Hilfe der Hough-Transformation entwickelt, welches die oben genannten Eigenschaften aufweist und die Grundlage für weitere Forschungsarbeiten darstellt (siehe Beitrag von Markus Bihler, S. 195).

REALISIERUNG DES PARANUT-PROZESSORS IM FPGA

Schon seit einigen Jahren sind Mehrkern-Prozessoren in Standardrechnern verbreitet und auch im Embedded-Bereich werden sie verstärkt eingesetzt – so zum Beispiel in aktuellen Smartphones. Der *ParaNut*-Prozessor ist eine skalierbare Multicore-Prozessor-Architektur, die von Prof. Dr. Gundolf Kiefer an der Hochschule Augsburg entwickelt und nun im Rahmen einer Abschlussarbeit im Masterstudiengang Informatik von Michael Seider in einem FPGA-Baustein realisiert wurde.

Der *ParaNut*-Prozessor soll den Bedarf bei den so genannten Soft-Core-Prozessoren decken, die durch Parametrisierung an die jeweiligen Anforderungen und Voraussetzungen (z. B. klein oder schnell) angepasst werden können. Die besondere Idee beim *ParaNut*-Prozessor ist die Möglichkeit, sehr viele Prozessor-Kerne in verschiedenen Ausbaustufen realisieren zu können, um das Prozessorsystem ganz den Anforderungen entsprechend zu konfigurieren. Eine funktionierende, ebenfalls

quelloffene Betriebsumgebung (GCC-Toolkette, peripherie IP-Cores) ist bereits vorhanden und ermöglicht den direkten Einsatz in der Praxis. Durch die beabsichtigte Open-Source-Veröffentlichung des *ParaNut*-Prozessors kann dieser sowohl in der Lehre eingesetzt werden als auch die Basis für Kooperationen mit der Industrie darstellen.

In diesem Jahr wurde der *ParaNut*-Prozessor nun erstmals auf einem FPGA-Baustein in Hardware implementiert. Hierzu wurde er in das „Open RISC Reference Platform System-On-Chip“ (ORPSoC) der OpenCores-Community (<http://opencores.org/>) integriert und anschließend hinsichtlich Performanz sowie Ressourcenverbrauch auf dem eingesetzten FPGA-Baustein evaluiert. Mit den geläufigen Benchmark-Programmen „*Dhrystone*“ und „*CoreMark*“ zeigte sich eine sehr gute Performanz: Zwar ist der schon länger existierende Prozessor „*OpenRISC*“ etwa um den Faktor 1,5 schneller als ein einzelner *ParaNut*-Kern. Jedoch konnten in dem verwendeten FPGA aufgrund dessen Skalierbarkeit problemlos 8 *ParaNut*-Kerne realisiert werden, während der *OpenRISC*-Prozessor nicht mehrkernfähig ist und als einzelner Kern bereits eine erhebliche Chipfläche benötigt. Insgesamt konnte das *ParaNut*-System eine um den Faktor 4,75 höhere Rechenleistung erzielen als das *OpenRISC*-System.

Abb. 3: Michael Seider testet den *ParaNut*-Prozessor mit acht Kernen.





Michael Seider, M.Sc.

michael.seider@hs-augsburg.de



Michael Schäferling, M.Sc.

michael.schaeferling@
hs-augsburg.de

Auf Grundlage dieser Implementierung können nun weitere (Abschluss-)Arbeiten erfolgen, die die Funktionalität des *ParaNut*-Prozessors erweitern, z. B. um eine Memory Management Unit (MMU) zur Unterstützung von Linux als Betriebssystem.

FAZIT UND AUSBLICK

Die Arbeitsgruppe widmete sich der Herausforderung, das Leistungspotential eingebetteter Systeme tatsächlich auszuschöpfen. Bei der Bildverarbeitung war es durch die Optimierung von Algorithmen und die Implementierung entsprechender Hardware-Strukturen in FPGA-Bausteinen möglich, selbst aufwändige Algorithmen der Computer Vision in stromsparenden autonomen Systemen echtzeitfähig zu realisieren. Die Ergebnisse konnten durch Demonstratoren veranschaulicht und wieder auf nationaler und internationaler Ebene interessiertem Publikum vorgestellt werden. Geplant ist, das ASTERICS-Framework zu erweitern, das Bedienungskonzept zu optimieren und verschiedene Plattformen zu unterstützen. Ebenso wird weiterhin die Entwicklung des *ParaNut*-Prozessors verfolgt mit dem Ziel, eine quelloffene, flexible und leistungsstarke Rechnerarchitektur für die Forschung und Lehre zu etablieren. In allen Bereichen ist die Arbeitsgruppe bestrebt, die Kooperationen mit der Industrie weiter auszubauen.

KOOPERATIONSPARTNER

- Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung (IGD), Rostock
- FORTECH Software GmbH, Rostock
- Mixed Mode GmbH, Gräfelfing/München
- Opdi-Tex GmbH, Eresing
- Augsburger Puppentheatermuseum „Die Kiste“

PUBLIKATIONEN

- [1] Matthias Pohl, Michael Schäferling, Gundolf Kiefer: „An Efficient FPGA-based Hardware Framework for Natural Feature Detection and Related Computer Vision Tasks“, IEEE International Conference on Field Programmable Logic and Applications (FPL) 2014, München, 2.–4. Sept. 2014.
- [2] Matthias Pohl, Michael Schäferling, Gundolf Kiefer, Plamen Petrow, Egmont Woitzel and Frank Papenfuß: „Leveraging polynomial approximation for non-linear image transformations in real time“, Computers & Electrical Engineering, Volume 40, Issue 4, ISSN 0045-7906, <http://dx.doi.org/10.1016/j.compeleceng.2013.12.011>, Mai 2014, S. 1146–1157.
- [3] Ulrich Hornung, Matthias Pohl, Michael Schäferling, Michael Seider und Gundolf Kiefer: „Bildverarbeitung mit eingebetteten Systemen“, embedded projects Journal, Ausgabe 16, Feb. 2013, S. 10–12.
- [4] Markus Bihler, Gundolf Kiefer: „Implementation of an Edge Detector Using a Framework for Image Processing Tasks on FPGAs“, Applied Research Conference (ARC) 2014, Ingolstadt, 5. Juli 2014, S. 505–511.

Mensch-Technik-Interaktion im Demografischen Wandel

ASYST – Adaptives Informationssystem zur Unterstützung von Selbstständigkeit, Teilhabe, Empowerment, Mobilität

Menschen arbeiten und leben zunehmend mit technischen Geräten. Mobilität und Vernetzung spielen eine wichtige Rolle im beruflichen und privaten Alltag. Mit Mensch-Technik-Interaktion (MTI) will man den Herausforderungen des Demografischen Wandels und der immer technischer werdenden Welt begegnen. MTI ist ein interdisziplinärer Forschungs- und Handlungsansatz für soziale und technische Innovationen, welche bspw. die Lebensqualität und gesellschaftliches Teilhabe älterer Menschen verbessern und allen Generationen im demografischen Wandel zugutekommen.

Welche Bedeutung das Thema hat, zeigt die Ausschreibung „InnovaKomm“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung, welche auf der Basis etablierter Schlüsseltechnologien die Entwicklung neuer bedarfsgerechter Lösungen, in denen menschliches Denken, Fühlen, Kommunizieren und Verhalten berücksichtigt wird, fördert. Mensch-Technik-Interaktion ist ein Zukunftsfeld, dem auch der Wirtschaftsraum Augsburg begegnet. Auf Initiative der Regio Augsburg Wirtschaft GmbH haben sich Akteure aus Wissenschaft und Wirtschaft, aus den Bereichen Gesundheit, Informations- und Kommunikationstechnologie, Prozesstechnologie, Integration, Energie und Verkehr zusammengeschlossen, um gemeinsam einen Projektantrag zum Thema Mensch-Technik-Interaktion im Demografischen Wandel zu stellen. Dem Akteurskreis gehören Vertreter u.a. von Siemens, KUKA, Fujitsu Technology Solutions, der Universität und der Hochschule Augsburg,



Prof. Christian Märtin, sowie verschiedene Sozialträger wie der Arbeitsamtsratbund an.

Gemeinsam hat das Konsortium die Projektskizze „ASYST – Adaptives Informationssystem zur Unterstützung von Selbstständigkeit, Teilhabe, Empowerment, Mobilität“ erarbeitet und erfolgreich als eines der 20 ausgewählten (von 121), eingereicht. Mit dem Ziel, ein innovatives Informations- und Assistenzsystems zu entwickeln, mit dem Bürger in A³ einfach und nut-

zerfreundlich Zugang zu Nachbarschaftshilfe, unterstützenden Dienstleistungen und Mobilität vor Ort erhalten können, darf das Konsortium nun ein Handlungskonzept zur konkreten Umsetzung der Idee erarbeiten. Mit dem Projekt „ASYST“ soll in der Region Augsburg ein akteursübergreifendes, an den individuellen Bedürfnissen der Menschen in der Region orientiertes und auf den technologischen Möglichkeiten eines adaptiven Informationssystems basierendes Projekt implementiert werden. Sind die Partner aus Wissenschaft und Wirtschaft auch bei der Entwicklung des Handlungskonzepts erfolgreich, dann folgt ein über max. fünf Jahre laufendes und mit bis zu 5 Mio. € gefördertes Projekt, welches Dank der hervorragenden Vernetzung und Erfahrungen in der Zusammenarbeit der Regio Augsburg Wirtschaft GmbH mit der Hochschule Augsburg, der Universität Augsburg und den Unternehmen in A³ so schnell und unkompliziert angestoßen werden konnte.



Prof. Dr.-Ing. Christian Märtin

Hochschule Augsburg

Fakultät für Informatik
Telefon +49(0)821 5586-3454
christian.maertin@hs-augsburg.de

Fachgebiete

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

Forschung



Träger

Kommunen



LANDKREIS
AICHACH-FRIEDBERG



Unternehmen



Dark Silicon

Werden Mikroprozessoren bald nicht mehr schneller?



Prof. Dr.-Ing. Christian Märtin

Hochschule Augsburg

Fakultät für Informatik

Telefon +49(0)821 5586-3454
christian.maertin@hs-augsburg.de

Fachgebiete

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

Mobile Endgeräte wie Smartphones und Tablets, intelligente Assistenzsysteme im Auto und im Haushalt, Industrie 4.0 und Internet der Dinge: Die Dynamik in all diesen Anwendungsfeldern wäre ohne die rapide Weiterentwicklung der Mikroelektronik zu immer energieeffizienteren und leistungsfähigeren Chips nicht vorstellbar. Geht der Evolution der Mikroprozessoren bald die Luft aus?

Die hohe Rechenleistung wird einerseits möglich durch das Mooresche Gesetz, das postuliert, dass sich die Zahl der Transistoren auf einer gegebenen Fläche etwa alle zwei Jahre verdoppelt. Andererseits führt der Übergang zu Multicore- und Manycore-Rechnerarchitekturen, bei denen sich mehrere parallel arbeitende Prozessorkerne die Chipfläche teilen, dazu, dass viele Aufgaben gleichzeitig und damit schneller erledigt werden können als bei Single-Core-Architekturen. Durch diesen scheinbaren Automatismus konnte man noch bis vor Kurzem davon ausgehen, dass sich die Zahl der Cores und damit die Rechengeschwindigkeit für geeignete parallelisierbare Aufgaben auf einem Chip etwa alle zwei Jahre verdopeln würde. Doch diese Entwicklung geht derzeit ihrem Ende entgegen. Bald werden große Teile von Multicore-Prozessoren während des Betriebs abgeschaltet bleiben (Dark Silicon – Dunkles Silizium) oder auf einen Bruchteil der maximal möglichen Taktfrequenz gebremst werden (Dim Silicon – gedimmtes Silizium), damit der Chip mit seinem verfügbaren Energiebudget auskommen kann. Die Gründe dafür, die aktuellen Trends und mögliche Auswege aus dieser misslichen Situation, auf die die Evolution der Mikroprozessoren gerade zusteuert, wurden umfassend in einem Beitrag für die Embedded World Conference 2014 untersucht [Märtin 2014a], von dem jetzt auch eine aktualisierte Kurzfassung als Download zur Verfügung steht [Märtin 2014b].

Die Energieeffizienz bei dem Skalierungsprozess der Mikroprozessorentwicklung, der für die Schrumpfung der Strukturen sorgt, lässt sich heute kaum noch verbessern, da wegen der immer kleineren Strukturen die Verlustleistung der CMOS-Schaltungen steigt und die Versorgungsspannung nicht mehr wesentlich unter die heute üblichen 1,0 V gesenkt werden kann. Zudem lassen sich softwaretechnisch viele Anwendungsprobleme nicht beliebig feinkörnig aufteilen, um damit von der

weiter zunehmenden Zahl verfügbarer Prozessorkerne zu profitieren. Und letztlich stößt auch das Mooresche Gesetz bei den heute üblichen CMOS-Herstellungsprozessen, für die noch sehr lange keine Ersatztechnologien einsatzreif sein werden, an seine Grenzen. Der Grund dafür ist die Miniaturisierung auf Strukturgrößen in der Abmessung weniger Atomkerne, die in etwa acht Jahren erreicht sein wird. Einziger Ausweg daraus scheinen radikal veränderte Rechnerarchitekturen zu sein, die sich an die dynamisch veränderliche Struktur der Anwendungsprobleme anpassen und zu heterogenen Chip-Architekturen führen werden [Taylor 2013]. Derzeit werden analytische Modelle und Software-Simulationen für solche alternativen Architekturen entwickelt.

Durch die Schrumpfung der Kantenlänge der Transistoren von Generation zu Generation auf 70 Prozent und damit der Verringerung ihrer jeweiligen Fläche auf die Hälfte, erhöhte sich zwischen 1974 und 2004 die Taktfrequenz alle zwei Jahre um etwa 40 Prozent. Dabei blieb die vom Chip benötigte elektrische Leistung konstant. Dieses vorteilhafte Skalierungsverhalten wird als Dennard-Scaling bezeichnet und bescherte den Mikroprozessoren alle 10 Jahre eine Geschwindigkeitssteigerung um den Faktor 30 [Borkar 2011]. Bei dem seit 2005 üblichen Post-Dennard-Scaling hingegen schrumpfen zwar die Abmessungen der Transistoren weiter, die Rechenleistung des Gesamchips wächst jedoch bei gleichbleibendem Energieverbrauch alle zehn Jahre nur noch um das fünf- bis sechsfache.

Wie werden demnach die Multicore-Architekturen der Zukunft aussehen? Bezieht man echte Softwarelasten in die Abschätzungen der Beschleunigung der Rechengeschwindigkeit gegenüber den heute marktüblichen Quadcore-Desktop-Prozessoren in die Modellierung der nächsten Multicore-Generationen mit ein, so wird man zwar in einigen Jahren etwa 100 RISC-Cores (Prozessorkerne auf Basis sogenannter Reduced Instruction Set Computers) auf einem Chip der Größe von einem Quadratzentimeter unterbringen können. Ein Großteil der Kerne wird jedoch meistens abgeschaltet bleiben (Dark Silicon) oder mit gedrosselter Taktfrequenz betrieben werden [Esmaeilzadeh 2013]. Abbildung 1 zeigt, ausgehend von der heute üblichen 22 nm-Technologie, mehrere denkbare Szenarien für

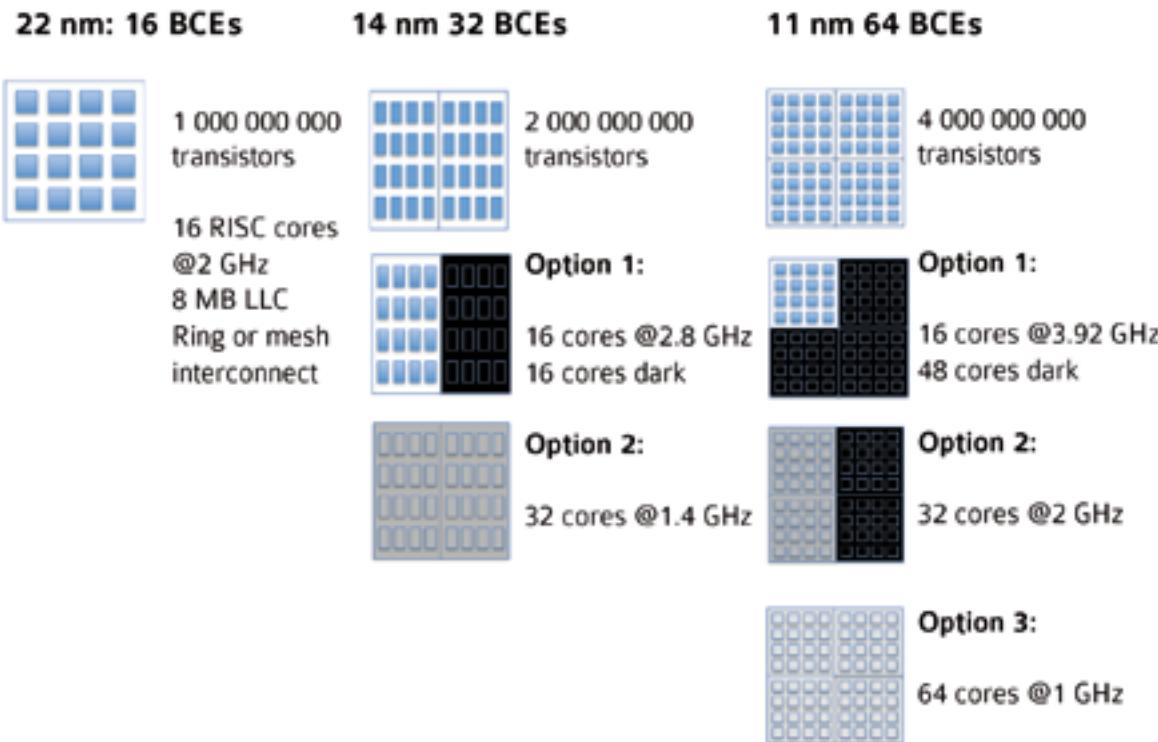


Abb. 1: Dark Silicon und Dim Silicon bei symmetrischen Multicore-Generationen zwischen 22 nm und 11nm. Jeder Norm-Prozessorkern repräsentiert einen RISC-Prozessorkern (Basic Core Equivalent oder BCE) mit 8 MB Last-level Cache. Die Kommunikationsinfrastruktur ist in den Transistorbedarf mit einberechnet. Die Gesamttransistorzahl verdoppelt sich von heute ca. 1 Milliarde Transistoren auf 2 Milliarden in der nächsten und 4 Milliarden in der übernächsten Generation.

symmetrische Multicore-Chips der nächsten beiden Generationen (14 nm und 11 nm). Alternative Modelle für asymmetrische, dynamische und heterogene Architekturen werden in [Märtin 2014a] und [Märtin 2014b] dargestellt.

LITERATUR

- [1] Märtin, C., "Multicore Processors: Challenges, Opportunities, Emerging Trends", Proceedings Embedded World Conference 2014, 25–27 February, 2014, Nuremberg, Germany, Design & Elektronik, 2014.
- [2] Märtin, C., "Post-Dennard Scaling and the final Years of Moore's Law", Technical Report, Hochschule Augsburg University of Applied Sciences, Fakultät für Informatik, 2014 (Downloadable from: http://www.hs-augsburg.de/fakultaet/informatik/person/professor/maertin_christian/index.html).
- [3] Borkar, S., Chien, A.A., "The Future of Microprocessors," Communications of the ACM, May 2011, Vol. 54, No. 5, pp. 67–77.
- [4] Esmaeilzadeh, H. et al., "Power Challenges May End the Multicore Era," Communications of the ACM, February 2013, Vol. 56, No. 2, pp. 93–102.
- [5] Taylor, M.B., "A Landscape of the New Dark Silicon Design Regime," IEEE Micro, September/October 2013, pp. 8–19.

Assistenztechnologien für Senioren

Arbeitsbericht der deutsch-griechischen Forschungskooperation CARE



Prof. Dr. Thomas Rist

Hochschule Augsburg

Fakultät für Informatik

Telefon +49(0)821-5586-3249
thomas.rist@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

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

Der demografische Wandel stellt enorme Herausforderungen an die Gesellschaft und erfordert Lösungsstrategien, die in unterschiedlichen nationalen F&E Aktionsplänen und Programmen adressiert werden. Das vom BMBF geförderte Verbundvorhaben CARE¹ mit zwei deutschen und einem griechischen Forschungspartner untersucht das Konzept der empathischen Stimulierung, um Wohlbefinden und Lebensqualität von alleinlebenden älteren Menschen in Griechenland und Deutschland durch unaufdringliche Empfehlungen für Aktivitäten zu steigern.

Das Phänomen einer alternden Gesellschaft ist mittlerweile in allen industrialisierten Ländern zu beobachten. In Griechenland und Deutschland gestaltet sich der demografische Wandel besonders dramatisch. Nach einer Studie von Eurostat² verzeichnen beide Länder den höchsten Prozentsatz an älteren Menschen in Europa. Gleichzeitig liegt auch die Lebenserwartung der Generation 65+ in beiden Ländern über dem europäischen Durchschnitt. Während eine höhere Lebenserwartung als positive Errungenschaft zu betrachten ist, wird sie gleichzeitig von enormen gesellschaftlichen Herausforderungen begleitet. Hierzu zählen soziale Isolation und fehlende soziale Teilhabe, Verlust der Unabhängigkeit aufgrund körperlicher Beeinträchtigungen sowie Inaktivität und fehlende Initiative.

Auf nationaler sowie internationaler Ebene wurden Forschungsinitiativen gestartet, um Lösungen für den demographischen Wandel zu entwickeln – viele davon mit dem Ansporn, die Wirtschaftlichkeit arbeitsintensiver Pflegedienste zu erhöhen. Andere haben die explizite Zielsetzung, das Wohlbefinden und die Lebensfreude von Senioren zu steigern. Lifestyle-Entscheidungen haben einen enormen Einfluss auf die Lebensqualität. Studien belegten, dass regelmäßige körperliche Bewegung dazu beitragen kann, viele altersbedingte Erkrankungen zu lindern. Kreative Tätigkeiten wie Gartenarbeit, Musizieren oder Malerei haben zudem einen positiven Einfluss auf das Wohlbefinden älterer Menschen. Studien, die in einer Anlage für betreutes Wohnen durchgeführt wurden, zeigen, dass Maßnahmen, die ältere Menschen ermutigen, sich an Aktivitäten z.B. im Haushalt zu beteiligen, soziale Isolation und Einsamkeit wirksam bekämpfen können. Es gibt jedoch keine Patentlösung, da Individuen und ihre Umgebungen sehr unterschiedlich sind.

Obwohl es mittlerweile ein großes Angebot von Dienstleistungen für die ältere Generation gibt, zögern viele Senioren, die zu nutzen. Oft fühlen sie sich überfordert, sind von der Komplexität überwältigt oder sehen darin keinen Mehrwert. Ältere Menschen sind zudem häufig nicht in der Lage, Bedienoberflächen und Dienstleistungen auf ihre Bedürfnisse anzupassen.

Das Verbundvorhaben CARE (a sentient Context-Aware Recommender system for the Elderly) mit den Konsortialpartnern Hochschule Augsburg, Universität Augsburg und der National Technical University of Athens arbeitet an der Entwicklung eines empathischen und hoch personalisierten Assistenzsystems zur Unterstützung alleinlebender Menschen im häuslichen Wohnumfeld. Im Laufe des Vorhabens werden mehrere Demonstratoren konzipiert, implementiert und unter realen Einsatzbedingungen evaluiert. Die CARE-Demonstratoren zeichnen sich durch folgende Funktionen aus:

- Aufzeichnung von Sensordaten; zum einen von am Körper getragener Vitalsensoren (z.B. Puls, Hautleitwert) und zum anderen von Sensoren zur Erfassung von Umgebungsparametern (z.B. Temperatur, CO₂-Konzentration, Geräuschpegel, Helligkeit).
- Sensordatenanalyse und -interpretation: Mittels geeigneter Analyse und Fusionsverfahren werden aus den aufgezeichneten Vitalparametern Schlussfolgerungen über die physische Verfassung und den aktuellen Gemütszustand des Nutzers getroffen. Die im Wohnumfeld integrierten Sensoren liefern Information zur Einschätzung der Umgebung, etwa ob das aktuelle Raumklima als behaglich wahrgenommen wird oder welche Beleuchtungssituation vorliegt.
- Situative Generierung personalisierter Empfehlungen: Auf der Grundlage der Sensordatenanalyse wird entschieden, zu welchem Zeitpunkt und in welcher Häufigkeit eine physische, mentale oder soziale Aktivität empfohlen wird. Hierzu gehören Empfehlungen, was man kochen oder essen könnte, zu einem Spaziergang im Park, wen man anrufen könnte oder welche Veranstaltungen einen Besuch wert wären. Andere Empfehlungen nehmen direkt auf das physische Wohlbefinden Bezug, etwa die Aufforderung ein Glas Wasser zu trinken oder kurz zu läuten.

¹ BMBF-Förderkennzeichen 01XZ13022 - CARE. Projektwebseite: www.care-project.net

² http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Population_structure_and_ageing

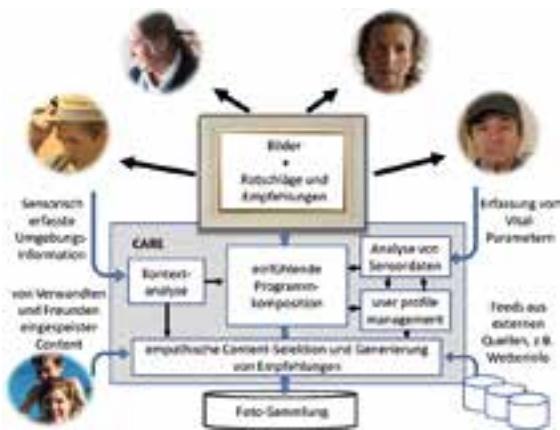


Abb. 1: Komponenten des CARE Systems.

■ Situative Darbietung personalisierter Empfehlungen:

Hier geht es um die Frage, mit welchen Medien (Text, Grafik, Animation, Sound etc.) und über welche Displaygeräte (PC-Monitor, Tablet, Smartphone, TV, bespielbarer Bilderrahmen etc.) eine Empfehlungen abgegeben werden soll, damit die Darbietung situativ angemessen und auch effektiv ist.

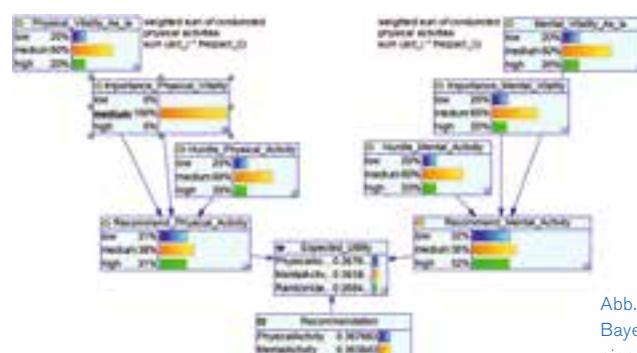
Die Hochschule Augsburg beschäftigt sich im Rahmen der „Seniorengerechten Displaytechniken“ mit der Frage, wie die vom Empfehlungssystem generierten Vorschläge den Senioren effektiv in ihrem Wohnumfeld dargeboten werden können. Zur Integration von Displaytechnik im Wohnumfeld bietet sich eine Reihe von Optionen an: Digitale Bilderrahmen, Tablets, ein bereits vorhandenes Fernsehgerät, aber auch Alltagsgegenstände wie Möbel, Küchengeräte oder Kleidungsstücke, die mit Informationstechnik erweitert werden, um zusätzliche Funktionen zu übernehmen. Abbildung 1 zeigt die Konzeption eines um CARE-Funktionalität erweiterten digitalen Bilderrahmen, der neben seiner primären Funktion – Anzeigen von Bildern, Familien- und UrlaubsOTOS – auch personalisierte Empfehlungen einblendet.

Die Auswahl situativ-passender und unaufdringlicher Empfehlungen zur Durchführung physischer, mentaler und sozialer Aktivitäten, die allesamt auf eine individuelle Steigerung von Lebensqualität und Vitalität abzielen, dabei aber auf die Bedürfnisse und Interessen der individuellen Nutzer zugeschnitten sind, erfordert eine ausgeklügelte Wissensmodellierung. Eine besondere Herausforderung stellt dabei eine maschinell verwendbare Modellierung der sozio-psychologischen Konstrukte „Wohlbefinden“ und „Lebensqualität“ dar. In einem ersten Ansatz wurde dazu das sog. „National Accounts Framework“ [1] zur Messung subjektiven Wohlbefindens mittels eines Fragebogens aufgegriffen. Dort wird Wohlbefinden mit verschiedenen definierenden Faktoren assoziiert, die ihrerseits in Unterrichtsfaktoren und schließlich auf konkrete Einzelfragen herunter gebrochen werden. Aus den Antworten der Einzelfragen lässt sich letztendlich ein Score für den Grad des Wohlbefindens einer Person auf einer numerischen Bewertungsskala ermitteln. Dieser Vorgehensweise folgend, findet in CARE eine auf die Faktoren Vitalität, emotionales und soziales Wohlbefinden sowie gesunde Ernährung eingeschränkte Konzeptuali-

sierung des Begriffs „Wohlbefinden“ Verwendung. Im Rechner kann diese beispielsweise mittels eines Bayesschen Netzes als ein hierarchisch strukturiertes Datenmodell voneinander abhängiger Größen implementiert werden. Das hat den Vorteil, dass Änderungen an Größen durch einen Update-Prozess des Bayesschen Netzes zur konsistenten Aktualisierung aller abhängigen Größen führt. Als Teil eines mehrfachartigen Benutzermodells wird so der Aspekt „Wohlbefinden einer Person“ abgedeckt. Abbildung 2 zeigt einen Ausschnitt einer solchen Modellierung. Diese dient u.a. dazu, zur Auswahl stehende Empfehlungsalternativen anhand eines sich dynamisch änderbaren Nutzerprofils gegeneinander abzuwählen und eine Entscheidung zu treffen.

Zur Initialisierung dieses Modells werden möglichst realistische Angaben von Nutzern der CARE-Zielgruppe benötigt. Zu diesem Zweck wurden im Rahmen einer Projektarbeit von Studierenden der Wirtschaftsinformatik insgesamt 21 strukturierte Befragungen von Senioren der Altersgruppe 65+ durchgeführt.

Die Fertigstellung eines ersten CARE-Prototyps und dessen testweise Installation in einer Seniorenwohnung ist für Ende 2014 geplant. Durch den Testbetrieb unter realen Einsatzbedingungen erwarten wir Aufschluss über eine Reihe vorab nicht zu klärender Fragestellungen, etwa welche Sensordaten zur Personalisierung und Kontextualisierung von Empfehlungen zweckmäßig aber auch unaufdringlich erfassbar sind, in welchen Situationen die von CARE dargebotenen Empfehlungen von den Nutzern geschätzt und angenommen werden, und schließlich ob diese dann auch tatsächlich einen Beitrag zum Wohlbefinden leisten.



Referenz

- [1] 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

Abb. 2: Ausschnitt eines Bayesschen Netzes als Teil eines Benutzermodells.

Ansätze zur Visualisierung von Energiedaten

Arbeitsergebnisse der deutsch-neuseeländischen Forschungskooperation IT4SE



Prof. Dr. Thomas Rist

Hochschule Augsburg

Fakultät für Informatik

Telefon +49(0)821-5586-3249
thomas.rist@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

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

Effiziente Energienutzung setzt Verständnis über Verbrauchsprofile und Lastgänge einerseits sowie andererseits über Erzeugerprofile mit zunehmenden regenerativen Anteilen voraus. Der Visualisierung und interaktiven Exploration von energiebezogenen Daten kommt hier eine wichtige Rolle zu. In Form sog. Eco-Feedback Visualisierungen geben sie dem Verbraucher Aufschluss zum individuellen Ressourcenverbrauch, zu typischen Nutzungsgewohnheiten und zu Einsparpotentialen. In computergestützten, grafisch-interaktiven Werkzeugen zur Modellierung, Simulation, Optimierung und dem Betrieb von Energiemanagementsystemen unterstützen Datenvisualisierungen professionelle Planer und Operatoren, aber auch zunehmend interessierte private Nutzer bei Entscheidungsprozessen. Der vorliegende Beitrag gibt einen kurzen Überblick über ausgewählte Arbeiten der Visualisierung von Energiedaten, die aus der deutsch-neuseeländischen Forschungskooperation IT4SE¹ hervorgegangen sind.

Im Hinblick auf knapp werdende, fossile Energieträger und einer zunehmenden globalen Erwärmung rückt die Notwendigkeit zum ressourcenschonenden Umgang mit Energie ins Bewusstsein breiter Gesellschaftsschichten. So wurden in den letzten Jahren zahlreiche Anstrengungen unternommen, dem Nutzer Rückmeldung über Höhe, Profil und spezifische, von im Vergleich zu anderen Nutzern abweichenden Charakteristika des eigenen Energieverbrauchs zu geben. So gut wie immer wird dabei auf Visualisierungstechniken zurückgegriffen (vgl. [1,2]). Ob eine Visualisierung von Energieverbrauchsdaten zweckmäßig und erfolgreich ist, muss in Bezug auf die zugrundeliegende Zielsetzung der Anwendung untersucht und bewertet werden. Typische Zielsetzungen sind:

Bevorzugung energieeffizienter Dienste. Hat der Verbraucher die Wahl zwischen zwei gleichwertigen Dienstleistungen D und D', dann sollte die energiesparendere Variante bevorzugt werden. Man denke an die Ersetzung von Glühbirnen durch moderne LED-Leuchtmittel oder den Austausch alter Haushaltsgeräte durch energieeffizientere.

Einsparung durch Verbrauchsvermeidung. Hier soll der Verbraucher motiviert werden, auf solche Dienste gänzlich zu verzichten, die nicht benötigt werden oder dessen Verzicht keine wesentliche Komforteinbuße bedeutet. Beispiele hierfür sind der Verzicht auf Stand-by-Funktionen elektronischer Geräte oder das Ausschalten der Beleuchtung auch bei kurzzeitigem Verlassen eines Raums.

Zeitliche Verbrauchsverschiebung. Hier geht es weniger um Energieeinsparung als darum, Energie zeitlich koordiniert zu nutzen. Dies geschieht immer dann, wenn genügend produziert wird. Gerade in Stromnetzen mit einem hohen Anteil von Sonnen- und Windenergie kann eine verbraucherseitige Lastverschiebung einen wesentlichen Beitrag zur Lastspitzenvermeidung und Stabilisierung der Energieversorgung beitreten.

Bevorzugung regenerativer Energiequellen. Im Hinblick auf die zur Neige gehenden fossilen Energiequellen soll der Verbraucher motiviert werden, verstärkt auf regenerative Quellen zurückzugreifen. Eine Möglichkeit wäre etwa die Installation einer PV-Anlage zur Eigennutzung oder der Abschluss eines entsprechenden Ökostromtarifs beim Versorgungsbetrieb.

Neben den bereits aufgeführten Zielsetzungen finden sich eine Reihe weiterer Ziele. Dazu gehört unter anderem etwa das Bildungsziel, in der Bevölkerung ein besseres Verständnis der Zusammenhänge zwischen den individuellen Lebensgewohnheiten und Energieverbräuchen und den damit verbunden Auswirkungen auf Ressourcen, Klima, Politik und Gesellschaft zu verankern.

Im Rahmen der vom BMBF geförderten deutsch-neuseeländischen Forschungskooperation IT4SE mit den Partnern The University of Waikato, der Universität Augsburg und der federführenden Hochschule Augsburg wurden für verschiedene Anwendungsfelder spezifische, auf die jeweiligen Zielsetzungen ausgerichtete Ansätze zur Energiedatenvisualisierung ausgearbeitet und in Form von Softwareprototypen umgesetzt. Exemplarisch werden nachfolgend einige dieser Arbeiten

¹ BMBF-Förderkennzeichen 01DR12041 -IT4SE,
Projektwebseite: www.it4se.net



Abb. 1: Instrumentiertes Schlüsselbrett.

PROJEKT: SMART LIVING

Zielsetzung: Vermeide unnötigen Energieverbrauch.
Anwendungsfall: Beim Verlassen der Wohnung wird der Nutzer über ein mit einem Touchscreen ausgestattetes Schlüsselbrett auf noch eingeschaltete elektrische Geräte sowie noch geöffnete Fenster und Türen aufmerksam gemacht. Abschaltungen können direkt über den Touchscreen vorgenommen werden.

Visualisierung: Interaktive grafische Symbole repräsentieren unterschiedliche Gerätetypen. Zustandsinformationen (z.B. Gerät ein/aus) werden farblich markiert.

Technik: Das mit Sensoren und einem Touchscreen ausgestattete Schlüsselbrett ist mittels WLAN mit einem Gebäudeautomatisierungssystem (hier HomeMatic) verbunden. Über Funksteckdosen lassen sich Haushaltsgeräte stromlos schalten.

PROJEKT: ENERGIEMIX-SIMULATOR

Zielsetzung: Exploration unterschiedlicher Energiemix-Szenarien.

Anwendungsfall: Der Gemeinderat einer Ortschaft möchte Energiemix-Szenarien mit unterschiedlichen Anteilen an regenerativen und konventionellen Energiequellen durchspielen. Dabei wird das Standardlastprofil der Gemeinde mit den Erträgen der jeweils angenommenen regenerativen Erzeugung verglichen.

Visualisierung: Ein Energiemix wird in Form eines interaktiven Balkendiagramms dargestellt (unteres Diagramm in Abb. 2). Jeder Balken repräsentiert eine Energieart und kann interaktiv variiert werden. Im oberen Diagramm wird die Gesamterzeugung der Gesamtlastkurve über einen Beobachtungszeitraum gegenübergestellt. Über- und Unterproduktion lassen sich leicht erkennen.

Technik: Web-basierte Client-Server Architektur. Im Client kommt die JavaScript Bibliothek Highcharts zum Einsatz.

PROJEKT: INTERAKTIVE VISUALISIERUNG VON ENERGIEDATEN

Zielsetzung: Exploration von Sensordaten zur Optimierung einer Verbrauchsverschiebung.

Anwendungsfall: In einem mit Solaranlage und Erdwärmeanlage ausgestatteten Wohngebäude soll der Verbrauch möglichst passend auf die Erzeugung abgestimmt werden. Mit einem interaktiven Explorationswerkzeug können einzelne von diversen Sensoren gelieferte Messreihen herausgegriffen und miteinander verglichen werden.

Visualisierung: Die Auswahl und zeitliche Einschränkung der anzugezeigenden Messreihen erfolgt über einen grafisch-interaktiven Konfigurator. Zur Darstellung der Messwerte stehen verschiedene Diagrammtypen bereit.

Technik: Web-basierte Client-Server Architektur mit Datenbankanbindung. Der Client nutzt die JavaScript Bibliotheken JQuery UI und Highcharts.

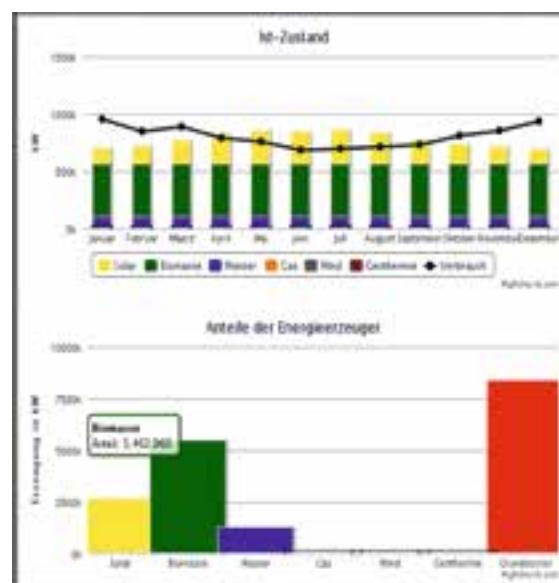


Abb. 2: Interaktiver Energiemix-Simulator.

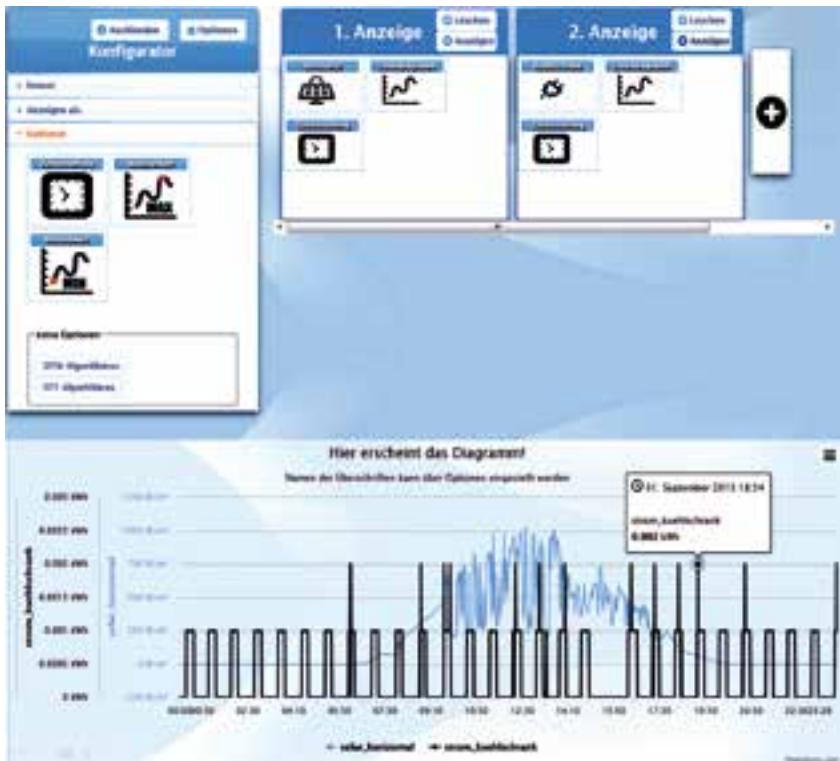


Abb. 3: Interaktiver Konfigurator zur Messdatenvisualisierung.

In den vorgestellten Anwendungen kommen den eingesetzten Visualisierungen konkrete kommunikative Funktionen zu. Im Projekt Smart Living müssen die grafischen Symbole in erster Linie eine schnelle und korrekte Zuordnung zu den Geräteklassen ermöglichen. Beim Energiemix-Simulator visualisiert ein interaktives Balkendiagramm die Werte der Simulationsparameter und fungiert gleichzeitig als Eingabeelement, um Parameterwerte neu zu setzen. Darüber hinaus muss die Ergebnisvisualisierung den Vergleich zwischen Energieproduktion und Lastgang übersichtlich darstellen. Bei der Visualisierung von Messreihen ist ein Bedienschnittstellenkonzept erforderlich, das eine flexible Auswahl sowie eine einfach verständliche Parametrisierung der zu vergleichenden Messreihen ermöglicht.

Aussagekräftige, wirkungsvolle und vor allem auch schnell und unmissverständlich zu dekodierende Datenvisualisierungen sind wichtige Voraussetzungen für den Erfolg von Eco-Feedback-Anwendungen. Zu welchem Grad eine Visualisierung die ihr zugedachte kommunikative Funktion ausfüllt, lässt sich mittels spezieller Usability-Methoden in Erfahrung bringen. So wurden in einer von den IT4SE-Projektpartnern durchgeführten Blickbewegungsstudie [3] verschiedene Diagrammformen („Time-Stack“ vs. „Time-Pie“) auf ihre Eignung hin untersucht, einen Vergleich von Energienutzungsdaten effektiv (d.h. mit wenigen Blickbewegungen und fehlerfrei) vorzunehmen. Der Studie zufolge sind für Verbrauchsdatenvergleiche Time-Stacks besser geeignet als Time-Pie-Diagramme.

Die steigende Sensibilität für den sparsamen und effizienten Umgang mit Energie und Ressourcen verstärkt die Nachfrage nach computergestützten Anwendungen zur Überwachung, Planung und Steuerung von Energieeinsatz sowohl im industriellen als auch im privaten Umfeld. Innovative Ansätze zur interaktiven Energiedatavisualisierungen können hierzu einen wesentlichen Beitrag leisten.

REFERENZEN

- [1] Fischer, C.: Feedback on household electricity consumption: a tool for saving energy? Energy Efficiency, 1(1), p.79–104. 2008.
- [2] Vine, D., Buys, L. Morris, P.: The Effectiveness of Energy Feedback for Conservation and Peak Demand: A Literature Review . Open Journal of Energy Efficiency, 2, 7 – 15. 2013.
- [3] André, E., Bühling, R., Endrass, B., Masoodian, M.: Evaluating the Effectiveness of Visualizations for Comparing Energy Usage Data. In: Proceedings of the AVI 2014 Workshop on Fostering Smart Energy Applications through Advanced Visual Interfaces. Como, Italy, 2014.



Abb. 4: Evaluation einer Datenvisualisierung mittels Blickbewegungsanalyse.

**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 5000 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 komplett 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 Testlaboratoriums 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. 330

Kontakt für potentielle Bewerber:

Sonja Trautmannsheimer | Tel: 08231 6005-962

Steffen Krüger | Tel: 08231 6005-885

oder personal@ampack.info



Prüfung zahnärztlicher Werkstoffe mittels Bildverarbeitung

Kooperationsprojekt mit der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der LMU München



Prof. Dr. Peter Rösch

Hochschule Augsburg

Fakultät für Informatik

Telefon +49(0)821 5586-3327
peter.roesch@hs-augsburg.de

Forschungsgebiet

Medizinische Bildverarbeitung

Die Quantifizierung und Visualisierung der oft unerwünschten Polymerisationsschrumpfung, die bei der Abbinde-Reaktion von Kunststoffen auftritt, ist eine wichtige Voraussetzung für die Weiterentwicklung dieser Werkstoffe. Eine seit 2007 bestehende Forschungskooperation mit Prof. Dr. Kunzelmann (Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der LMU München) beschäftigt sich auch mit der Schrumpfung von Kompositfüllungen. Es entstand ein neuartiges „maßgeschneidertes“ Bildverarbeitungsverfahren, das lokale Verschiebungen in dreidimensionalen Mikrocomputertomografie-Bildern bestimmt. Gegenstand aktueller Arbeiten ist die Aktualisierung und Weiterentwicklung des Verfahrens, insbesondere die Untersuchung von Methoden, die in neueren Versionen freier Bildverarbeitungs-Bibliotheken enthalten sind. Konkret konnte ein auf Splines basierender Ansatz identifiziert werden, der sich sehr gut als Baustein für künftige Forschungsarbeiten eignet.

POLYMERISATIONSSCHRUMPFUNG VON KOMPOSITEN

In der Zahmedizin werden Komposite für Füllungen eingesetzt, wobei die Aushärtung durch Bestrahlung mit ultraviolettem Licht eingeleitet wird. Der Zahnarzt kann die Auswirkungen der Polymerisationsschrumpfung, insbesondere die Bildung von Spalten am Rand der Füllung, durch die Wahl des Füllmaterials, des Dentaladhäsivs und der Verarbeitungsmethode beeinflussen. Derzeit existieren mehrere, sich gegenseitig widersprechende Hypothesen über den Charakter der Schrumpfung, aus denen auch unterschiedliche Handlungsempfehlungen für Zahnärzte abgeleitet werden. Voraussetzung für einen systematischen Vergleich verschiedener Materialien und Methoden sind belastbare, unter realistischen Bedingungen aufgenommene Messwerte.

ETABLIERTE QUANTITATIVE METHODE

Dem von Inai et al. veröffentlichten Verfahren [1] folgend, werden kleine Glaskugeln unter den zu untersuchenden Werkstoff gemischt. Ein extrahierter Zahn wird präpariert und mit einer Füllung versehen. Vor und nach der Polymerisation werden dreidimensionale Microcomputertomografie-Bilder erzeugt, die eine Bestimmung lokaler Materialbewegungen aus den Verschiebungen der Glaskugeln erlauben. Im linken Teil von Abbildung 1

ist zu erkennen, dass sich die Glaskugeln während der Polymerisation hauptsächlich nach unten verschoben haben. Im Gegensatz zum ursprünglichen Ansatz [1] sollten die Verschiebungen der einzelnen Glaskugeln nicht manuell, sondern automatisch mittels 3D-Bildverarbeitung bestimmt werden. Zu diesem Zweck wurde ein „maßgeschneiderter“ Algorithmus erarbeitet und implementiert, der ausnutzt, dass die Glaskugeln aufgrund ihrer Dichte und Symmetrie lokalisiert werden können und sich während der Polymerisation nicht verformen. Daher ist pro Kugel eine lokale starre Registrierung mit drei Parametern möglich. Die Bestimmung der Gesamt-Deformation kann so in viele lokale Optimierungsaufgaben zerlegt werden. Aus den einzelnen Verschiebungsvektoren wird ein kontinuierliches Deformationsfeld berechnet, wobei als einziger zusätzlicher Parameter die Poissonzahl des Materials eingeht. Wie aus dem rechten Teil von Abbildung 1 ersichtlich ist, konnte die Polymerisationschrumpfung in diesem Fall erfolgreich durch Anwendung des Deformationsfeldes korrigiert werden. Eine detaillierte Darstellung findet sich in [2]. Frau Kaisarly hat unterschiedliche Proben mit dieser Software erfolgreich untersucht und die Ergebnisse auf internationalen Konferenzen präsentiert [3].

UNTERSUCHUNG ALTERNATIVER ANSÄTZE

Seit der Konzeption und Implementierung der Software wurde die ITK-Bibliothek um neue Komponenten zur direkten Bestimmung von Deformationsfeldern aus 3D-Bildern erweitert. Mit dem Ziel, die Anwendbarkeit neuerer Ansätze für die Analyse der Polymerisations-schrumpfung zu evaluieren, wurden Tests mit repräsentativen Ausschnitten existierender Bilder durchgeführt. Quantitative Ergebnisse konnten durch einen Vergleich der Deformationsfelder mit Verschiebungsvektoren einzelner Kugeln gewonnen werden. Ein von B. C. Vemuri et al. publiziertes Verfahren [4], das auf „level sets“ basiert und mit Erfolg für die elastische 3D-Registrierung von Kernspintomografie-Bildern eingesetzt wurde, führte bei der Anwendung auf das vorliegende Bildmaterial zu unrealistischen Deformationen der Glaskugeln (Abbildung 2, links). Eine mögliche Erklärung ist in den Bildern enthaltenes Rauschen, das sich stark auf die Grauwertgradienten und somit auf die lokale Verschie-

bung der Grenzflächen auswirkt. Deutlich „glattere“ Deformationen erhält man, indem man die Kontrollpunkte von Splines auf einem regelmäßigen Gitter im Bild anordnet und jeweils im Rahmen eines Optimierungsverfahrens so lange verschiebt, bis die Ähnlichkeit zwischen dem Zielbild und dem deformierten Bild maximal wird [5]. Durch die Verwendung relativ weniger (hier 6x6x6) beweglicher Kontrollpunkte können die Auswirkungen des Bildrauschens verringert werden, da nur Deformationen auf einer recht großen Längenskala berücksichtigt werden. Lokale Abweichungen müssen allerdings in Kauf genommen werden, wie der rechte Teil von Abbildung 2 zeigt. Aufgrund ihrer Robustheit eignet sich die Spline-Registrierung jedoch sehr gut für die Erzeugung initialer Verschiebungsvektoren, die anschließend durch ein weiteres Verfahren verfeinert werden können.

FAZIT UND AUSBLICK

Die elastische Registrierung mit Splines eignet sich als Vorverarbeitungsschritt für die lokale Quantifizierung der Polymerisationsschrumpfung von Komposit-Zahnfüllungen. Im nächsten Schritt soll untersucht werden, ob diese neu verfügbare Komponente das Verfahren auch für Proben anwendbar macht, denen keine Glaskugeln zugesetzt wurden.

DANKSAGUNG

Die Kooperationspartner, insbesondere Prof. Dr. Kunzelmann, Frau Kaisarly (LMU) und Prof. Dr. Chiang (inzwischen National Taiwan University) haben sowohl das Bildmaterial als auch wertvolle Ideen und Verbesserungsvorschläge beigetragen. Die Implementierung nutzt Bausteine aus dem frei verfügbaren Bildverarbeitungspaket ITK (www.itk.org).

LITERATUR

- [1] N. Inai, N. Katahira, K. Hashimoto, J. Tagami, A. Hirakimoto, S. J. Marshall, G. W. Marshall: Micro-focus X-ray CT Analysis of Shrinking Direction in Resin Composite. IADR/AADR/CADR 80th General Session (2002) Abstract Nr. 2014.
- [2] P. Rösch, Y.-C. Chiang, K.-H.-Kunzelmann: Quantification of local polymerisation shrinkage from

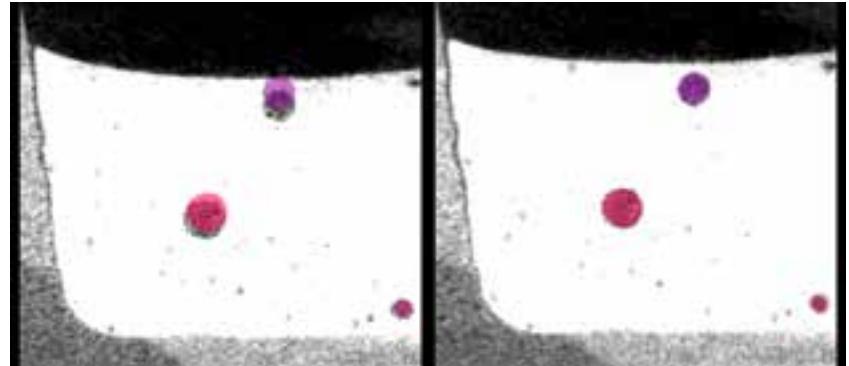


Abb. 1: Schnitt durch ein dreidimensionales Mikro-CT-Bild einer polymerisierten Komposit-Zahnfüllung vor (links) und nach (rechts) der Korrektur der durch Schrumpfung hervorgerufenen Deformation mit einer etablierten Methode [2]. Farbig überlagert sind die Positionen der zugesetzten Glaskugelchen vor der Polymerisation.

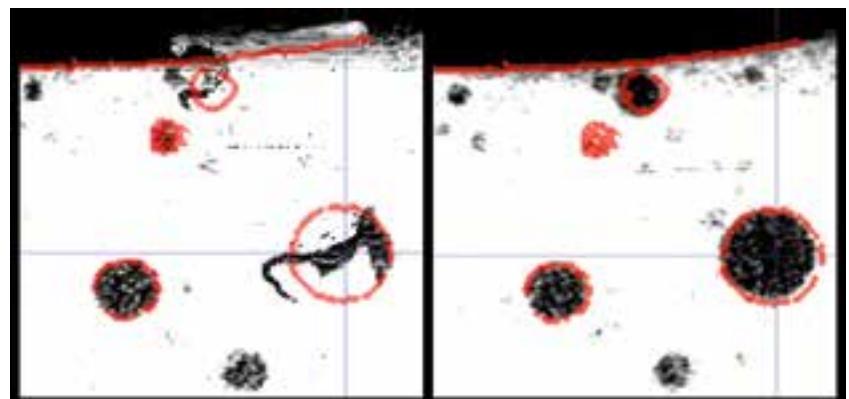


Abb. 2: Mikro-CT-Bilder einer Komposit-Füllung, die vor der Polymerisation aufgenommen und einer direkten elastischen 3D-Registrierung unterzogen wurden. Rot überlagert sind Kanten aus dem nach der Polymerisation aufgenommenen Bild. Die „level-set“-Methode [4] führt hier zu unrealistischen Deformationen (links), während ein auf Splines basierende Verfahren [5] plausible Ergebnisse mit kleinen lokalen Ungenauigkeiten liefert (rechts).

3D micro CT images of dental composites. International Journal of Computer assisted Radiology and Surgery 4 (Suppl. 1) (2009) 200.

- [3] P. Rösch: 3D-Bildverarbeitung für die zahnmedizinische Forschung. Forschungsbericht 2013. Hochschule Augsburg (2013) 32 – 33.
- [4] B. C. Vemuri, J. Ye, Y. Chen, C. M. Leonard: Image Registration via level-set motion: Applications to atlas-based segmentation. Medical Image Analysis 7 (2003) 1–20.
- [5] D. Rueckert, L. I. Sonoda, C. Hayes, D. L. G. Hill, M. O. Leach, D. J. Hawkes: Nonrigid Registration Using Free-Form Deformations: Application to Breast MR Images. IEEE Transactions on Medical Imaging 8 (1999) 712 – 721.

Cyber-Physical Systems für Industrie 4.0

Auf dem Weg zur Smart Factory



Die Forschungsgruppe Verteilte Systeme innerhalb der Fakultät für Informatik betreibt angewandte Forschung und entwickelt Softwaresysteme in den Bereichen Cyber-Physical Systems, Datenstrommanagement und Mobile Computing. Aktuell steht die vierte industrielle Revolution – Industrie 4.0 – stark im Fokus der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten. Speziell die Technologien rund um das Internet der Dinge versprechen zahlreiche Verbesserung in den Bereichen Engineering, Fertigung, Logistik und dem gesamten Life-Cycle-Management von Produkten [1].

**Prof. Dr.-Ing.
Thorsten Schöler**

Hochschule Augsburg

Fakultät für Informatik
Telefon +49(0)821 5586-3445
thorsten.schoeler@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

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

CYBER-PHYSICAL SYSTEMS UND DAS INTERNET DER DINGE

Unter dem Begriff Cyber-Physical Systems versteht man verteilte, stark vernetzte IT-Systeme, die Datenverarbeitung eng mit physischen Prozessen verknüpfen [2]. Cyber-Physical Systems sind hardwaretechnisch eine natürliche Weiterentwicklung aus leistungsfähigen, eingebetteten Mikrocontrollern, die zunehmend miteinander kommunizieren und sich zu Systems of Systems zusammenschließen [3]. Aus Sicht der Informatik fallen die hohe Softwarekomplexität, das autonome, adaptive und wissensbasierte Verhalten, die hohe Integration der Daten sowie die direkte Interaktion mit dem Anwender ins Auge. Insgesamt kann ein hoher Verwandtschaftsgrad mit traditionellen Softwareagenten-Systemen festgestellt werden.

Auch der Begriff „Internet der Dinge“ spiegelt die zunehmende Vernetzung miniaturisierter, allgegenwärtiger, informationstechnischer Geräte über das Internet wider. Im Gartner Hype Cycle findet sich das Internet der Dinge ebenso wie die für die Vernetzung notwendige Machine-To-Machine-Kommunikation (M2M) [4].

Ein vielversprechender Vertreter für M2M-Kommunikation ist das MQTT Telemetry Transport Protocol (MQTT). Es stellt effiziente, leichtgewichtige und nachrichtenbasierte Dienste auf Basis von TCP/IP zur Verfügung. Mittels MQTT lassen sich mit geringem Aufwand heterogene Teilnehmer über eine Art schwarzes Brett mit Abonnements (Publish/Subscribe-Verfahren) über das Internet vernetzen. MQTT wird z. B. von Facebook und von Bahnbetreibern in Großbritannien eingesetzt [5].

Cyber-Physical Systems erreichen ihr autonomes Verhalten u. a. über eine Wissensbasis. Diese kann u. a. durch beschreibungslogische Modelle in der Web Ontology Language (OWL DL) umgesetzt werden. Zur Erstellung und zur Arbeit mit einer solchen Wissensbasis stehen zahlreiche Werkzeuge und Softwareprodukte zur Verfügung.

Bedingt durch den direkten Durchgriff auf physische Systeme wie z. B. automatisierte Fertigungsprozesse und die Verarbeitung der dort anfallenden Daten, werden an Cyber-Physical Systems hohe Anforderungen im Bereich Echtzeitfähigkeit und Verarbeitung von großen Mengen von Daten gestellt. Speziell im Bereich Datenstrommanagement und Complex Event Processing stehen leistungsfähige Ansätze und Softwarearchitekturen zur Verfügung um diesen Anforderungen gerecht zu werden [6] [7].

Für die Umsetzung einer allgegenwärtigen, mobil verfügbaren Benutzeroberfläche für Cyber-Physical Systems bieten sich verschiedene mobile Geräte und Betriebssysteme an. Die Kombination aus einfachem Zugriff auf Entwicklungswerzeuge und seiner großen Verbreitung, prädestiniert Android als bevorzugte Plattform für die Entwicklung mobiler Anwendungen. Weitere populäre Plattformen, wie z. B. Apple iOS und Windows Phone, lassen sich mittels Cross-Plattform-Ansätzen ohne großen Aufwand integrieren [8].

Wie in Abbildung 1 gezeigt, stellen die angesprochenen Technologien eine probate Grundlage für die Umsetzung von Anwendungen der Industrie 4.0.

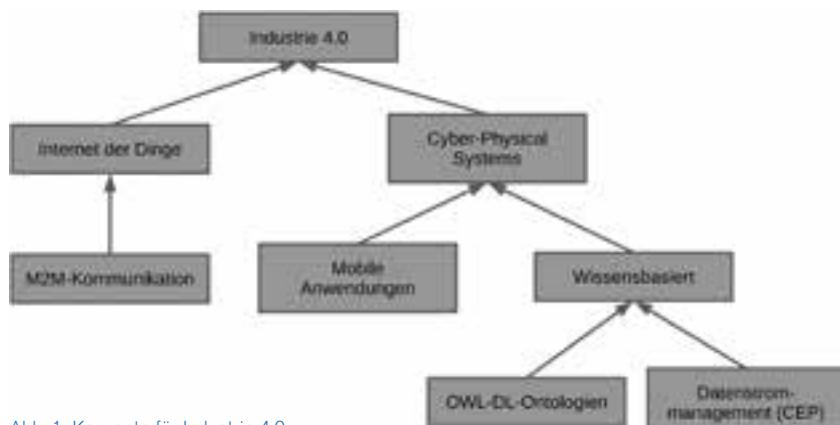


Abb. 1: Konzepte für Industrie 4.0.



Abb 2: Modell einer industriellen Fertigungsanlage.

Wie diese Technologien für Industrie 4.0 in aktuellen Forschungs- und Entwicklungsprojekten der Forschungsgruppe Verteilte Systeme zusammenfließen, soll in den nachfolgenden Abschnitten vorgestellt werden.

FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSArbeiten

Für realitätsnahe Forschung und Entwicklungsarbeiten stellt das Fertigungsanlagenmodell in Abbildung 2 eine realistische Umgebung für umfangreiche Produktionsprozesse zur Verfügung. Kleine mit RFID¹-Tags ausgestattete Werkstücke können aus einem Registerlager in die Anlage eingeschleust, zu Fertigungszentren transportiert, dort gefertigt, weitertransportiert und wieder aus der Anlage ausgeschleust werden. Neben einer vollständigen Automatisierung der Anlage mittels speicherprogrammierbarer Steuerungen (SPS) steht ein umfangreiches Hardware/Software-System zur Steuerung und Überwachung der Anlage auf Basis von eingebetteten und vernetzten Controllern zur Verfügung. Bei der Umsetzung dieses Systems wurde vornehmlich Open-Source-Hardware und -Software eingesetzt, da diese umfassenden Einblick und Änderungsmöglichkeiten erlaubt. Gerade für Informatiker eine willkommene

Eigenschaft. Alle Ebenen der Automatisierungspyramide können mit diesen Systemen realitätsnah abgebildet werden: ERP²-, PLM³- und SCADA⁴-Systeme werden mit Hilfe von Standard- und Industrie-PCs umgesetzt, die MES⁵-Schicht wird durch Raspberry-Pi-Controller realisiert, während auf Steuerungs- und Feldebene GnuBlin-Controller mit industrieüblicher 24-V-Sensorik/Aktorik eingesetzt werden [9]. Alle angesprochenen Systeme sind mittels Industrial Ethernet, MQTT und Agentenkommunikationsprotokollen vernetzt [10].

Für die gesamte Fertigungsanlage und die eingesetzte Automatisierung und Vernetzung existiert ein wissensbasiertes Modell (Ontologie) auf Basis von OWL DL. Einen ersten Einblick in das Modell gibt Abbildung 3.

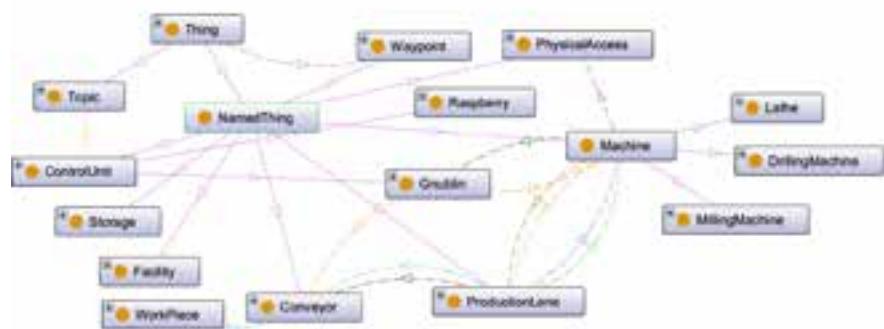


Abb. 3: Ontologie für Fertigungsanlage und verwendete Hardware/Software-Systeme.

1 Radio Frequency Identification

2 Enterprise-Resource-Planning

3 Product-Lifecycle-Management

4 Supervisory Control and Data Acquisition

5 Manufacturing Execution System

An die Ontologie können mittels einer semantischen Abfragesprache (SPARQL-DL) Anfragen gestellt werden, die weit über die Möglichkeiten einer relationalen Datenbank hinaus gehen. Beispielsweise kann die Anlagentopologie, also welcher Anlagenteil mit welchem verbunden ist, die Adressierung von Sensoren/Aktoren oder auch der Fertigungsplan für Werkstücke von den verschiedenen Systemen ausgelesen werden. Ebenso einfach ist einerseits die Erweiterung durch neue Inhalte sowie andererseits die Plausibilitätsprüfung (über das dahinterliegende beschreibungslogische Modell) der eingetragenen Informationen möglich.

ÜBERWACHUNG UND REMOTE-MANAGEMENT

Nicht nur die Steuerung der Fertigungsprozesse profitiert vom Einsatz der vorgestellten Technologien. Auch

im Remote-Management und der Überwachung der technischen Prozesse wird auf die OWL-DL-Ontologie als gemeinsame Wissensbasis, Complex Event Processing zur Verarbeitung der Fertigungsergebnisse und auf MQTT als Kommunikationsprotokoll zwischen Fertigungsanlage und mobilen Endgeräten zurückgegriffen.

Aktuell wird in der Forschungsgruppe Verteilte Systeme an einer 3D-Visualisierung der Anlage [11] sowie an verschiedenen mobilen Anwendungen zur Überwachung von Fertigungsprozessen gearbeitet [12] [13], wie Abbildung 4 zeigt.

INTEGRATION IN MYJOGHURT-INDUSTRIE-4.0-DEMONSTRATOR

Durch die große Anzahl an Forschungsaktivitäten an zahlreichen Forschungsinstituten entstand der Wunsch nach

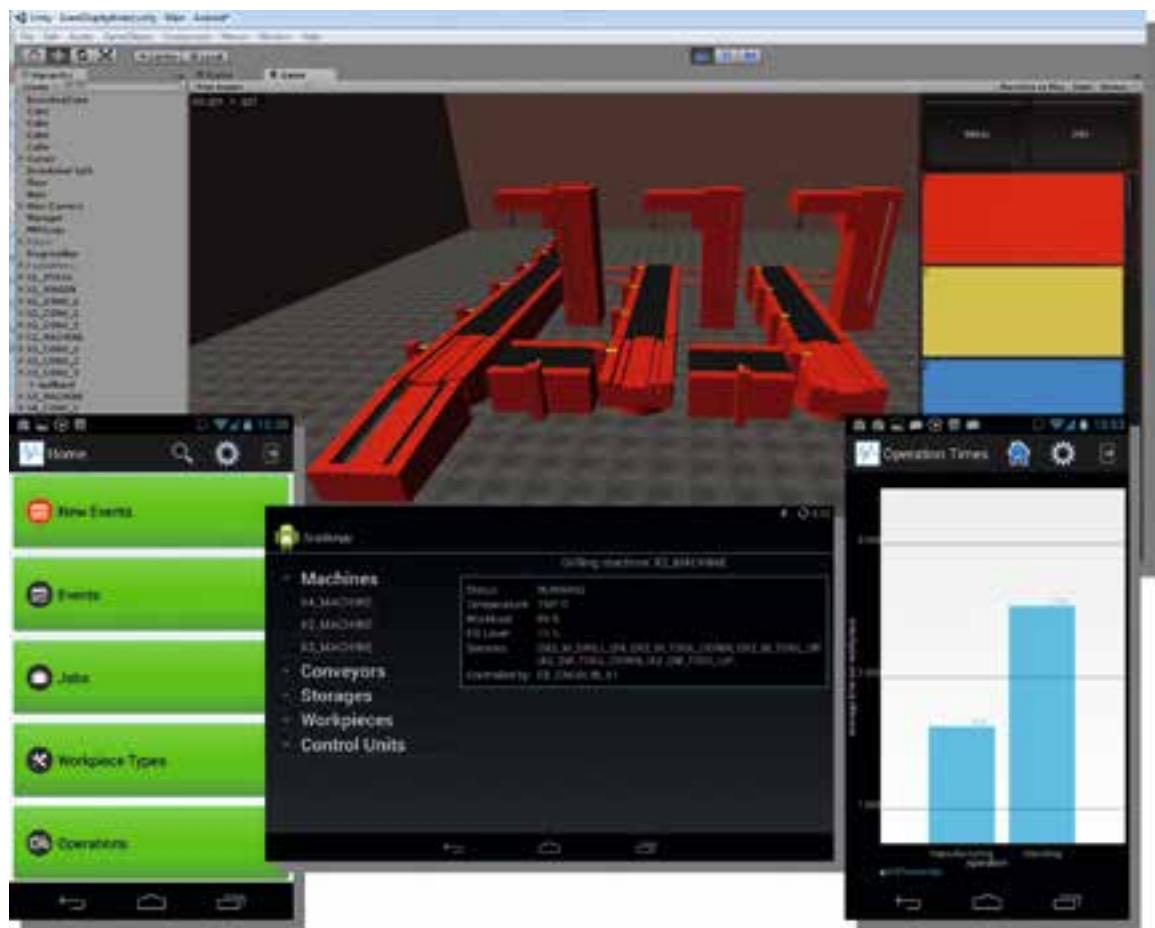


Abb. 4: Mobile und 3D-Anwendungen zur Anlagenüberwachung und Remote-Management.

einem gemeinsamen, integrierten Fertigungsszenario für Industrie 4.0. Unter dem Namen myJoghurt entwickeln Partner aus dem VDE/VDI-GMA-Fachausschuss Softwareagenten einen Demonstrator für die verteilte Produktion von persönlich angepassten Joghurt-Produkten [14]. Aktuell wird in der Forschungsgruppe Verteilte Systeme an einer Integration der vorhandenen Software und der Fertigungsanlage in diesen verteilten Demonstrator für Cyber-Physical Systems und Industrie 4.0 gearbeitet.

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Die Anwendungen rund um Industrie 4.0 bringen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten aus den Bereichen Cyber-Physical Systems und mobiler Anwendungen zusammen. Die vertikale Integration der IT-Systeme beginnend bei mobilen Geräten und Anwendungen bis herunter zu Automatisierungssystemen in den Werkhallen, eröffnet neue Möglichkeiten für innovative und moderne Softwareansätze, wie z. B. dem Internet der Dinge. Die Technologien für Wissensverarbeitung (z. B. OWL DL und CEP) sind eine leistungsfähige Grundlage für autonome Systeme der Industrie 4.0. Umfangreiche Konzepte, Lösungsansätze und Softwaretechnologien sind zur Umsetzung der Industrie-4.0-Anwendungen vorhanden und wollen eingesetzt werden. Open-Source-Hardware und -Software stellen eine robuste Grundlage auch für industrielle Anwendungen.

Die Forschungsgruppe Verteilte Systeme freut sich über die bereits enge Zusammenarbeit mit interessierten Industrie- und Forschungspartnern. Für weitere Aktivitäten rund um Industrie 4.0 ist der Grundstein gelegt, weitere Forschungs- und Entwicklungsprojekte werden die gezeigten Aktivitäten vertiefen, neue Themen gerne mit Kooperationspartnern erarbeitet (s.a. Seite 207 ff.)

LITERATUR

- [1] "Industry 4.0 – Germany takes first steps toward the next industrial revolution," Bosch ConnectedWorld Blog.
- [2] acatech, Cyber-Physical Systems: Innovationsmotoren für Mobilität, Gesundheit, Energie und Produktion, Auflage: 2011. München: Springer, 2012.
- [3] M. Broy, „Cyber Physical Systems: Die Verschmelzung der Wirklichkeit mit dem Netz – wie Forschung und Industrie das Netz weiterentwickeln“, Tutzing, Jul-2014.
- [4] "Gartner's 2013 Hype Cycle for Emerging Technologies Maps Out Evolving Relationship Between Humans and Machines" [Online]. Available: <http://www.gartner.com/newsroom/id/2575515>. [Accessed: 24-Jul-2014].
- [5] D. Wood and D. Robson, "MESSAGE BROKER TECHNOLOGY FOR FLEXIBLE SIGNALLING CONTROL", Sep. 2012.
- [6] F. Alexander, T. Hipp, T. Scholze, T. Schöler, and M. Krupp, „Das dynamische Mindesthaltbarkeitsdatum – Auf dem Weg zu einer Echtzeitereignisverarbeitung in der Lebensmittellogistik“, presented at the BTW 2013 (DSEP workshop), Magdeburg, 2013.
- [7] C. Seel, J. Schimmelpfennig, D. Mayer, and P. Walter, "Conceptual modeling of complex events of the Internet of Things", in eChallenges, 2010, 2010, pp. 1–8.
- [8] C. Warren, "The Pros and Cons of Cross-Platform App Design", Mashable, 16-Feb-2012. [Online]. Available: <http://mashable.com/2012/02/16/cross-platform-app-design-pros-cons/>. [Accessed: 24-Jul-2014].
- [9] A. Khalaimov, "Industrie 4.0 – Dezentrale Softwarearchitektur auf Steuerungs- und Feldebene", Hochschule Augsburg, Bachelorarbeit, Mar. 2014.
- [10] F. Wiedenmann, „Eine Contract-Net- und Multi-Agenten-System- Erweiterung für Echtzeitumgebungen“, Hochschule Augsburg, Masterarbeit, 2014.
- [11] M. Holzhauser, „Virtuelles Monitoring einer Fabrikanlage mit Hilfe einer gestengesteuerten 3D-Anwendung“, Hochschule Augsburg, Masterarbeit.
- [12] S. Zeitler, „Statistische Echtzeitüberwachung von Fertigungsprozessen in der Industrie 4.0“, Hochschule Augsburg, Bachelorarbeit.
- [13] M. Schleuniger, „Mobile SCADA-Applikation für Cyber Physical Systems“, Hochschule Augsburg, Bachelorarbeit.
- [14] Lehrstuhl für Automatisierung und Informationssysteme, Technische Universität München, „I 4.0 / myJoghurt – Industrie 4.0 Demonstrator“.

Simulation von mobilen Robotersystemen mit *SunSim*

Kooperation mit den KUKA Laboratories



Prof. Dipl.-Ing. Georg Stark

Hochschule Augsburg

Fakultät für Informatik

Telefon +49(0)821 5586-3461
georg.stark@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

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

Auf der internationalen Automatisierungsmesse Automatica 2014 wurde von einem der größten Roboterhersteller weltweit (KUKA Roboter aus Augsburg) der Leichtbauroboter LBR iiwa mit der neuen Steuerungssoftware Sunrise als das zentrale Zukunftsprodukt präsentiert. Haupteinsatzgebiet für diese intelligenten Roboter ist die Mensch-Roboter-Kooperation (MRK), z.B. als Fertigungsassistent. Der nächste Entwicklungsschritt ist die mobile und intelligente Robotik. Als industriell einsetzbaren Konzeptroboter hat KUKA dafür die Technologieplattform omniRob entwickelt. Die wichtigste Anwendung ist die flexible Fertigung, z.B. in der Luftfahrtindustrie. Die Anwendungsprogrammierung von solch komplexen Robotersystemen kann durch grafische Simulationssysteme ganz wesentlich unterstützt werden [STA2]. Die im Rahmen des aktuellen Projekts entwickelte Simulationskomponente *SunSim* kann in viele kommerzielle Programmiersysteme integriert werden. Ein Beispiel hierfür ist die Integration von *SunSim* in die Entwicklungsumgebung Sunrise Workbench von KUKA.

ZIELE UND KONZEpte

Offline-Programmierung und Simulation von Roboter-Anwendungsprogrammen

Die Programmierung von Anwendungsprogrammen erfolgt bei Sunrise mit Java und der von KUKA bereitgestellten Programmierschnittstelle RoboticsAPI. Diese besteht aus mehreren Bibliotheken, welche die



Abb. 1: Konzeptroboter omniRob (KUKA).

roboter- und anwendungsspezifischen Klassen zur Verfügung stellen. Für die Simulation muss ein hinreichend genaues Simulationsmodell definierbar sein. Wesentliche Teilmodelle sind 3D-Grafik und Kinematik mit Bahnsteuerung. Für diese wird entweder die Orginalsoftware der Bahnsteuerung oder eine Emulation verwendet.

Unterstützung von mobilen Robotersystemen

Durch die Simulation sollen mobile, intelligente Robotersysteme unterstützt werden, wie sie in modernen flexiblen Fertigungsumgebungen Einsatz finden. Die mobilen Plattformen sind in der Regel mit kartenbasierten Navigationssystemen und 1–2 Roboterarmen ausgestattet. Diese besitzen bis zu sieben Gelenke und können auf zusätzlichen Bewegungssachsen montiert sein. Schwerpunktmaßig wird der KUKA Leichtbauroboter LBR iiwa (Intelligent Industrial Work Assistant) mit der Technologieplattform omniRob (Abbildung 1) betrachtet.

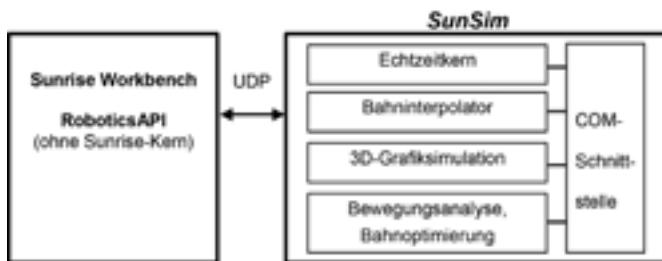
Gute Wartbarkeit und Erweiterbarkeit der Software

Eine Industriesoftware „lebt“. Sie wird in der Regel von mehreren Personen betreut und muss Erweiterungen gewachsen sein. Dies gelingt nur, wenn Architektur und Details übersichtlich, leicht verständlich und gut wartbar sind. Hauptsächlich erreicht wird dies durch Anwendung der modellbasierten Programmiermethode mit einer domänen spezifischen Programmiersprache als integralen Bestandteil. Da diese Sprachen nicht nur interpretativ, sondern auch kompiliert ausgeführt werden können, ergeben sich keine Laufzeitnachteile. Für die modellbasierte Programmierung von *SunSim* wird die technisch-wissenschaftlich Software MATLAB verwendet.

Emulierter Steuerungskern

Emulation bedeutet, dass das Verhalten einer Hardware- oder Softwarekomponente nachgebildet wird. Bezogen auf den Kern einer Robotersteuerung ergeben sich für Simulationsanwendungen mehrere Vorteile:

- Das Laufzeitverhalten des emulierten Kerns ist unkritisch, da die berechneten Simulationszeiten entscheidend sind.
- Für Entwurf und Implementierung können verbesserte Methoden wie z. B. die modellbasierte Program-

Abb. 2: Architektur von *SunSim*.

mierung angewendet werden. Dadurch ergeben sich einfachere, wartungssärmere Softwarestrukturen.

- Der emulierte Kern ist auch unter Standardbetriebssystemen wie Windows oder Linux ablauffähig.
- Die Möglichkeiten für Analyse und Optimierung der auf diese Weise simulierten Roboteroperationen sind wesentlich besser.

Plattformunabhängigkeit

Die weitgehende Plattformunabhängigkeit der Simulationssoftware ermöglicht ein breites Einsatzspektrum mit sehr unterschiedlicher Rechnerhardware und Systemsoftware. Erreicht wird dies durch mehrere Maßnahmen:

- Die Kopplung mit der Entwicklungsumgebung (z.B. Sunrise Workbench) erfolgt über ein allgemeines Netzwerkprotokoll. Dafür wird das weitverbreitete UDP-Protokoll verwendet.
- Die modellbasiert erstellte Software ist durch die Verwendung einer domänen-spezifischen Programmiersprache weitgehend plattformunabhängig.
- Zusätzlich gibt es die Möglichkeit die Simulationskomponente *SunSim* mit Hilfe von Virtuellen Maschinen zu kapseln und so auf nahezu beliebige Rechnerplattformen zu portieren.

ENTWURF UND REALISIERUNG

Architektur

Abbildung 2 zeigt die Architektur des Gesamtsystems. Sunrise Workbench und *SunSim* sind eigenständige Programme, die über UDP gekoppelt sind. *SunSim* selbst besteht aus mehreren Softwarekomponenten, die über die Komponentenschnittstelle COM (Common Object Model) kommunizieren. Diese komponentenorientierte Struktur ermöglicht einen einfachen Austausch der einzelnen Softwarekomponenten vor Ort.

Modellierung

Für die Realisierung des Geometriemodells wird eine Schnittstelle zu CAD- und 3D-Bildverarbeitungssystemen zur Verfügung gestellt. Damit können beliebige Geometrie-Flächenmodelle eingelesen und bearbeitet werden. Das Kinematikmodell wird durch Parameter für die kinematische Struktur und die Bewegungsinterpolation beschrieben. Neue Verfahralgorithmen können

jedoch auf Grund der Verwendung der technisch-wissenschaftliche Software MATLAB als zusätzliche Funktionen leicht integriert werden.

Bedienoberfläche

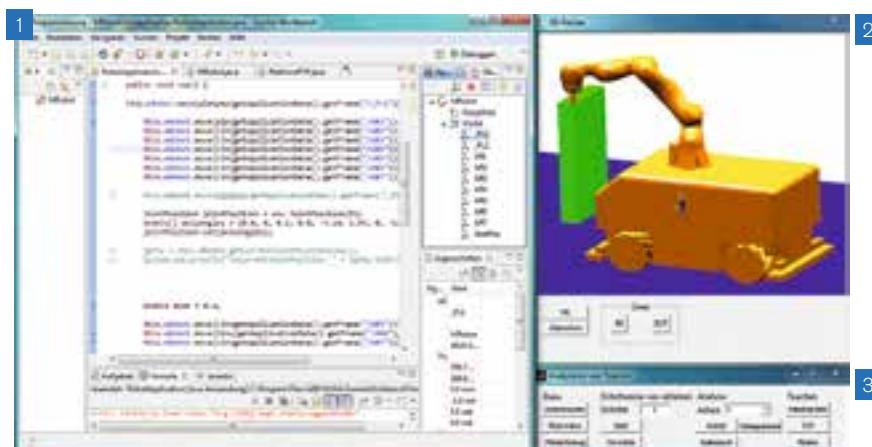
Für die Bedienung werden drei Fenster bereitgestellt (Abbildung 3). Fenster 1 stellt das Standardentwicklungssystem von KUKA Sunrise Workbench dar. Im Fenster 2 wird das 3D-Modell von *SunSim* angezeigt. Das dritte Fenster zeigt die Bedienoberfläche für die grafische Programmierung und Analyse von Roboterbewegungen.

Bedienfunktionen

Die Bedienfunktionen von *SunSim* werden an Hand einer kompletten Bedienequenz zum Erstellen und Simulieren eines Roboter-Anwendungsprogramms erklärt:

- Zunächst werden das zu programmierende Robotersystem und die Fertigungsumgebung definiert. Dazu müssen seitens der Workbench die entsprechenden Java-Klassen/Objekte und für *SunSim* die Geometrie- und Kinematikmodelle definiert werden.
- Im Fenster 1, Sunrise Workbench, werden die Stützpunkte als sog. Frames beschrieben. Davon gibt es zwei Arten. Lokale Frames, bezogen auf das jeweilige Roboterbasiskoordinatensystem, definieren die Bewegung eines Roboterarms. Globale Frames stellen Zielmarken für das Navigationssystem der mobilen Plattform dar und definieren deren Bewegung.
- Nun werden die zuvor definierten Frames initialisiert.

Abb. 3: Bedienoberfläche.



2

3



Abb. 4:
Bedienoberfläche
für die Zusatzfunktionen
in SunSim.

Die Werte für Zielpunkt und Orientierung können entweder numerisch eingegeben, von der aktuellen Position von Plattform und Arm übernommen (Teach) oder von den Werkstückgeometrien abgeleitet werden (Picken). Die in *SunSim* erzeugten Framewerte werden automatisch in die Applikationsdaten der Workbench übertragen. Abbildung 4 zeigt die grafische Bedienoberfläche für die benötigten Zusatzfunktionen von *SunSim*. Diese sind in die Gruppen Bahnabfahren, Analyse und Teachen unterteilt.

- Anschließend wird mit Java und den speziellen Zusatzbibliotheken der RoboticsAPI das Anwendungsprogramm mit allen Werkzeugoperationen und Roboterbewegungen implementiert. Die Bewegungsbefehle für mobile Plattform und Roboterarm benutzen die definierten Frames als Bewegungsvariablen.
- Das Roboterprogramm wird nun getestet und optimiert. Im Debug-Modus kann es schritt- oder abschnittsweise ausgeführt werden. Dabei werden die Bewegungsbefehle simuliert und analysiert. Dazu kann die Ausführung der Roboterbewegung wiederholt, rückwärts und in Einzelschritten ausgeführt werden.
- Achsspezifische Analysefunktionen zeigen den Verlauf von Winkel/Weg, Geschwindigkeit und Beschleunigung für jede Bewegungssachse auf. Ebenso kann der in einem kartesischen Koordinatensystem dargestellte Verlauf der Werkzeugspitze dargestellt und analysiert werden.

Simulation der globalen Navigation

Wie in den meisten Fällen ist auch die mobile Plattform omniRob von KUKA für die autonome Navigation mit zwei Laserscannern ausgestattet. Zunächst wird damit eine Karte (Layout) der Fertigungsumgebung aufgenommen. Anschließend werden die Zielmarken für die Bewegung der Plattform definiert. Dies erfolgt entweder bezogen auf die aktuelle Position der Plattform oder die Geometrie des Layouts. Während der Plattformbewegung werden die durch die Laserscanner erfassten Konturen kontinuierlich mit der gespeicherten Karte verglichen und so die aktuelle Position bestimmt.

In der Simulation entfällt das Erstellen der Karte, da das Layout bereits als CAD-Modell vorliegt. Die Zielmarken werden durch globale Frames dargestellt.

Eine Kollisionserkennung oder Anpassung der Bewegungsbahn an Kollisionsobjekte ist im Gegensatz zum Realsystem noch nicht implementiert.

WEITERARBEIT

Für die Weiterarbeit gibt es drei Schwerpunkte. Die **Simulationsmodelle** werden fortlaufend verbessert und erweitert. Dies betrifft einmal die Simulation von Plattformen mit mehreren Armen, sowie mit Armen, die auf Zusatzachsen montiert sind. Weiter sollen gleichzeitig mehrere Plattformen simuliert werden können. Die emulierten Verfahralgorithmen werden erweitert und angepasst. Zusätzlich soll ein einfaches Dynamikmodell integriert werden, das die Simulation von Kräften ermöglicht, z.B. bei Fügeoperationen.

Ein einfaches, hinreichend genaues Volumenmodell wird integriert, so dass **Kollisionserkennung** ermöglicht wird.

Ganz besonders wichtig ist die Realisierung von **Optimierungs- und Generierungsfunktionen**. Beispiele dafür sind die Glättung von geteachten Trajektorien sowie Funktionen zur automatischen Generierung von Bewegungsbahnen in Abhängigkeit der Aufgabe und der Geometrie der Fertigungsumgebung.

LITERATUR

- [HAU] Haun, M.: Handbuch Robotik. Programmieren und Einsatz intelligenter Roboter. Springer, 2007.
- [STA1] Stark, G.: Programmierung mit Matlab. Hanser, 2009.
- [STA2] Stark, G.: Steuerung und Programmierung von mobilen Robotern. Forschungsbericht Hochschule Augsburg, 2013, S. 38 ff.
- [SEU] Scheurer, C.: Kollisionsfreie Bahnplanung. Vortrag, KUKA Laboratories, Augsburg, 2013.
- [TAN] Tan, J.; Ning, X.: Unified Model Approach for Planning and Control of Mobile Manipulators. International Conference on Robotics & Automation, Seoul, Korea, 2001.
- [VID] Vidyasagar, M.; Spong, M.W.; Hutchinson, S.: Robot Modeling and Control. John Wiley & Sons, 2006.

Community-Start GLIMPSE

Aufruf zur gemeinsamen Vermessung des Internets

Das Internet ist das größte verteilte System der Welt und über die Jahre zur zentralen Kommunikationsinfrastruktur für Wirtschaft und Gesellschaft geworden. Nicht verwunderlich also, dass Regierungen, Regulierer und Interessensverbände diese kritische Infrastruktur besser verstehen und schützen wollen. Dabei ist die Erfassung und Überwachung des Zustands des Internets extrem aufwändig, denn selbst einzelne Netzbetreiber können den Zustand des gesamten Internets nicht messen. Es bedarf vieler Messstellen, die sich regelmäßig Pakete schicken, um anschließend Schlüsse aus diesem Messverkehr zu ziehen. Insbesondere braucht es Endgeräte als Messstellen, um wirklich alle Netzsegmente zu erfassen. Dazu zählen die Zugangsnetz, wie z.B. DSL oder Kabelnetze, aber auch die Kernnetze großer Netzbetreiber und die Netze von Rechenzentren, aus denen die Dienste des Internets bereitgestellt werden. Kurz gesagt, man benötigt eine Community – eine Gruppe von Menschen, die sich bereit erklären, bei diesen Messungen mitzuhelfen.

Das GLIMPSE-Projekt der Hochschule Augsburg hat hierzu eine plattformübergreifende App entwickelt, die verschiedene Messverfahren implementiert. Dazu zählen z. B. das bekannte Traceroute-Verfahren oder ein Speedtest-Verfahren und andere. Nutzer der App können diese Verfahren selbst ausführen, um z. B. den eigenen Netzanschluss zu vermessen. Zusätzlich spenden Nutzer 20 Megabyte Datenvolumen jeden Monat, damit das GLIMPSE-Projekt eigene Messungen vornehmen kann. Der Ansatz ist vom Prinzip her ähnlich zu den bekannten Projekten SETI@home oder Folding@home, bei denen CPU-Zeit gespendet wird, um extraterrestrisches Leben zu finden oder um Proteinstrukturen zu berechnen. Anstelle von CPU-Zeit wird im GLIMPSE-

Projekt jedoch Bandbreite gespendet. Bei heute üblichen Flat-Rate-Tarifen und oft hohen Bandbreiten im ein- bis zweistelligen Megabit-Bereich sind solche Spenden typischerweise mit keinen Kosten und keinen merklichen Beeinträchtigungen für die Nutzer der App verbunden.

Die App und alle Messverfahren greifen dabei nicht auf die vom Endnutzer erzeugten Daten zurück. Das heißt, es wird nicht protokolliert, welche Webseiten besucht werden und welche Inhalte empfangen und gesendet werden. Der gesamte für Messungen benötigte Datenverkehr wird von der App selbst erzeugt und alle Messergebnisse sind für den Nutzer auf der Projekt-Webseite einsehbar. Messergebnisse werden darüber hinaus aggregiert und der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt. Dabei wird sichergestellt, dass die Beiträge einzelner Nutzer nicht nachvollziehbar sind.

Das GLIMPSE-Projekt selbst ist Teil eines großen EU-Projekts. Die App, das Back-End, die Webseite wurden allesamt jedoch von Studenten und Mitarbeitern der Hochschule entwickelt und getestet. Studenten der Fakultät für Gestaltung haben ein Video produziert, welches die Ziele des GLIMPSE-Projekts griffig erklärt. Die App befindet sich derzeit im Beta-Stadium und geht bald in den regulären Betrieb über. Was nun noch fehlt, ist die Community, denn mit jedem weiteren Nutzer kann das GLIMPSE -Projekt bessere Aussagen über den Zustand des Internet machen.

Daher ist dieser Artikel auch als ein Aufruf zu verstehen. Wer Interesse hat, dem GLIMPSE-Projekt zu helfen, das Internet besser zu verstehen und Teil der GLIMPSE-Community zu werden, der ist eingeladen sich auf der Projekt Web-Seite www.measure-it.net zu informieren, die App zu installieren und einen Beitrag zu leisten, das Internet besser zu machen.



Prof. Dr. Rolf Winter

Hochschule Augsburg

Fakultät für Informatik
Telefon +49(0)821 5586-3441
rolf.winter@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- Netzwerkarchitekturen
- Internetprotokolle
- Routing & Switching
- Energiemanagement

Die Forschungsgruppe HSASec spezialisiert sich auf den regionalen Mittelstand

Forschungsgruppe IT und Forensik der Hochschule Augsburg



Die Schwerpunkte der HSASec liegen hauptsächlich in der Vertiefung von spezifischen Themen der IT-Sicherheit. Dies erfolgt in Zusammenarbeit mit Partnern aus der Wirtschaft und mit anderen Hochschul- und Forschungseinrichtungen, um Wissenstransfer durch Beratung von Firmen und Nachwuchsförderung für die Region sicherzustellen. Unser Fokus liegt dabei auf dem Bereitstellen eines Kompetenzzentrums für Industrie Automationssicherheit und IT Forensik sowie Secure Product Lifecycle und Secure Software Development.

**Prof. Dr. Gordon
Thomas Rohrmair**

Hochschule Augsburg

Fakultät für Informatik
Telefon +49(0)821 5586-3211
gordonthomas.rohrmair@hs-augsburg.de
www.hsasec.de

Forschungsschwerpunkte

- IT Sicherheit
- IT Forensik

der Fall Stuxnet macht deutlich, welche weitreichenden Folgen ein Sabotageakt haben kann. Da die Region Bayrisch-Schwaben eine produktions-intensive Region ist, ist sie von diesen Entwicklungen besonders betroffen. Thematisch forscht und berät die HSASec regionale Partner in genau diesem Themenfeld, um das Know-how in der Region zu verankern.

Besonders das vom Bundeswirtschaftsministerium geförderte Projekt eBusiness Lotse kommt diesem Anspruch nach (www.ebusinesslotse-schwaben.de). In diesem Projekt unterstützen wir den Mittelstand in Schwaben bei der Klärung von IT Sicherheitsfragenstellungen. In dem deutschlandweiten Netzwerk der eBusiness Lotsen hat die HSASec die Vorreiterrolle im Bereich Industrial IT Security übernommen.

Einen Auszug aus den Kooperationsprojekten bzw. Veranstaltungen finden Sie auf den folgenden Seiten. Weiterführende Informationen über spannende Projekte mit dem in der Region ansässigen Mittelstand finden Sie auf unserer Webseite: www.hsasec.de.



Die HSASec ist die Forschungsgruppe IT-Security und Forensik der Hochschule Augsburg. Mit derzeit rund 15 ständigen Mitgliedern ist sie sowohl im wissenschaftlichen als auch im Dienstleistungsbereich tätig.

➤ HSASec

eBusiness Lotse

Das eKompetenz-Netzwerk für Unternehmen der Region

Der eBusiness Lotse Schwaben ist Teil der Initiative „eKompetenz-Netzwerk für Unternehmen“, einer Förderinitiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi). 38 regionale eBusiness-Lotsen haben die Aufgabe übernommen, mittelständischen Unternehmen deutschlandweit anbieterneutrale und praxisnahe Informationen für die Nutzung moderner Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) zur Verfügung zu stellen. Dem eBusiness Lotse Schwaben, dem neben der Hochschule Augsburg auch die Universität Augsburg und der Augsburger aiti-Park angehören, stellt schwerpunkt-mäßig Informationen zu den Themengebieten IT Security, Cloud-Computing und mobiles Arbeiten bereit.

Der Security-Aspekt wird hierbei von der HSASec bearbeitet, der Forschungsgruppe IT-Security und Forensik der Hochschule Augsburg. Dazu werden zielgruppenorientierte Vorträge aus den Bereichen allgemeine IT Security, organisatorische Maßnahmen, mobile Device Security und Web-Applikations-Sicherheit angeboten.

Um das zu vermittelnde Wissen konkret und die notwendige Transferleistung der Teilnehmer möglichst gering zu halten, wurden zu jedem der Vortragsthemen individuelle Demonstratoren entwickelt. So wird beispielsweise live vorgeführt, wie mit einem trojanisierten Mobiltelefon, mittels eines mehrstufigen Angriffs, ein Virus in einem Firmennetzwerk ausgesetzt oder über eine unzureichend gesicherte Webseite komplett Server kompromittiert werden können. Ist dieses einem potentiellen Angreifer erst mal gelungen, stehen ihm viele weitere Angriffsvektoren innerhalb des Netzwerks zur Verfügung, die sowohl die Firma selbst aber zum Beispiel auch Kunden oder Besucher der Internetseite betreffen können.

Die Tiefe der Vorträge variiert stark mit der jeweiligen Zielgruppe. Während es häufig Vorträge für vollkommen unerfahrene Nutzer gibt, werden auch tiefergehende Vorträge für Personen aus dem Bereich der Softwareentwicklung oder anderen Gruppen mit Sicherheitsfokus angeboten.

Im Rahmen des eBusiness Lotsen Schwaben wurde beispielsweise im Juli eine Summer School zum Thema IT Forensik angeboten. Diese Veranstaltung richtete sich sowohl an Einsteiger, als auch an bereits erfahrene

Benutzer aus Industrie und Forschung. Auf der Summer School wurden neben Fachvorträgen von Anwälten und beruflichen IT-Forensikern auch Praktika zum selbst probieren, Erfahrungen sammeln oder ausloten technischer Möglichkeiten angeboten (www.summerschool2014.de).

Durch die Zusammenarbeit mit der HSASec erhält der eBusiness Lotse Schwaben Zugriff auf qualifizierte Referenten, Anschauungsmaterial, Praxisbeispiele und Demonstratoren, anhand derer sich komplizierte Sachverhalte schrittweise beschreiben und erläutern lassen.



Sebastian Kraemer, M.Sc.

Hochschule Augsburg

Fakultät für Informatik

Telefon +49(0)821 5586-3132

sebastian.kraemer@

hs-augsburg.de



SmartPhone-Based attacks against networks

Mobiltelefone als lukratives Angriffsziel für Hacker



Sebastian Kraemer, M.Sc.

Hochschule Augsburg

Fakultät für Informatik

Telefon +49(0)821 5586-3132

sebastian.kraemer@hs-augsburg.de

Smartphones sind mittlerweile unser ständiger Begleiter geworden. Egal ob privat oder in der Arbeit, das Handy ist nahezu ausnahmslos mit dabei. Umso erstaunlicher ist es, dass sich die Besitzer häufig gar nicht bewusst sind, was für ein enormes Schadpotential ein gestohlenes, verlorenes oder kompromittierendes Mobiltelefon birgt.

DAS HANDY ALS DATENSAMMLER

Neben den ursprünglichen Funktionen eines klassischen Telefons kann ein Handy Fotos machen, hat häufig Zugriff auf die Mails des Besitzers, managt Instant-Messaging-Programme wie Skype oder WhatsApp, bietet eine Schnittstelle zu sozialen Netzwerken und kann im Firmenumfeld oft mit Datei- und Verbindungsfreigaben umgehen. Nicht zuletzt kennt das Telefon unsere Kontakte, unseren Kalender, weiß, wann wir wo mit wem sprechen und kann sogar bei ausgeschalteten GPS unseren Standort metergenau ermitteln. Kurz gesagt – Mobiltelefone sind so enorme Datensammlungen, dass Sie für Angreifer zu einem lohnenswerten Ziel geworden sind.

DAS ZIEL

Im Rahmen eines Projekts hat die HSASec einen Angriffsvektor untersucht, der ein ungesichertes Smartphone als Einstiegspunkt nutzen sollte. Ziel war es, neben dem unbemerkten Abschöpfen von Informationen auch einen dauerhaften Zugang zu dem fiktiven Firmennetzwerk zu etablieren.

DER ANGRIFF

Hierfür wurde ein frei verfügbarer Handytrojaner (Flexispy) auf dem Smartphone des potentiellen Opfers installiert. Nach der Installation versteckt sich die Schadsoftware im System und übermittelt in regelmäßigen

Abständen Informationen über Anrufe, Kurznachrichten, Aufenthaltsort, Mails und vieles mehr an einen ausländischen Server. Diese Daten können dort mittels einer einfach zu bedienenden Internetseite eingesehen und das Handy auch aus der Ferne programmiert werden. Durch den auf dem Handy installierten Mail-Client, der auch von dem Trojaner beobachtet wird, erhält der Angreifer Zugang zu dem Postfach des Opfers.

NÄCHSTE ANGRIFFSSTUFE

Im nächsten Schritt konnte der Angreifer über eine Liste der installierten Apps ermitteln, dass das Smartphone mit einem Dropbox-Konto verknüpft ist. Ein kurzer Test auf der Dropbox-Webseite mit der Passwort-vergessen-Funktion zeigte, dass das auf dem Handy installierte Postfach tatsächlich auch das Postfach war, an das die Kennwort-Rücksetz-Mail geschickt wurde. Von nun an ging alles sehr einfach: Bei Dropbox melden wir, dass wir unser Kennwort vergessen hätten und es gerne zurücksetzen würden. Daraufhin sendete die Seite eine Mail mit einem entsprechenden Rücksetz-Link an das Postfach, auf das wir mittels des Handytrojaners bereits Zugriff hatten. So konnten wir den Link verwenden und das Kennwort ändern. Anschließend löschten wir die Mail auf dem Handy des Opfers auf der Ferne. Von nun an hatten wir Zugriff auf den Dropbox-Account.

DER VIRUS IM NETZWERK

Anschließend platzierten wir eine PDF-Datei mit dem interessant klingenden Titel „Personaleinsparungen2014.pdf“ in der Dropbox. Sofort wurde das Dokument auf alle angeschlossene Clients repliziert – auch auf die innerhalb der Firma. Das außergewöhnliche an dem PDF neben ihrem Namen war, dass wir einen Virus darin integriert hatten. Direkt nach dem Versuch eines Benutzers, das Dokument zu lesen, erhielten wir von dem Client-PC aus eine eingehende Verbindung an unserem Steuer-Rechner. Von dort aus konnten wir den Rechner, der das mit ausführbarem Inhalt versehene PDF geöffnet hatte, fernsteuern und von hier aus schrittweise weiter in das Firmennetzwerk vordringen.

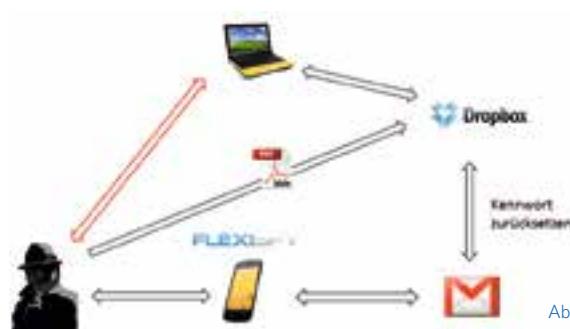


Abb.: Flexispy im Einsatz.

FAZIT

Durch diesen Demo-Angriff sollen verschiedene Fakten gezeigt werden. Zuerst, dass für Angriffe gegen Mobiltelefone häufig kein großes Fachwissen oder Equipment notwendig ist. Der beschriebene Angriff kostete in seiner kompletten Durchführung nur um die 150 Euro. Zudem soll gezeigt werden, dass Mobiltelefone für Angreifer lohnenswerte Ziele sind und die Reichweite solcher Aktionen auch weit über die nur im Telefon gespeicherten Daten hinaus reichen kann.

Mobiltelefone sind mittlerweile vollwertige Computer geworden und sollten auch so behandelt werden. Das bedeutet konkret: Regelmäßige Updates und VirensScanner sind Pflicht! Im Firmenumfeld sollten Geräte nur mit Mobile-Device-Management-Strategien betrieben werden. Wer sein Smartphone auf andere Weise betreibt, muss sich des deutlich erhöhten Risikos bewusst sein.

Steigern Sie Ihr Image und erhöhen Sie Ihre Bekanntheit mit dem Jahresbericht der Hochschule Augsburg!

Mit Ihrer Anzeige im Jahresbericht der Hochschule Augsburg erreichen Sie interne und externe Leser: Studierende, Hochschulrat, Mitarbeiter der Hochschule, Mitglieder des Fördervereins, Partner der Wirtschaft, Multiplikatoren aus Politik und Medien, Wissenschaftler und Mitarbeiter aller Hochschulen in Bayern.



Erscheinung:
5. Dezember 2014

Anzeigen- und Druckunterlagenschluss:
20. November 2014

Hochschule
Augsburg University of
Applied Sciences

tea transfer einrichtungen augsburg

DIE HOCHSCHUL-TRANSFER-EINRICHTUNGEN AUGSBURG

INNOVATIONSANGEBOTE
AUS DER REGION

< tea >

>> INNOVATION UND KNOW-HOW
FÜR IHR UNTERNEHMEN!
TRANSFER EINRICHTUNGEN AUGSBURG –
WIRTSCHAFT UND WISSENSCHAFT VERNETZT

TEA-Netzwerk c/o Regio Augsburg Wirtschaft GmbH
Karstrasse 2 | 86150 Augsburg
Tel. 0821 45010 224 | E-Mail tea@region-A3.com

WWW.TEA-TRANSFER.DE

AMU DLR FZG Fraunhofer
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
Hochschule Augsburg University of Applied Sciences
Material Resource Management
Fraunhofer A3

Arbeitsspeicherforensik

Forsensische Sicherung und Auswertung flüchtiger Daten



Peter Schulik

Hochschule Augsburg

Fakultät für Informatik

Telefon +49(0)821 5586-3616
peter.schulik@hs-augsburg.de

Die digitale Forensik untersucht Fragestellungen des Rechtssystems in Bezug auf Straftaten, die mit Hilfe von IT-Systemen begangen wurden. Die klassische Vorgehensweise bei einem erkannten IT-Vorfall besteht dabei aus der Sicherung und nachträglichen Analyse von persistenten Datenträgern. Diese Prozedur ist jedoch nicht mehr zeitgemäß, da mehrere Faktoren eine nachträgliche Analyse des persistenten Speichers lange hinauszögern oder gar unmöglich machen. Abhilfe kann hierbei die Sicherung und Analyse der flüchtigen Daten im Arbeitsspeicher schaffen. Dieses relativ junge Feld der digitalen Forensik wird derzeit an der Hochschule Augsburg durch die HSASec aktiv erforscht und ausgebaut.

HERAUSFORDERUNGEN DER DIGITALEN FORENSIK

Viele forensische Leitfäden empfehlen als optimale Vorgehensweise zur Behandlung eines IT-Vorfalls den Stromstecker zu ziehen, eine bitgenaue Kopie aller persistenten Datenträger inklusive Prüfsummen anzufertigen und eine nachträgliche Analyse dieser Datenträger im forensischen Labor zu tätigen. Oftmals reicht diese Vorgehensweise nicht mehr aus, um den aktuellen Herausforderungen der digitalen Forensik zu begegnen. Zu diesen Herausforderungen gehören unter anderem die steigende Kapazität von Festplatten, der Einsatz von Festplattenverschlüsselung, nicht persistente Malware oder auch kritische Systeme, die nicht abgeschaltet werden dürfen.

Durch die Trennung der Stromzufuhr geht eine Vielzahl an vitalen Informationen verloren, die den aktuellen Zustand des Systems wiederspiegeln. Zu diesen flüchtigen Informationen können beispielsweise laufende Programme, offene Netzwerkverbindungen oder die Passphrase für die Laufwerksverschlüsselung gehören. Ohne diese Informa-

Abb.: Auflistung der laufenden Prozesse eines kompromittierten Systems.

Offset	Name	Pid	Uid	Gid	Dts	Start Time
0x00000000	ashd	1687	0	0	0x00000000	2013-02-06 12:04:43 UTC+0000
0x00000000	ectld	1942	0	103	0x00000000	2013-02-06 12:04:46 UTC+0000
0x00000000	cron	1973	0	0	0x00000000	2013-02-06 12:04:45 UTC+0000
0x00000000	logins	1990	0	0	0x00000000	2013-02-06 12:04:45 UTC+0000
0x00000000	getty	1992	0	0	0x00000000	2013-02-06 12:04:45 UTC+0000
0x00000000	getty	1994	0	0	0x00000000	2013-02-06 12:04:45 UTC+0000
0x00000000	getty	1996	0	0	0x00000000	2013-02-06 12:04:45 UTC+0000
0x00000000	getty	1998	0	0	0x00000000	2013-02-06 12:04:45 UTC+0000
0x00000000	getty	2000	0	0	0x00000000	2013-02-06 12:04:45 UTC+0000
0x00000000	bash	2042	0	0	0x00000000	2013-02-06 14:04:30 UTC+0000
0x00000000	sh	2043	0	0	0x00000000	2013-02-06 14:04:33 UTC+0000
0x00000000	nmedn	2108	0	0	0x00000000	2013-02-06 14:42:27 UTC+0000
0x00000000	nc	2109	0	0	0x00000000	2013-02-06 14:42:27 UTC+0000

tionen ist eine forensische Untersuchung in einem zeitlich annehmbaren Rahmen kaum noch durchzuführen. Aus diesem Grund sollte vor dem Abschalten des Systems abgeschätzt werden, welche Rolle die flüchtigen Informationen für eine nachträgliche Untersuchung spielen.

SICHERUNG FLÜCHTIGER INFORMATIONEN

Eine Möglichkeit, die nicht persistenten Daten eines Rechners zu sichten, bietet der Live Response. Darunter versteht man das Abrufen der flüchtigen Informationen direkt am System. Dieses Vorgehen beinhaltet jedoch einige Einschränkungen. So kann auf dem Rechner befindliche Schadsoftware die Ausgabe der forensischen Werkzeuge verfälschen und somit seine Präsenz verborgen. Zusätzlich verursachen die Aktionen des Ermittlers Veränderungen am Systemzustand. Aus diesem Grund ist es wichtig jeden einzelnen Schritt am System zu dokumentieren, um später die vom Forensiker generierten Spuren eindeutig zuordnen zu können.

Ein alternativer Ansatz zur Sicherung und Analyse der flüchtigen Daten besteht in der Erstellung eines Arbeitsspeicherabildes. Dabei wird der komplette Arbeitsspeicherinhalt ähnlich wie bei der klassischen Festplattenforensik in eine Imagedatei gesichert. Dies hat zum einen den Vorteil, dass die forensische Analyse vom betroffenen System entkoppelt wird und Schadsoftware nicht mehr die Möglichkeit hat, die Ausgabe der Analysewerkzeuge zu manipulieren. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse. Mit Hilfe des Speicherabildes ist es im Nachhinein möglich, dass ein zusätzlicher Gutachter die Ergebnisse einer forensischen Analyse verifizieren kann. Aber auch eine nachträgliche Untersuchung des Arbeitsspeichers mit neuen Fragestellungen ist möglich. Die Sicherung des flüchtigen Speichers kann entweder softwarebasiert mit Werkzeugen wie MoonSols Windows Memory Toolkit [1], LiME [2], Mac Memoryze [3] oder hardwarebasiert unter Verwendung von Technologien mit Direct Memory Access (DMA) wie beispielsweise FireWire [4] erfolgen.

ANALYSE DER ARBEITSSPEICHERINHALTE

Nachdem ein Abbild des flüchtigen Speichers erstellt wurde, erfolgt im darauffolgenden Schritt die Analyse. Dabei wird nach Spuren gesucht, die ein Angreifer oder

Schadsoftware auf dem System hinterlassen hat. Das Framework mit dem aktuell größten Funktionsumfang für die Analyse ist volatility [5]. Es ist frei verfügbar, durch eigene Plugins erweiterbar und bietet die Möglichkeit Windows, Linux, Mac OS und Android Speicherabbilder zu untersuchen. Mit Hilfe eines Speicherabildes und volatility kann ein Forensiker nachträglich feststellen, welche Programme auf dem System liefen oder sich alle offenen Netzwerkverbindungen zum Zeitpunkt der Speicherakquise anzeigen lassen. Die Abbildung zeigt die laufenden Prozesse eines kompromittierten Servers. Wie zu sehen ist, hinterlässt auch das Werkzeug „memdump“, das der Forensiker zur Sicherung verwendet hat, Spuren auf dem System. Diese flüchtigen Informationen wären nach der Abschaltung des Systems und ohne Speicherabild nachträglich nicht mehr verfügbar.

AUSBLICK

Die Sicherung des Arbeitsspeichers und nachträgliche Analyse bietet Ermittlern ein mächtiges Werkzeug um mit den Herausforderungen der heutigen Forensik umzugehen. So ist es mit Hilfe einer relativ kleinen Datenmenge

möglich, einen Angriff zu identifizieren. Aber auch nicht persistente Schadsoftware, die keine oder nur verschlüsselte Daten auf die Festplatte schreibt, kann mit dieser Vorgehensweise ausfindig gemacht werden. In künftigen Projekten soll untersucht werden, mit welchen Methoden ein Angreifer eine forensische Akquise des Arbeitsspeichers detektieren und behindern kann. Zusätzlich sollen die Änderungen am System durch die Sicherung minimiert werden. Insgesamt ist es das Ziel, die Techniken zur Speicherakquise zu optimieren. Aber auch die Entwicklung von Plugins für volatility zur Malware-Detektion oder zur Extraktion von flüchtigen Informationen wie zum Beispiel Chatsitzungen sind Teil künftiger Projekte der HSAsec im Bereich der Arbeitsspeicheranalyse.

QUELLEN

- [1] <http://www.moonsols.com/windows-memory-toolkit/>
- [2] <https://code.google.com/p/lime-forensics/>
- [3] <https://www.mandiant.com/resources/download/mac-memoryze>
- [4] <http://www.breaknenter.org/projects/inception/>
- [5] <https://code.google.com/p/volatility>

Wer sonst
denkt an die neue
Energie-Generation?

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

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

Ihre Stadtwerke

Carina
aus Kriegshaber

Gertraud Schmid
Leiterin Energie-
management

Von hier. Für uns.

Eine Methodik zum Testen der Informationssicherheit in kritischen Infrastrukturen

Fallstudie einer Querverbundleitstelle



Benjamin Kahler

Hochschule Augsburg

Fakultät für Informatik

Telefon +49(0)821 5586-3462

benjamin.kahler@

hs-augsburg.de

www.hsasec.de

Durch die zunehmendere Vernetzung und die Globalisierung der digitalen Welt treten viele neue Herausforderungen für die Betreiber kritischer Infrastrukturen in den Vordergrund. Der Cyberterrorismus und der Cyberwarfare bedrohen zunehmend kritische Infrastrukturen. Um dem entgegenzuwirken, ist die klassische IT-Security als alleiniges Mittel nicht mehr adäquat. Entsprechende Sicherheitsmaßnahmen müssen ab sofort immer auch den Gesamtkontext der Informationssicherheit berücksichtigen. Dieser Bericht soll aufzeigen wie eine Testmethodik nach gängigen Normen (ISO/IEC 27001 und deren Ergänzungen) entwickelt und im Einsatz getestet wurde.

GESETZLICHE ANFORDERUNGEN

Um unsicheren Versorgungsnetzen entgegenzuwirken, hat der Gesetzgeber mit dem §11a des EnWG bereits eine Anforderung an Energiemetztreiber¹ herausgegeben. Der dazugehörige Sicherheitskatalog durch die BNetzA besteht momentan zwar nur als Entwurf, fordert aber bereits die Einführung eines Informationssicherheits-Managementsystems (ISMS) nach der Norm ISO/IEC 27001 [1]. Dieses System soll sicherstellen, dass alle Maßnahmen die zur Sicherung von Informationen getroffen wurden auch adäquat und funktional sind.

Als oberstes Ziel der Informationssicherheit muss immer gelten, dass bestehende Informations-Assets nach wirtschaftlichen Faktoren geschützt werden. Dies sind alle Unternehmenswerte, welche kritische Informationen enthalten. Die im Unternehmen vorhandenen Daten stellen jedoch nur einen Bruchteil der Menge an Assets dar. Auch Netzwerkpläne, Systemkonfigurationen, Know-How etc. sind schützenswert und sollten bei einer Sicherheitsüberprüfung berücksichtigt werden.

Als kritische Infrastrukturen werden durch das Bundesamt für Bevölkerungs- und Katastrophenschutz (BBK) sowie durch das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) verschiedene Sektoren genannt (s. Abbildung). Dieser Bericht bezieht sich zwar auf eine Querverbundleitwarte und damit auf die Energiesparte; die gewählte Testmethodik ist aber ebenso auf Sektoren wie Gesundheit, Transport und Verkehr sowie andere Sparten anwendbar.

Im Folgenden soll gezeigt werden, unter welchen Bedingungen eine Sicherheitsüberprüfung in kriti-

schen Infrastrukturen stattfinden kann. Im Gegensatz zum klassischen Penetrationstest sind hier zum einen zusätzliche Anforderungen zu beachten, zum anderen ist besondere Vorsicht geboten. Der klassische Penetrationstest ist ein Mittel der Sicherheitsüberprüfung, in dessen Rahmen IT-Systeme eines Auftraggebers angegriffen werden. Hierbei wird versucht, technische und organisatorische Schwachstellen des angegriffenen Unternehmens auszunutzen. Die Vorgehensweise der HSASec bei solch einem Test lehnt sich – deckungsgleich mit den gängigen Penetrationsteststandards² – an dem Vorgehen eines Hackers an.

In kritischen Infrastrukturen ist ein solches Vorgehen nicht angebracht. Aufgrund der fragilen Komponenten und den hohen Ausfallrisiken besonders in Produktivumgebungen, ist ein aggressives Scan-Verhalten nicht sinnvoll. Weiterhin muss beachtet werden, dass gerade hier der Wunsch nach organisationaler und technischer Informationssicherheit gegeben ist. Um dem nachzukommen lehnt sich die hier dargestellte Methodik an den entsprechenden Normen an [1]. Als branchenspezifische Ergänzung wird jeweils die dazugehörige Erweiterung gewählt. Im Energiesektor entspricht dies beispielsweise der Norm ISO/IEC TR 27019 [3].

Die erste Maßnahme bei einem Test dieser Art wird immer die Identifikation der jeweiligen Assets sein, falls dies noch nicht geschehen ist. Auf Basis dieser Assets kann dann eine Voranalyse getätigter werden, um zu entscheiden, welche Assets am unternehmenskritischsten sind. Diese kritischen Assets³ stellen die Kronjuwelen des Unternehmens dar. Eine besondere Überprüfung dieser ist durchaus angebracht. Als Beispiel dient eine Querverbundleitstelle, in welcher sowohl die Netze der kabelgebundenen Medien (Strom) als auch das Netz der rohrgebundenen Medien (Erdgas, Wasser, etc.) gesteuert werden.

Diese grundlegende Anforderung soll die sichere Netzführung aus der Querverbundleitstelle garantieren. Besonders im Fall der Störungsbeseitigung muss gewährleistet werden, dass die Systeme integer und verfügbar sind. Daraus ergeben sich schlussendlich die beiden Basis-Bedrohungen:

- Ausfall der Leitstelle durch Fremdeinwirkung; Beispielsweise Malware, DoS-Angriffe, Hacking-Angriffe

¹ Hier im speziellen: Strom- und Gasnetzbetreiber

² PTES, OSSTMM (www.pentest-standard.com, www.osstmm.com)

³ Im Englischen auch als „materialities“ benannt

⁴ Auch bekannt als „Least-Privilege“-Prinzip.

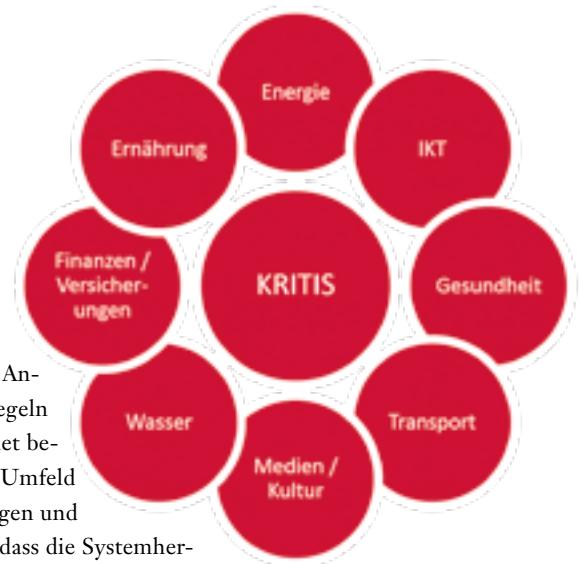


Abb.: Kritische Infrastrukturen wie Sie durch BBK und BSI in UP KRITIS definiert wurden [2].

aber auch höhere Gewalt wie Unwetter, Brand und Hochwasser

■ Ausfall der Leitstelle durch Selbstverschulden: Fehlerhafte Bedienung, fehlerbehaftete Implementierung

DER MASSNAHMENKATALOG AUS DEN NORMEN

Um diesen Bedrohungen gerecht zu werden, ist in [1] ein Maßnahmen-Katalog mit 114 sogenannten Controls enthalten. Die branchenspezifische Erweiterung aus [3] enthält weitere 15 Controls, welche speziell auf die Bedürfnisse von Energiemetzbetreibern zugeschnitten sind. Diese Controls stellen einen Maßnahmenkatalog dar, um jeweils ein bestimmtes Sicherheitsziel zu erreichen.

Die jeweils implementierten Maßnahmen aus diesem Katalog können sich von Organisation zu Organisation unterscheiden. Nach [1] steht es den Organisationen frei, nur die Maßnahmen zu implementieren, welche nach einer Risikobewertung verantwortbar sind. Aufgrund dieser Differenzen zwischen verschiedenen Organisationen ist es unabdinglich, einen auf die Organisation abgestimmten Audit- und Testplan zu erstellen.

ERSTELLUNG EINES TEST- UND AUDITPLANS

Dieser Testplan muss berücksichtigen, dass es für jedes ISO-Control zwei Möglichkeiten zur Implementierung gibt. Zum einen können die Controls mit technischen Lösungen implementiert werden, zum anderen sind bei vielen auch organisatorische Lösungen denkbar. Hier gilt es herauszufinden, wie welches Control implementiert wurde. Daraus lässt sich dann ein Testverfahren entwickeln, um dann daraus den Testplan aufzubauen.

An unserer beispielhaften Querverbundleitstelle kann gezeigt werden, wie technische oder organisatorische Sicherheitslösungen überprüft werden können. Mit dem Control A.9.2.3 (Management privilegierter Zugriffsrechte) beispielsweise sollen Accounts mit hohen Zugriffsrechten so verwaltet werden, dass ihre Verwendung restriktiv gehandhabt und kontrolliert werden kann.

Die technische Umsetzung dieses Prinzips⁴ entspricht dem Einsatz von Virensaltern und der entsprechenden Konfiguration dieser Scanner, um neben der Detektion und Prävention auch Bereinigungsfunktionen zur Verfügung zu haben. Eine organisatorische Umsetzung wäre, eine entsprechende Sicherheitsleit-

linie herauszugeben, die den Umgang mit mobilen Datenträgern und E-Mail Anhängen sowie Verhaltensregeln für das Browsen im Internet beinhaltet kann. Gerade im Umfeld von Automatisierungsanlagen und Leitstellen kommt es vor, dass die Systemhersteller aus Performancegründen auf Virenschutzkonzepte verzichtet haben.

Technisch: Hierzu können die entsprechenden technischen Sicherheitsmechanismen mittels sogenannten „Credentialled Scans“ getestet werden. Credentialled Scans haben den Vorteil sie viel ausfallsicherer gegenüber normalen Schwachstellenscans sind. Anstatt von außen Exploits und Schadsoftware gegen die Systeme auszuführen, loggt sich der Pentester (oder sein automatisiertes Tool) auf dem System ein, kopiert sich die Konfigurationsdateien und analysiert diese offline. Einfache Dateikopien sind nicht als ausfallkritisch einzustufen. Anhand der Ergebnisse kann nun bewertet werden, wie gut die entsprechenden Maßnahmen greifen.

Organisatorisch: Diese Maßnahmen können nur im persönlichen Gespräch oder Interview überprüft werden. Wichtig ist es hier, nicht nur die Personen zu interviewen, welche die Richtlinie erstellt haben, sondern auch deren Nutzer. Geklärt werden muss, ob die Richtlinie allen Nutzern bekannt ist und ob diese sich an die Richtlinie halten und Vorfälle entsprechend dokumentiert werden. Ebenso muss ein Nachweis über die manuelle Bereinigung von Systemen vorhanden sein.

Alle weiteren Controls können ähnlich überprüft werden, es sind aber auch Mischkonzepte aus nicht nur rein technischen oder rein organisatorischen Maßnahmen denkbar. Der aus diesen Controls entwickelte Testplan kann nun Schritt für Schritt abgearbeitet werden.

Abschließend lässt sich sagen, dass ein Sicherheitstest nach [1] und [3] aufgrund kommender gesetzlicher Anforderungen (§ 11a EnWG) gerade im Energiesektor ein notwendiger Schritt zur Gesetzeskonformität wird. Weiterhin muss gesagt werden, dass die Kombination aus [1] und [2] weit über den aktuell verwendeten Sicherheitsstandard – das BDEW Whitepaper – hinausgeht.

[1] ISO/IEC 27001:2013(E)
Information technology — Security techniques — Information security management systems — Requirements, 01.10.2013

[2] BBK/BSI, Flyer UP KRITIS, <http://tinyurl.com/hsasecupritis> (letzter Zugriff: 21.07.2014)

[3] ISO/IEC 27019:2011(E)
Information technology — Security techniques — Information security management guidelines based on ISO/IEC 27002 for process control systems specific to the energy utility industry, 15.07.2013

Praktische Betrachtung von Cyber-Angriffen auf industrielle Kontrollsysteme

Wer greift welche Industriesysteme mit welchen Mitteln an?



Andreas Seiler, B.Sc.

Hochschule Augsburg

Fakultät für Informatik

Telefon: +49 821 5586 3478

andreas.seiler@hs-augsburg.de

www.hsasec.de

In den letzten Jahren wurde immer wieder über die man gelhafte IT-Sicherheit von industriellen Kontrollsystemen (ICS) und ihren Komponenten berichtet. Um sicherere Systeme und bessere Abwehrmaßnahmen entwickeln zu können, ist es wichtig, den Feind zu kennen. Dazu werden Angriffe auf Industrieanlagen analysiert, Angreifer identifi ziert und deren Mittel näher betrachtet.

REALE VORFÄLLE

Damit nicht immer wieder dieselben Fehler gemacht werden, ist es wichtig, aus realen Vorfällen zu lernen. Das Problem in Bezug auf IT-Sicherheitsvorfälle im industriellen Bereich besteht darin, dass nur wenige Detailinformationen bekannt sind. Zum einen liegt das daran, dass Angriffe oft nicht als solche erkannt wurden. Zum anderen will man aus Reputationsgründen solche Vorfälle gerne vertraulich behandeln. Es existieren jedoch Anlaufstellen, bei denen man Vorfälle melden und Informationen darüber anonymisiert mitteilen kann.

■ The Repository of Industrial Security Incidents

(RISI): Über das RISI-Portal können Betroffene Vorfälle online anonymisiert melden. Die Statistiken

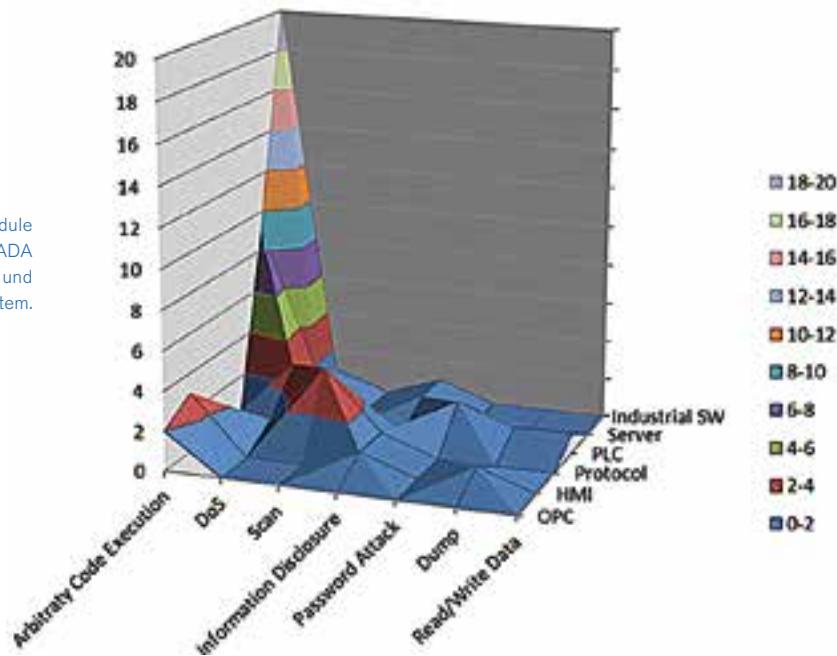
und Ergebnisse der Analyse von Vorfällen sind aber leider kostenpflichtig.

- **ICS-CERT Reports:** Das Industrial Control Systems Cyber Emergency Response Team bietet öffentlich zugängliche Berichte an, in denen sie Beispiele und Statistiken über die Unterstützung bei der Aufklärung beschreiben.
- **BSI Meldestelle für Cyber-Angriffe:** Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik betreibt eine Meldestelle im Rahmen der Allianz für Cyber-Sicherheit und veröffentlicht ihre Erkenntnisse in den Top 10 Bedrohungen der industriellen IT.
- **Nachrichten:** Vereinzelt findet man Informationen von realen Vorfällen auf verschiedenen News-Seiten. Diese Informationen sind aber meist sehr ungenau und können teilweise nicht bewiesen werden.
- **ICS Honeypots:** Diese Systeme simulieren das Verhalten realer Industrieanlagen und zeichnen im Fall von Angriffen das Vorgehen des Angreifers auf.

ANGREIFER

Die in der Literatur beschriebenen Angreifer-Typen reichen von Skriptkiddies über Cyber-Kriminelle bis hin zu staatlichen Geheimdiensten. Bei realen Vorfällen zeigt sich

Abb.: Metasploit-Module betreffend ICS / SCADA nach Angriffstyp und Zielsystem.



jedoch häufig, dass Mitarbeiter, ehemalige Mitarbeiter oder Malware die häufigste Bedrohung darstellen. Dies kann aber nicht verallgemeinert werden, da Angriffe oft nicht erkannt oder untersucht werden. In der Praxis muss man für jede Anlage speziell überlegen, wer welche Interessen daran hat und als potenzieller Angreifer betrachtet werden muss.

ANGRIFFE-TYPEN UND -PHASEN

Grundsätzlich kann man zwischen lokalen Angriffen, bei dem der Angreifer physischen Zugang zu den Systemen hat, und Angriffen aus der Ferne, die über weite Netzwerke (z.B. Internet) ausgeführt werden, unterscheiden. Im Gegensatz zu Angriffen im Office Umfeld beschränken sich Angriffe im industriellen Umfeld auf zwei Hauptphasen: Informationsbeschaffung/Scannen und Störung/Penetration.

In der Phase der Informationsbeschaffung und des Scannens werden Werkzeuge wie Google, Shodan oder Nmap genutzt, um spezielle Zielsysteme ausfindig zu machen. Zusätzlich dazu existieren einzelne Skripte, die gezielt nach Komponenten suchen (z.B. plc_scan.py).

Sind Zielsysteme identifiziert worden, folgt die Störung und Penetration. Neben vielen Metasploit-Modulen (54 Skripte betreffen ICS/SCADA) gibt es auch

eine Vielzahl von veröffentlichten Exploits im Internet. Die Abbildung zeigt, dass der größte Teil der ICS-Metasploit-Module auf das Ausführen von beliebigem Code in industrieller Software und Serversystemen abzielt.

ANGRIFFE DEMONSTRATION

Um für Unternehmen im industriellen Umfeld die Ergebnisse aufzuarbeiten, wurde eine Demonstration zusammengestellt. Am Beispiel eines Angriff auf eine Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) wird gezeigt, wie lokale Angriffe und Angriffe aus der Ferne ablaufen und mit welchen Tools man diese ausführen kann. Daraus wird ersichtlich, wie man sich am besten schützen kann.

Da es sehr schwierig ist, detaillierte Informationen über reale Angriffe auf industrielle Kontrollsystme zu erhalten, werden ICS Honeypots immer wichtiger, um bedeutsame Informationen über das Vorgehen der Angreifer zu sammeln und auszuwerten.

Diese Arbeit wurde während der Applied Research Conference (ARC) 2014 in Ingolstadt vorgestellt. Die Ergebnisse sowie die Demonstration flossen bereits in mehrere Vorträge zum Thema ICS Security ein.

www.sska.de



Wir beraten Sie gern. Egal ob geschäftlich oder privat.



Das Sparkassen-Finanzkonzept
Firmen-/Unternehmenskunden

 **Stadtsparkasse
Augsburg**

Beruf und Privatleben sollte man trennen - außer bei den Finanzen. Denn mit einer ganzheitlichen Beratung aus einer Hand können Sie und Ihr Unternehmen nur gewinnen. Infos in Ihrer Geschäftsstelle und bei Ihrem persönlichen Berater oder unter www.sska.de.

Wir begeistern durch Leistung - Stadtsparkasse Augsburg

Numerische Simulation von hochdynamischen Fluid-Struktur Interaktionen mit faserverstärkten Mehrschichtverbunden

Einsatz innovativer Werkstoffe für Ingenieursanwendungen



Prof. Dr. André Baeten

Hochschule Augsburg

Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik

Telefon +49(0)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

Die Modellierung von hochdynamischen Fluid-Struktur-Interaktionen, wie z.B. das Schwappen von Flüssigkeiten in großen Behältern oder der Beschleunigungsstoß von Trägersystemen, geht einher mit komplexen Phänomenen wie die physikalische Abbildung des Fluids oder der innere Aufbau der Strukturkomponente. Insbesondere die Interaktion mit anisotropen Werkstoffen wie Faserverbundmaterialien unter hochdynamischen Lasten 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 modular aufgebaute, eigenentwickelte Prozesskette integriert ist.

Die Verwendung innovativer Werkstoffe für Ingenieursanwendungen ist insbesondere getrieben von den mechanischen und thermischen Anforderungen an das verwendete Material. Für bestimmte Anwendungen sind diese Anforderungen verbunden mit dem Transport und der Isolierung von Flüssigkeiten. Hierbei spielt die Dynamik der Flüssigkeit eine dominierende Rolle bei der Auslegung der Tanks wegen der teilweise sehr hohen instationären Lasten auf die Struktur.

Die Leistungsfähigkeit und Sicherheit dieser Tanks für den Transport teilweise kryogener Flüssigkeiten hängt im Wesentlichen ab von der exakten Kenntnis dieser Lasten in Verbindung mit den Masse-eigenschaften (Massenschwerpunkt und Massenträgheits-

momente), insbesondere während der Phasen starker Beschleunigungen.

Auf der Struktureiseite bieten Faserverbundwerkstoffe neue Aspekte in Bezug auf das Design von Behälterstrukturen, 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 flexible Tankisolierungen aus faserverstärkten Membranen können dazu beitragen, die strukturellen Lasten auf den Tank zu vermindern und die Zuverlässigkeit zu erhöhen.

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

PROZESSKETTE „FLUID-STRUKTUR-INTERAKTION“

Die Simulationskette „Fluid-Struktur Interaktion“ ist in Abbildung 1 schematisch dargestellt. 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 Potentialfunk-



Abb.1(links): Prozesskette „Fluid-Struktur Interaktion“ mit dem Particle-Cluster Ansatz als Kernelement.

Abb. 2 (rechts): Prozesskette „Wall Elasto-Statics“ mit der klassischen Laminattheorie (CLT) als Kernelement.



tion und benötigt kein Preprocessing in Form eines Rechennetzes. 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 Strukturdynamik in Tabellenform oder grafisch dargestellt werden. Der Block „Wall Elasto-Statics“ soll im folgenden Kapitel näher beleuchtet werden.

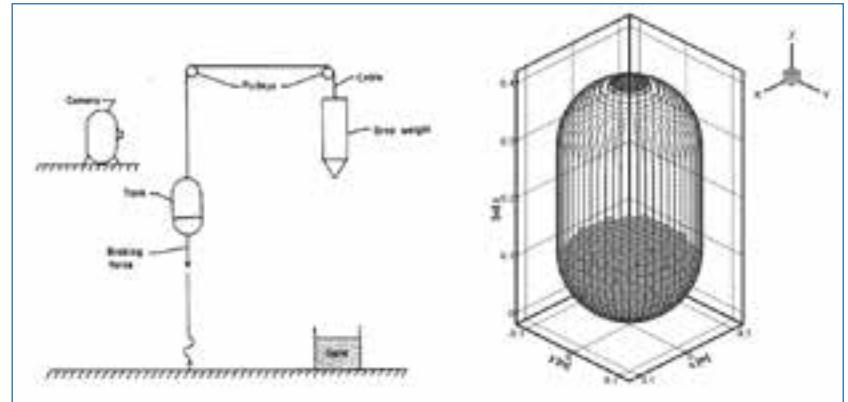
PROZESSKETTE „WALL ELASTO-STATICS“

Das Modul „wall Elasto-Statics“ ist 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.

In Abbildung 2 ist der Aufbau des Moduls schematisch dargestellt. Kern der Modellierung ist die klassische Laminattheorie (CLT), welche mit Hilfe von Transformationsmatrizen Verformungen und Steifigkeiten für jede individuelle Schicht des Faserverbundwerkstoffes berechnet. Die Lastvektoren werden vom Particle-Cluster Modul bereitgestellt, die Kopplung erfolgt über Quaternionen-Transformationen. Die Elasto-Statik des Mehrschichtverbundes wird ergänzt durch die Membran-Biege-Kopplung mit Hilfe der von Kármán'schen Gleichungen, welche die Beziehungen zwischen den Fluidlasten in Normalenrichtung und den Verformungen in der Membranebene angeben (s. Beitrag Prof. Baeten, Forschungsbericht Hochschule Augsburg 2013).

BEISPIEL FÜR SIMULATIONSERGEBNISSE AUS DER DYNAMISCHEN FLUID-STRUKTUR INTERAKTION MIT HILFE DES PARTICLE-CLUSTER ANSATZES.

Abbildung 3 zeigt ein Beispiel für das Modellierungsprinzip des Particle-Cluster Ansatzes für einen Faserverbund-Tank. Dargestellt ist ein Experiment zur Ermittlung der Strukturlasten auf einen teilweise mit Wasser



gefüllten Tank aus Faserverbundwerkstoffen, welcher einer kurzzeitigen Beschleunigung ausgesetzt ist. Der Versuchsaufbau ist in Abbildung 3 (links) skizziert; das Simulationsmodell ist in Abbildung 3 (rechts) dargestellt.

ZUSAMMENFASSUNG UND LEISTUNGSSPEKTRUM

Im Rahmen einer zwölfjährigen Forschungstätigkeit auf dem Gebiet der Fluid-Struktur Interaktion 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 (z. B. Tanks) aus Faserverbundwerkstoffen mit Hilfe der Particle-Cluster Modellierung auf instationäre Lasten analysiert und ausgelegt werden. Die effektive numerische Umsetzung sowie die Parallelisierbarkeit bieten deutliche Vorteile gegenüber konventionellen, kontinuumsmechanischen Ansätzen.

Weitere Informationen zu den Forschungsaktivitäten von Prof. Baeten unter <http://www.andre-baeten.de>.

REFERENZEN

- [1] Baeten, A., Thalhofer, U. (2012). „Modeling of Coupled Diaphragm-Liquids-Dynamics for Space Applications“, AIAA-2012-0095, Nashville, USA, January 9, 2012.
- [2] Baeten, A. (2010). “LNG Tank Sloshing Parameter Study in a Multi-Tank Configuration“, ISOPE-2010-TPC-212, Beijing, China, June 20–26.
- [3] Baeten, A., Stern, D (2008). “Prediction of Dam Break Hydrodynamic Wall Pressure“, ISOPE-2008-TPC-105, Vancouver, Canada, July 06–11.

MAI Design

Numerische Simulation des Stabilitätsverhaltens von Hochleistungs-Faserverbundwerkstoffen



Prof. Dr. André Baeten

Hochschule Augsburg

Fakultät für Maschinenbau
und Verfahrenstechnik

Telefon +49(0)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



Arnold Hopfauf, M.Eng.

Telefon +49(0)821 5586-3664
arnold.hopfauf@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- Effects of Defects in Faserverbundwerkstoffen
- Hochschulausbildung „Faserverbund“

Im Rahmen des Spaltencluster-Forschungsverbundes

MAI Carbon werden an der Hochschule Augsburg numerische Analysen mit Hilfe eines Finite-Elemente-Programms (FEM) zur Stabilitätsanalyse von dünnwandigen Faserverbund-Profilen durchgeführt. Diese Simulationen dienen der Grundlagenforschung für das Themenfeld "Effects of Defects" für Faserverbundwerkstoffe und haben zum Ziel, eine Modellvorstellung vom Übergangsbereich Kompressionsversagen / Stabilitätsversagen von Mehrschichtverbunden im Anschluss an eine Impact-Belastung zu entwickeln.

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



Im Rahmen der Forschungsarbeiten am Demonstratorbauteil Lintel für den Airbus A 350 wurde von der Premium Aerotec GmbH (PAG) eine Unterarbeitsgruppe (UAG) gegründet, die sich mit arbeitspaketübergreifenden Aktivitäten befasst. Die beteiligten Partner sollen die einzelnen Prozessschritte Drapierung, PID-Simulation und Struktursimulation zunächst gesondert betrachten. Danach werden die einzelnen Ergebnisse durch entsprechende Schnittstellen zu einem durchgängigen Simulationsprozess verknüpft.

ZIELE DER HOCHSCHULE AUGSBURG IN DER UAG LINTEL

An der Hochschule Augsburg wird die strukturmechanische Simulation des Lintel-Druckversuches mit dem Simulationsprogramm ANSYS durchgeführt, um so eine realistische Voraussage des Versagensverhaltens treffen zu können. Dafür sollen v.a. die in der ersten Projektphase untersuchten Versagenskriterien für dreidimensionale Spannungszustände angewendet werden. Neben der Bestimmung der maximalen Bruchlast wird auch unter-

sucht, ob der Bruch aus einem Festigkeits- oder Stabilitätsversagen hervorgeht. Durch eine statische, lineare Festigkeitsanalyse lässt sich die maximale Bruchlast bei einem möglichen Festigkeitsversagen bestimmen. Daraufhin wird eine Beulanalyse zur Ermittlung der Beullast durchgeführt. Schließlich muss überprüft werden, ob die Beullast oder die Bruchlast zuerst erreicht wird. Die statischen Druckversuche am realen Lintellement dienen dann zur Validierung der Struktursimulation.

Neben der Simulation mit ANSYS an der Hochschule Augsburg soll parallel dazu eine zweite mit dem Simulationsprogramm Nastran bei der Firma CADCON durchgeführt werden. Zusätzlich zur gesonderten Be trachtung beider Tools kann auf diese Weise ein Benchmark durchgeführt werden. Des Weiteren soll überprüft werden, inwiefern eine Berücksichtigung der Impactschädigung des Lintels in der Struktursimulation möglich ist. Hierzu kommen in Abhängigkeit der Erkenntnisse aus der Simulation eigene Versuche an der Hochschule Augsburg in Betracht, wobei insbesondere Impactversuche an weniger komplexen Coupon-Proben denkbar sind.

BESCHREIBUNG DES DRUCKVERSUCHS AM LINTEL

Bei der PAG wird ein sog. Compression after Impact (CAI) Versuch durchgeführt. Hierzu wird ein kürzeres Teilstück des originalen Lintels zunächst mit Edge- und Surface-Impacts bei niedrigen Geschwindigkeiten beaufschlagt. Der vorbeschädigte Lintel wird daraufhin in einem Druckversuch bis zum Versagen belastet. Hierfür wird er an beiden Enden in zwei Aluminiumblöcken fixiert, wobei eine zusätzliche seitliche Abstützung erfolgt, um eine Rotation um die Einspannstelle zu verhindern. Während des Versuches wird sowohl der Kraft-Weg-Verlauf als auch Verlauf der Dehnungen mithilfe von Dehnungsmessstreifen überwacht.

STRUKTURSIMULATION DES DRUCKVERSUCHS

Der Aufbau des Simulationsmodells unter Einsatz des Element SOLID185 (Layered Structural Solid) ist in Abbildung 1 zu sehen. Da der Lagenaufbau innerhalb der Elementformulierung definiert wird, genügt ein Solidelement über der Dicke des Lintels. Dadurch lässt sich im Vergleich zur Modellierung mit einem Solidelement pro Einzellage die Elementanzahl reduzieren, ohne

dabei die Qualität zu verschlechtern. Bei der Erstellung des Netzes muss insbesondere auf die korrekte Zuordnung und Orientierung der Element- und Schichtkoordinatensysteme geachtet werden.

Insgesamt besteht der Laminataufbau aus 16 Einzellagen unterschiedlicher Faserorientierung (0° , $+45^\circ$, -45° und 90°). Die Freiheitsgrade der Knoten auf der unteren Stirnfläche werden translatorisch in alle Richtungen fixiert. Die Krafeinleitung erfolgt flächig über die obere Stirnfläche, welche nur in Längsrichtung (x-Richtung) nicht fixierte Freiheitsgrade besitzt.

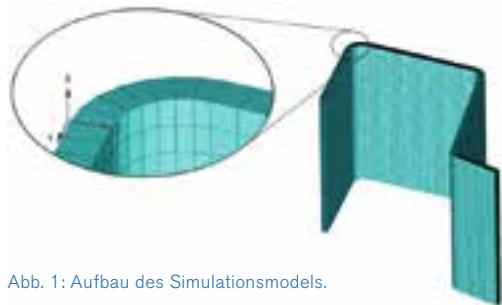


Abb. 1: Aufbau des Simulationsmodells.

Zur Auswertung des Festigkeitsverhaltens wurde eine lineare, statische Simulation mit dem zuvor beschriebenen Modell durchgeführt. Aufgrund des Laminataufbaus muss die Auswertung schichtweise erfolgen. Eingangs erfolgt eine Plausibilitätsanalyse der Spannungen in allen Richtungen. Es zeigt sich wie erwartet ein weitgehend symmetrischer Spannungsverlauf zwischen oberer und unterer Stirnfläche. Bei der Dickenrichtung, also dem Lagenaufbau, ist eine schwächer ausgeprägte Symmetrie zu erkennen, da zwar die Lagen symmetrisch angeordnet sind, jedoch die Geometrie des Lintels unsymmetrisch verläuft. Bei der Krafeinleitung und Einspannung, insbesondere an den Kurvenradien, lassen sich Spannungsspitzen erkennen. Diese klingen im Übergangsbereich zur Mitte des Lintels deutlich ab und werden im weiteren Verlauf der Auswertung nicht weiter berücksichtigt.

Zur Analyse des Festigkeitsverhaltens kamen unter anderem die Kriterien nach Puck für dreidimensionale Spannungszustände zum Einsatz. Hinsichtlich des Faserbruchkriteriums ergab sich bei einer angelegten Versuchslast von ca. 700 kN in den Lagen mit einer 0° -Faserorientierung (Fasern in Längsrichtung des Lintels) eine Anstrengung von 1, was einem Versagen entspricht.

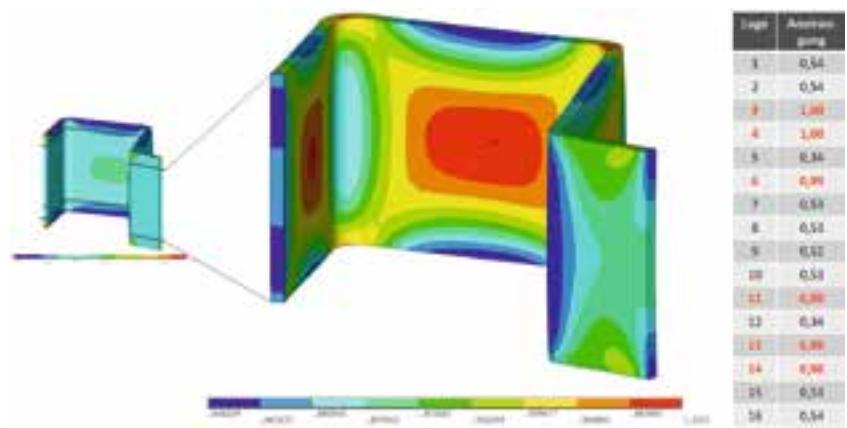


Abb. 2: Contour-Plot (Lage 3) der Anstrengung im Faserbruchkriterium nach Puck.

An der Lage 3 z.B. wird die höchste Anstrengung in der Mitte des Lintels erreicht (s. Abbildung 2).

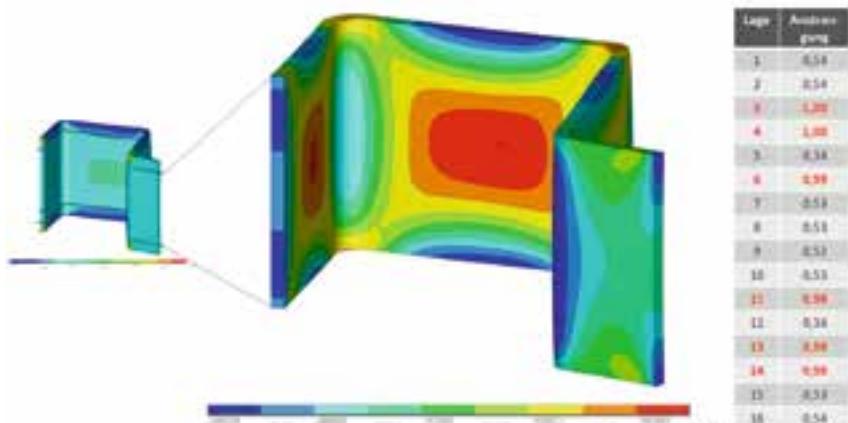
Betrachtet man den Verlauf des Zwischenfaserbruchkriteriums. zeigt sich auch hier bei ca. 700 kN Drucklast eine Anstrengung von 1, welche in den Lagen mit einer Faserorientierung von 90° erreicht wird. In der dargestellten Lage 5 in Abbildung 3 zeigt sich die maximale Anstrengung in der Lintelmitte.

Es fällt auf, dass sich die kritischen Positionen beim Faserbruch sowie Zwischenfaserbruch decken. Das Festigkeitsversagen beim Druckversuch wird somit bei einer Last von 700 kN erwartet. Noch ist allerdings ungeklärt, ob bereits vor dem Erreichen des Festigkeitsversagens ein Stabilitätsversagen eintritt. Hierüber kann eine Beulanalyse Aufschluss geben.

Die Durchführung des Compression after Impact Versuches am realen Lintel erfolgt intern bei PAG. Weitere Impactversuche an eigenen Probekörpern können mit dem an der Hochschule Augsburg entwickelten Impactprüfstand durchgeführt werden.

Weitere Informationen zum Forschungsvorhaben „MAI Design“: <http://www.mai-carbon.de/index.php/de/cluster-organisation/projekte/mai-design>

Abb. 3: Contour-Plot (Lage 5) der Anstrengung im Zwischenfaserbruchkriterium nach Puck.



MAI Bildung

Entwicklung einer durchgängigen Ausbildungskette „Faserverbund“



Prof. Dr. André Baeten

Hochschule Augsburg

Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik

Telefon +49(0)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



Arnold Hopfauf, M.Eng.

Telefon +49(0)821 5586-3664
arnold.hopfauf@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- Effects of Defects in Faserverbundwerkstoffen
- Hochschulausbildung „Faserverbund“

Das Forschungsvorhaben MAI Bildung dient der Schaffung einer Bildungsinfrastruktur, welche eine durchgängige Ausbildung „Faserverbund“ auf schulischem und universitärem Niveau sicherstellen soll. Im Rahmen dieses Vorhabens sollen Bachelor-Studiengänge entwickelt werden, die gemeinsam mit Partnerhochschulen aus der MAI-Region (München, Augsburg, Ingolstadt) angeboten werden sollen und die zum Ziel haben, hochqualifizierte Ingenieure für den wachsenden Markt an Hochleistungs-Faserverbundwerkstoffen (FVK) hervorzubringen.

Das Ziel von MAI Bildung im Rahmen des Spitzenclusters MAI Carbon ist die Entwicklung einer durchgängigen Ausbildungskette „Faserverbund“ von der frühkindlichen Bildung bis zum Hochschulabschluss. Der Spitzencluster wird gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und hat eine Laufzeit von fünf Jahren.



An der Hochschule Augsburg soll die Vernetzung der bestehenden Faserverbundkompetenzen vorangetrieben und die Studienmöglichkeiten „Faserverbund“ erweitert werden. In diesem Zusammenhang soll ein neuer, gemeinsamer Bachelorstudiengang „Faserverbundtechnologie“ an den Hochschulen in der MAI-Region konzeptionell entstehen.

FOLGENDE PARTNER SIND AM TEILVORHABEN MAI BILDUNG UNMITTELBAR BETEILIGT

- Koordination:
Anwenderzentrum Material- und Umweltforschung (AMU) der Universität Augsburg
- Didaktikkonzept weiterführende Schulen:
Universität Augsburg
- Berufliche Aus- und Weiterbildung:
Carbon-Composites e. V. (CCeV)
- Hochschulausbildung:
Hochschule Augsburg

ENTWICKLUNG EINES BACHELOR-STUDIENGANGES „FASERVERBUND“

Die Aufgabe der Hochschule Augsburg ist es, das Konzept für drei mögliche Studienangebote für diesen neuen Bachelor-Studiengang zu entwickeln:

- Vollzeitstudiengang
- Berufsbegleitender Studiengang
- Dualer Studiengang

Die Realisierung eines solchen Studienkonzeptes soll mit Hilfe eines Kompetenzzentrums „Faserverbund“ erfolgen, welches in enger Kooperation mit der Industrie, den Partnerhochschulen und dem CCeV betrieben werden soll (s. Abbildung 1).

VORSTELLUNG DES KONZEPTES FÜR EINEN VOLLZEIT-BACHELORSTUDIENGANG „FASERVERBUND“

Die Arbeitsgrundlage für einen Vollzeit-Bachelorstudiengang „Faserverbund“ ist an der Hochschule Augsburg entstanden (s. Abbildung 2).

BERUFSBEGLEITENDER STUDIENGANG „FASERVERBUND“

In der berufsbegleitenden Variante des Bachelor-Studienganges „Faserverbundtechnologie“ wird die inhaltliche Konzeption der einzelnen Module von Professoren und Dozenten der Partnerhochschulen in der MAI-Region erstellt. Die erarbeiteten Inhalte stehen den beteiligten Hochschulen nach Abschluss des Vorhabens zur Umsetzung uneingeschränkt zur Verfügung.

VERBUNDSTUDIUM „FASERVERBUND“

Das Ziel des dualen Studiums ist die Ausbildung qualifizierter junger Fach- und Führungskräfte mit Berufsausbildung und Studium in einem schlanken, integrierten Bildungsgang in vier Jahren. Die Zielgruppe stellt besonders leistungsfähige und motivierte Schulabgänger mit allgemeiner Hochschulreife oder Fachhochschulreife dar. Die Ausbildung gliedert sich folgendermaßen:

- eine Ausbildung im Betrieb,
- den Unterricht an der Berufsschule,
- und das Studium an der Hochschule.

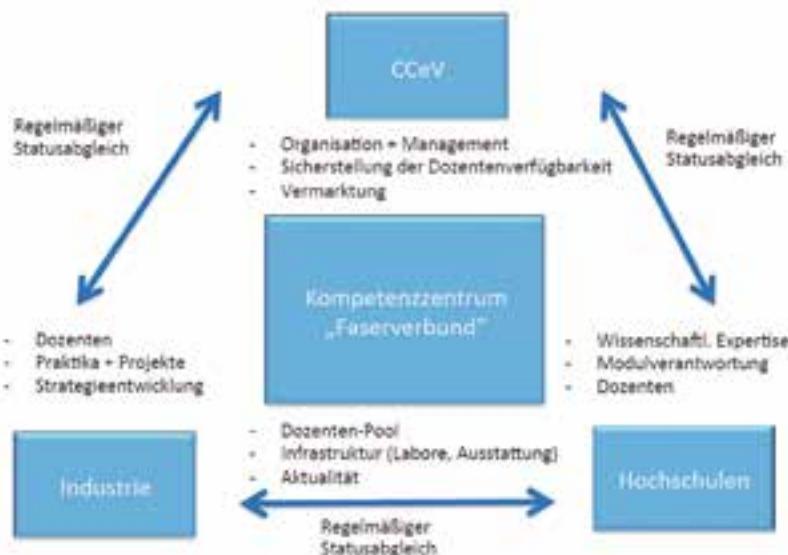


Abb. 1: Konzept des Kompetenzzentrums „Faserverbund“ in enger Kooperation zwischen Industrie, Hochschulen und CCeV.

Ziel des Projektvorhabens ist es, die für die Faserverbundtechnologie nötigen Absprachen und Voraussetzungen in den Betrieben und vor allem mit den betroffenen Hochschulen und den zuständigen Berufsschulen zu schaffen, um innerhalb des Förderzeitraumes

die notwendigen Konzepte bis zu einer möglichen Umsetzung zu erarbeiten.

Informationen zum Forschungsvorhaben „MAI Bildung“: <http://www.mai-bildung.de>

ECTS-CPs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Sem. 1	M 1.1 Ingieurmathematik 1		M 1.2 Naturwissenschaftliche Grundlagen			M 1.3 Werkstofftechnik 1: Metalle		M 1.4 Technische Mechanik 1: Statik		M 1.5 Fertigkeiten 1			M 1.6 Konstruktion 1																	
Sem. 2	M 2.1 Ingieurmathematik 2		M 2.2 Werkstofftechnik 2: Faserverbund			M 2.3 Technische Mechanik 2: Kinetik / Kinetik		M 2.4 Konstruktion 2 (CAD für Faserverbundwerkstoffe)		M 2.5 Fertigkeiten 2		M 2.6 Maschinenelemente 1																		
Sem. 3	M 3.1 Thermodynamik 1		M 3.2 Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik			M 3.3 Numerik und Informatik		M 3.4 Maschinenelemente 2		M 3.5 Mess- und Regelungstechnik 1		M 3.6 Gestaltungsfähigkeit Werkstoffverarbeitung																		
Sem. 4	M 4.1 Werkzeugmechanik		M 4.2 Wirkungs- und Antriebstechnik			M 4.3 Thermodynamik 2		M 4.4 Fertigungstechnik Faserverbund		M 4.5 Mess- und Regelungstechnik 2		M 4.6 Interkulturelle Kompetenz																		
Sem. 5																														
Sem. 6	M 6.1 Projektorientiertes Management		M 6.2 Ausübung von Faserverbundwerkstoffen			M 6.3 Projektarbeit		M 6.4 Einführung in Simulationsumgebung		M 6.5 Praxissemester: Methoden für Faserverbundwerkstoffe		M 6.6 Wahlfachmodul 3: A1: RTM und Rollpressen A2: AFP und Prepreg-Technologie M3: Hybridbauweisen - II																		
Sem. 7	M 7.1 Wahlfachmodul 2: A1: H-Carb Car Body Design A2: All-Composite Aircrafts M3: Composite Tribology		M 7.2 Prozessumwelt Faserverbund			M 7.3 Projektausbildung Faserverbund																								

Arbeitsaufwand im Vollzeit-Studiengang in 7 Semestern: 210 CPs						
Anrechnungen bei entsprechendem Nachweis: 15 CPs für praktische Tätigkeit; 10 CPs für Leistungen aus der beruflichen Praxis						
Gesamtanzahl von Leistungspunkten für den Studiengang: 210 CPs						
<table border="1"> <tr> <td>Mathematik - naturwissenschaftliche Grundlagen</td> <td>Projekt: praxisorientierte Wahlfachfächer</td> </tr> <tr> <td>Ingieurmathematik</td> <td>Bachelorseminar und Bachelorarbeit</td> </tr> <tr> <td>Faserverbund-technische Theorie, Praxis und Zukunft</td> <td>Sozialkompetenz</td> </tr> </table>	Mathematik - naturwissenschaftliche Grundlagen	Projekt: praxisorientierte Wahlfachfächer	Ingieurmathematik	Bachelorseminar und Bachelorarbeit	Faserverbund-technische Theorie, Praxis und Zukunft	Sozialkompetenz
Mathematik - naturwissenschaftliche Grundlagen	Projekt: praxisorientierte Wahlfachfächer					
Ingieurmathematik	Bachelorseminar und Bachelorarbeit					
Faserverbund-technische Theorie, Praxis und Zukunft	Sozialkompetenz					

Abb. 2: Konzept und Arbeitsgrundlage für einen Vollzeit-Bachelorstudiengang „Faserverbund“ im Rahmen des Projektes „MAI Bildung“. Die rot markierten Module sollen durch das Kompetenzzentrum „Faserverbund“ abgedeckt werden.

Optimierung von Niedrigenergiegebäuden und Integration der Power-to-Heat Technik

Müpeg: Münnerstädter Plusenergiegebäude / Windheizung 2.0: Energieinfrastruktur der Zukunft



Mit Messtechnik und Gebäudesimulation werden hocheffiziente Gebäude untersucht. Mit neuen Entwicklungen wird das Verbrauchsverhalten von Gebäudekonzepten vorausberechnet und die Planungen mittels Monitoring überprüft. Anhand der neuen Instrumente können Plusenergiekonzepte und Gebäudeintegrationen in Smart Grids auf ihre Nachhaltigkeit hin ingenieurgerecht bewertet und weiterentwickelt werden.

Prof. Dr.-Ing. Martin Bauer

Hochschule Augsburg

Fakultät für Architektur und Bauwesen
Telefon +49(0)821 5586-3112
martin.bauer@hs-augsburg.de

Fachgebiete

- Tragwerkslehre
- Baukonstruktion
- Konstruktionsmethodik
- EnergieEffizienzDesign

Im Forschungsprojekt „Müpeg“ (Münnerstädter Plusenergiegebäude) wird ein solches Plusenergiegebäude unter Nutzungsbedingungen untersucht. Ziel ist es, anhand von Monitoring Daten praktische Erkenntnisse vom Energieverbrauch und der Energieerzeugung zu erlangen. Zudem wird die Nachhaltigkeit von Plusenergiekonzepten untersucht. Im Forschungs- und Demonstrationsprojekt „Windheizung 2.0“ wird gezeigt, wie eine Wärmeversorgung mit Strom aus Windkraft in

einem Gebäude erfolgt. Es bildet die gesamte Wirkungskette von der Erzeugung bis zum Verbrauch ab. Dabei werden fluktuierende Stromspitzen aus Erneuerbaren Energien in Form von Wärme in energetisch hocheffizienten Gebäuden zur Wärmeversorgung gespeichert.

MÜPEG PLUSENERGIEGEBÄUDE

Dieses Gebäude ist eines von 16 weiteren Gebäuden, welche im Modellvorhaben mittels Monitoring den Nachweis des Plusenergiehaus-Standards erbringen. Die Bearbeitung dieses Projektes erfolgte nach Fertigstellung des Gebäudes über einen Zeitraum von zwei Jahren (2012 bis 2014). Die Energieversorgung des Gebäudes basiert ausschließlich auf Strom, daher auch die Bezeichnung „Nur-Strom-Gebäude“. Es ist von seiner Konzeption nicht auf Autarkie ausgelegt und so stützt sich das Konzept dieses Plusenergiegebäudes auf Einspeisung und Bezug aus dem Stromnetz.

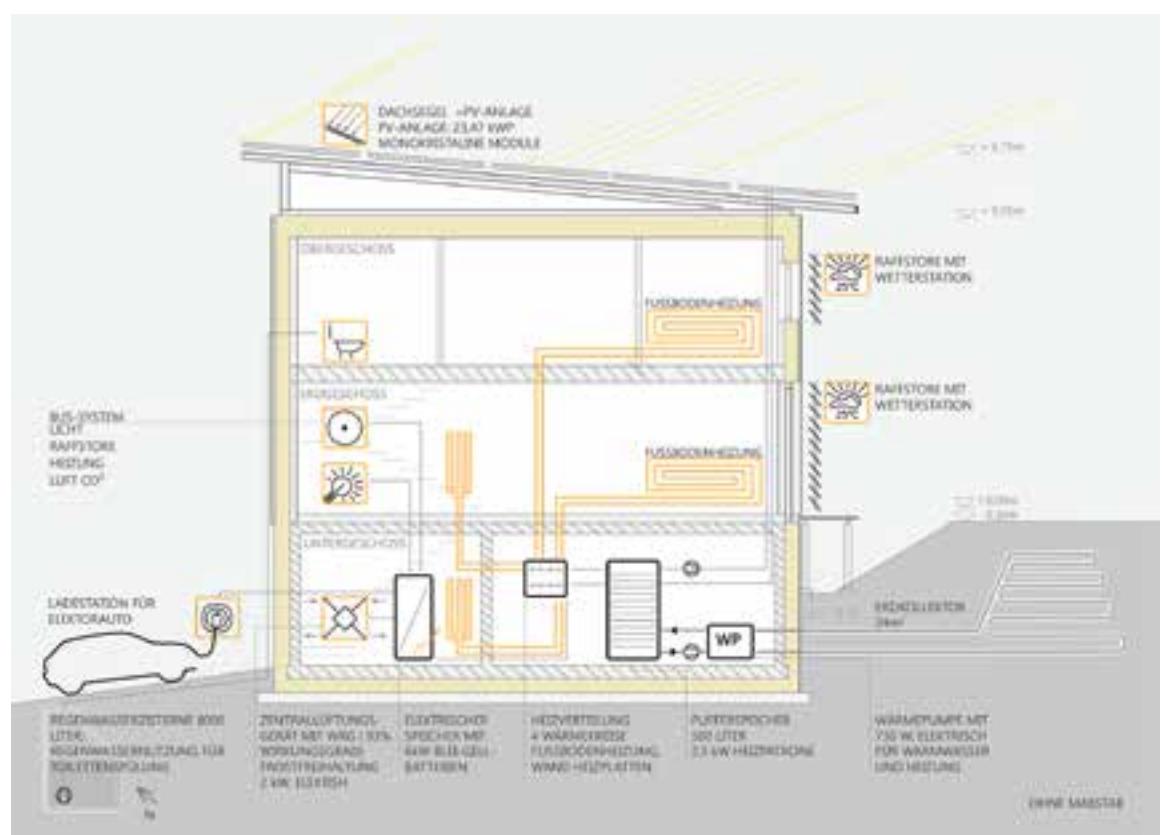


Abb. 1: Gebäude- und Energiekonzept.

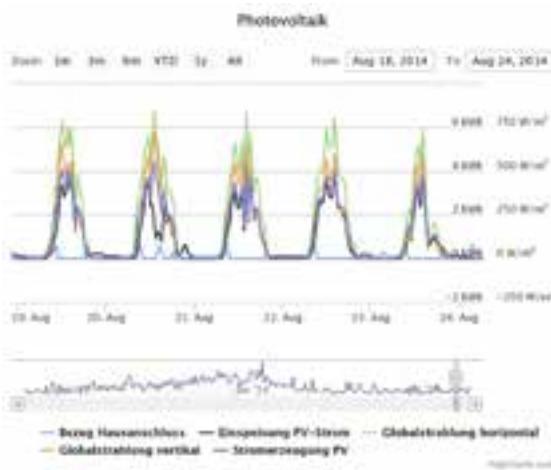


Abb. 2: Auszug graphische Auswertung Gebäude.

Versuchsgebäude

Die Gebäudekonstruktion entspricht den Kriterien eines Passivhauses. Die benötigte Wärme wird von einer Erdreich-Wärmepumpe geliefert, eine Gebäudeleittechnik regelt Verschattung, Beleuchtung, Pumpen sowie das zentrale Lüftungsgerät. Strom wird von der PV-Anlage auf dem Pultdach mit einer Leistung von 23,74 kWp erzeugt. Die Eigenverbrauchsquote wird mit einer Blei-Gel-Batterie und einer Ladestation für ein Elektromobil erhöht. (Abbildung 1)

Monitoring

Im Gebäude messen 34 Sensoren Temperaturen, die relative Luftfeuchtigkeit, den CO₂-Gehalt, Wärmemengen und Stromverbräuche. Die installierte Wetterstation liefert ergänzend die Werte für die Globalstrahlung, die Außentemperatur und die relative Luftfeuchtigkeit. Mit den Messungen werden alle zur Energiebilanz erforderlichen Größen in Minutenintervallen erfasst. In dem vollständig automatisierten Prozess werden die Daten lokal auf einem Server gespeichert und über Internet an das Rechenzentrum der Hochschule Augsburg gesendet. Alle Daten werden graphisch ausgewertet (Abbildung 2) und sind in Echtzeit für die unmittelbare Diagnose des Gebäudes mit seinen Teilsystemen verfügbar.

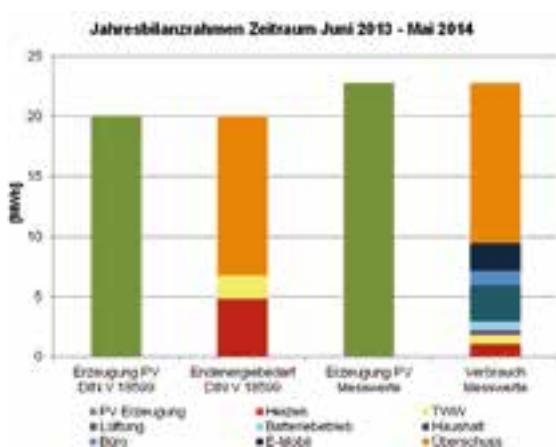


Abb. 3: Der Energiebedarf im Jahresvergleich.

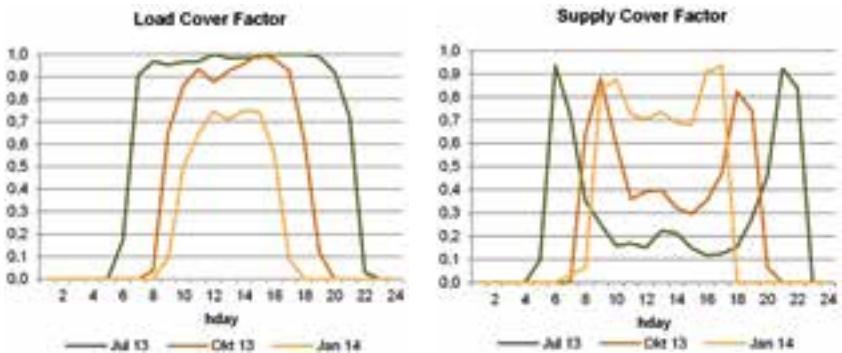


Abb. 4: Monatliche Mittelwerte des load und supply cover factors tageweise.



Katharina Mayer

Hochschule Augsburg

Fakultät für Architektur und Bauwesen

Telefon +49(0)821 5586-3127
katharina.mayer@hs-augsburg.de

Dipl.-Ing.
Michael Sedlmeier, M.Eng.

Hochschule Augsburg

Fakultät für Architektur und Bauwesen

Telefon +49(0)821 5586-3127
michael.sedlmeier@hs-augsburg.de

Berechnete Indikatoren sind unter anderem der Anteil des Energiebedarfs, der von der lokalen Erzeugung gedeckt wird (load cover factor), und der Anteil der lokalen Energieerzeugung, der im Gebäude verbraucht wird (supply cover factor), (Abbildung 4).

Simulation

Begleitend zur Messung wurde ein Simulationsmodell aufgebaut. Es wird zur Untersuchung des Ungleichgewichts von Netzbezug und Erzeugung im Zusammenhang mit den daraus resultierenden Nachhaltig-



Abb. 5: 3D-Modell Gebäude-simulation

keitsfragen herangezogen. Mit der Abbildung eines realitätsnahen 3D-Modells des Gebäudes in einer Simulationsumgebung steht ein Planungsinstrument zur Verfügung, mit dem sowohl der Betrieb als auch der Eigenverbrauch an erzeugter Solarannergie optimiert werden.

WINDHEIZUNG 2.0

Der Versuch ist zur Demonstration eines Smart-Grid-Systems konzipiert. Im Versuch wird die Wirkungsweise der gesamten Prozesskette von der Stromerzeugung über die Netzregelung bis hin zur Verbraucheranbindung im Gebäude abgebildet. Die verwendete Speicherform für Strom ist ein nicht elektrischer Speicher in der Power-to-Heat-Technik. Die Besonderheit des Versuchs stellt die Nutzung der Baukonstruktion eines massiv gebauten Passivhauses für Lastgangverschiebungen dar. Das Gebäude ist mit einem Flächenheizsystem als Betonkern-temperierung (BKT) ausgestattet.

Versuchsgebäude

Die Konstruktion des Gebäudes entspricht den Kriterien eines Passivhauses. In die bestehende Gebäudeversorgung wird der Versuch praxisgerecht integriert. Zur Beheizung und zur Bereitstellung des Trinkwarmwassers wird die Wärme im Normalfall durch einen Stückholzofen und eine 12 m² große Solarthermie Anlage auf dem Dach bereitgestellt. Die erzeugte Wärme wird in einem 2.500 Liter umfassenden Schichtenspeicher vorgehalten. Die Wärmeübergabe erfolgt mit der Betonkerntemperierung (BKT) der Decken UG/EG, EG/OG und OG/DG.

In das Versuchsgebäude in Leitershofen wurde die Power-to-Heat-Technik integriert. Die Steuerung regelt die Wärmeeinlagerung in den als Schnittstelle wirkenden Warmwasserspeicher. Der technische Aufbau des Versuchs ist in Abbildung 6 schematisch dargestellt. Im Gebäude sind die zu koppelnden Komponenten der Heizungstechnik mit der Wärmewandlung, der Solarthermieanlage, der Betonkerntemperierung (BKT), dem Pufferspeicher, der Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (WRG) sowie den zugehörigen Regelungskomponenten abgebildet. Im Schaubild wird weiterhin die netz- und signaltechnische Anbindung des Gebäudes veranschaulicht.

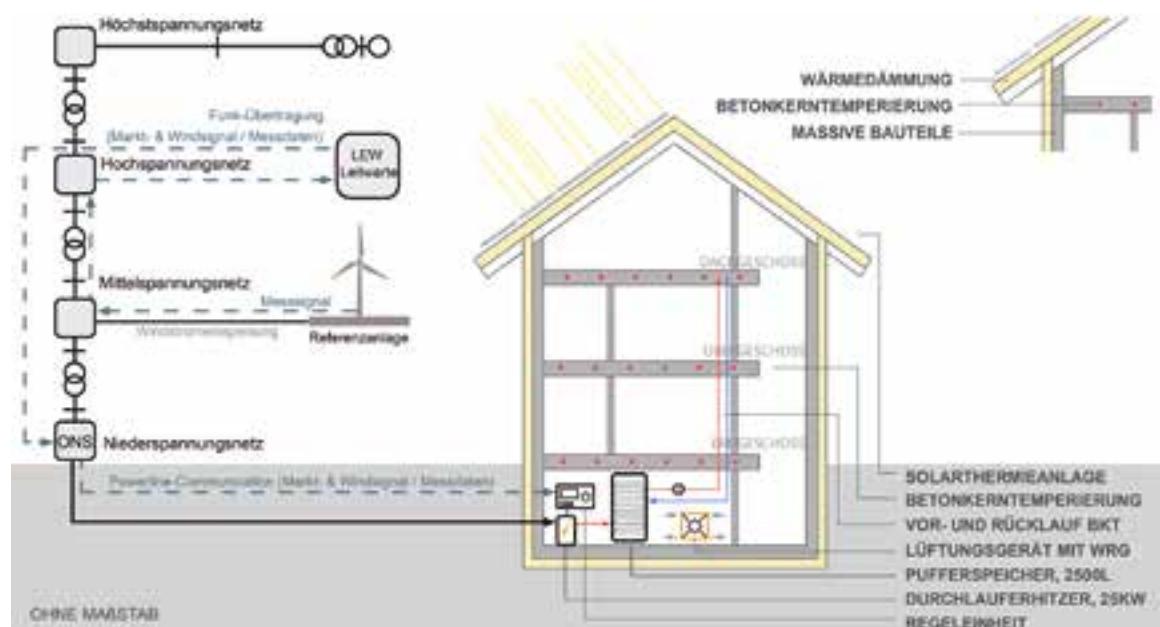


Abb. 6: Versuchsaufbau
Windheizung 2.0
(schematisch).

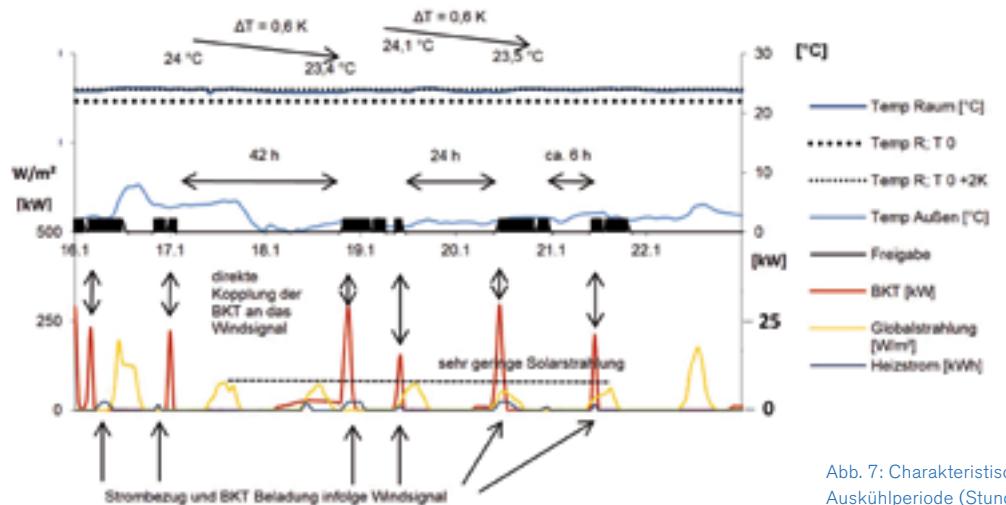


Abb. 7: Charakteristische Auskühlperiode (Stundenmittelwerte).

Für die netzseitige Anbindung sowie die bedarfs- und angebotsabhängige Ansteuerung des Gebäudes als Stromverbraucher wurden prototypisch passende dynamische Steuerungssignale entwickelt. Die Signale bilden ökonomische („Marktsignal“) und technische („Windsignal“) Randbedingungen ab. Sie werden aus der Netzeitwarte vom Energieversorger bis zur Wärmeumwandlung übertragen und dort verarbeitet.

Das Marktsignal gibt stellvertretend für den Stromvertrieb einen allgemeinen Stromüberschuss in den Netzen sowie die damit einhergehenden günstigen Strompreise wieder.

Das Windsignal simuliert einen erschwerten Betrieb von Verteilnetzen durch eine hohe, fluktuierende Einspeisung Erneuerbarer Energien. Das Windsignal ergibt sich aus der gemessenen Leistungskurve einer realen Windkraftanlage und wird zu Zeiten von Erzeugungsspitzen ausgelöst.

Ergebnis

Im Regelbetrieb der Windheizung 2.0 wurden etwa 80 % der Energie auf Basis zufälliger Freigabesignale des Energieversorgers netzdienlich vom Gebäude bezogen. Mit der Windheizung 2.0 konnte sich das Versuchsgebäude zu 77 % aus regenerativer Energie versorgen. Davon wurden ca. 70 % der Energie infolge des priorisierten Windsignals und 10 % der Energie auf Basis des Marksignals aus dem Stromnetz bezogen. Nur etwa 20 % der Energie wurde konventionell ohne eine netzentlastende Funktion bezogen.

Der Versuch zeigt anhand der hohen Datenauflösung dynamische Prozesse auf, die mit den üblichen Planungsmethoden im Bauwesen nicht erfasst werden. Das Verhalten von vorrangiger Speicheraktivierung der Baukonstruktion muss auf das Zusammenwirken von zufälliger solarer Strahlung und zufälliger Wärmeeinlagerung durch Freigabesignale abgestimmt werden. Anhand charakteristischer Perioden lassen sich die Speicherprozesse beschreiben.

Erfolge 2014

Im Versand mit der Dezember-Ausgabe
der Bayerisch-Schwäbischen Wirtschaft.
Online auf www.B4BSCHWABEN.de



Das Institut für Holzbau (IfH)

Dienstleistungen für Unternehmen in der Region



Prof. Dr.-Ing.
François Colling

Hochschule Augsburg

Fakultät für Architektur und
Bauwesen

Leitung Institut für Holzbau (IfH)
Telefon +49(0)821 5586-3109
francois.colling@hs-augsburg.de

Fachgebiete

- Konstruktiver Ingenieurbau
- Holzbau
- Baustatik

Markus Brand

Telefon +49(0)821 5586-3136
markus.brand@hs-augsburg.de

Henrik Boll

Telefon +49(0)821 5586-3143
henrik.boll@hs-augsburg.de

Michael Endres

Telefon +49(0)821 5586-3139
michael.endres@hs-augsburg.de

Michael Mayer

Telefon +49(0)821 5586-3109
michael.mayer2@hs-augsburg.de

Das Institut für Holzbau (IfH) versteht sich als Ansprechpartner für Unternehmen im Bereich Holzbau. Es initiiert, konzipiert und realisiert Forschungs- und Entwicklungsprojekte, begleitet Innovationen/Produktentwicklungen und führt als Dienstleister Materialprüfungen durch.

Die frühere „PÜZ-Stelle“ für Holzbau wurde im Jahr 2005 von der Obersten Bauaufsicht in Deutschland (DIBt, Berlin) als einzige Stelle einer (Fach-)Hochschule in Bayern dazu berechtigt, „hoheitliche“ Aufgaben durchführen, wie z.B. Prüfung von Baustoffen und Bauteilen, Durchführung der bauaufsichtlich vorgeschriebenen Überwachung von Holzbaubetrieben und Vergabe der zugehörigen Übereinstimmungszertifikate (Ü-Zeichen).

Derzeit läuft die Akkreditierung nach der Bauproduktenverordnung auf der Basis der harmonisierten europäischen Normen. Mit dieser Zertifizierung/Notifizierung wird das IfH die Tätigkeiten europaweit ausführen dürfen. Damit verbunden ist auch die Vergabe der jeweiligen europäischen Übereinstimmungszeichen (CE-Zeichen).

DIENSTLEISTUNGEN FÜR FIRMEN/BETRIEBE AUS DER REGION

Das IfH bietet als Dienstleistung für Firmen/Betriebe einen breiten Katalog an Materialuntersuchungen an, darunter

Typ Vario



Typ Vario K1



- Untersuchungen zur Erlangung einer bauaufsichtlichen Zulassung (siehe nachfolgende Ausführungen zu Stützenfüßen),
- Mithilfe bei der Optimierung von Bauprodukten,
- Versuche an Schrauben, Nägeln und Klammern zur Einstufung in bestimmte Tragfähigkeitsklassen,
- Abscherversuche an Bohrkernen zur Ermittlung der Tragfähigkeit von Verklebungen von Hallenträgern aus Brettschichtholz,
- Materialuntersuchungen im Zusammenhang mit gerichtlichen oder privaten Gutachten, sowie vieles mehr.

ÜBERWACHUNGEN

Das IfH führt u.a. folgende Firmenüberwachungen durch:

- Überwachung von mehr als 25 Holzbaubetrieben (Holzhausbau) im Hinblick auf die Erteilung des bauaufsichtlich geforderten Übereinstimmungsnachweises (Ü-Zeichen) und der Erteilung der RAL-Gütezeichen „Holzhausbau – Herstellung“ und „Holzhausbau – Montage“,
- Überwachung von Holzbaubetrieben im Hinblick auf die Erteilung des RAL-Gütezeichens „Ingenieurholzbau/Errichtung“.

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DAS TRAGVERHALTEN VON STÜTZENFÜSSEN

Stützenfüße aus Stahlblechformteilen kommen u.a. bei Pergolen und Carports zum Einsatz. Im Auftrag einer

Typ Vario PS



Typ Royal PS



Abb. 1: Untersuchte Stützenfüße.

renommierten Holzbaufirma aus der Region wurde das Tragverhalten von insgesamt vier verschiedenen Typen von Stützenfüßen untersucht (Abbildung 1). Ziel dieser Untersuchungen sollte eine allgemeine europäische bauaufsichtliche Zulassung sein (ETA).

Für alle Stützenfüße wurde das Tragverhalten für folgende Beanspruchungen untersucht:

- Zugbeanspruchung z.B. für abhebende Windsoglasten,
- Querkraftbeanspruchung unter seitlich wirkenden Lasten,
- Momentenbeanspruchung infolge exzentrisch wirkender seitlichen Lasten,
- Druckbeanspruchung unter vertikalen Lasten (Eigengewicht, Schnee).

In den nachfolgenden Bildern sind einige Prüfkörper während oder nach dem Versuch dargestellt.



Abb. 2: Aufgetrennter Prüfkörper des Typs K1 nach einem Zugversuch.



Abb. 3: Typ Vario im Querkraftversuch mit ausgeprägtem Querzugversagen.



Abb. 4: Typ Royal im Biegeversuch zur Ermittlung der Momententragfähigkeit.

Die Versuche dienten als Grundlage für die Modellierung und Berechnung/Bemessung dieser Stützenfüße für eine Zulassung. Die Modellierung und Bemessung ist im nachfolgenden Beitrag von Michael Endres aufgezeigt.

Das Verfahren für eine europäische Zulassung wurde in Zusammenarbeit mit der Bauaufsicht in Dänemark (ETA Danmark) durchgeführt. Die Zulassung ist zwischenzeitlich erschienen (Abbildung 5).



Abb. 5: Deckblatt ETA-Zulassung.

Tragverhalten von ausgewählten Stützenfüßen im Holzbau

Überprüfung von Versuchen, Modellierung und vollständige Bemessung



Michael Endres, M.Eng.

Hochschule Augsburg

Fakultät für Architektur
und Bauwesen

Telefon +49(0)821 5586-3139
michael.endres@hs-augsburg

Stützenfüße aus Stahlblechformteilen kommen u.a. bei Pergolen und Carports regelmäßig zum Einsatz. Doch wie tragen Stützenfüße im Holzbau eine auf sie aufgebrachte Last ab? Wie groß ist der Widerstand gegen diese Einwirkungen? Wie kann dies möglichst anschaulich in einer Zulassung dargestellt werden? Dies waren die Leitfragen, die in der Masterarbeit „Tragverhalten von ausgewählten Stützenfüßen im Holzbau“ behandelt wurden und wesentliche Beiträge bei der Erlangung einer europäischen Zulassung lieferten.

Ursprünglich begonnen hatte das Projekt „Stützenfüße“ im Sommersemester 2013, als von einer studentischen Projektgruppe des Masterstudiengangs „Allgemeiner Ingenieurbau“ der Fakultät Architektur und Bauwesen die entsprechenden Zulassungsversuche unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. François Colling geplant und durchgeführt wurden (s. Beitrag von Prof. Dr.-Ing. F. Colling, Seite 90). Insgesamt wurden innerhalb weniger Wochen in 27 Versuchsserien über 160 Einzelversuche durchgeführt. Endgültige Aussagen zum Tragverhalten oder die Erstellung von Bemessungsmodellen und deren abschließende Bewertung waren zum Ende des studentischen Projekts aufgrund Zeitmangels und des enormen Umfangs dieser Arbeiten nicht mehr möglich, weswegen sich eine Masterarbeit mit diesen Themenkomplex auseinandersetzen sollte.

Bevor im Rahmen der Bearbeitung mit der Modellfindung begonnen werden konnte, mussten die Versuche und die Versuchswerte auf Richtigkeit geprüft werden. In einigen Fällen war eine Korrektur der Maximallast nach unten erforderlich, da in den Versuchen die nach Norm maximal erlaubte Verformung von 15 mm bereits zuvor erreicht worden war. Es war nach dieser Verformung noch eine Laststeigerung zu verzeichnen, die allerdings nicht berücksichtigt werden darf. Ebenso war

das Kriterium des „ersten Bruchs“ nicht immer ausreichend berücksichtigt worden: sobald im Last-Verformungsdiagramm ein deutlicher Bruch des Prüfkörpers zu erkennen ist, darf eine danach stattfindende Laststeigerung nicht berücksichtigt werden. Eine Besonderheit stellten zudem die Momentenversuche der Stützenfüße Vario und Vario K1 dar, die aufgrund von Reibungseffekten neu bewertet werden mussten.

Um den Nachweis der Tragfähigkeiten unter Zug-/Druckbeanspruchung, Querkraftbeanspruchung sowie Momentbeanspruchung auf sicherer Seite liegend führen zu können, wurden auf Grundlage dieser endgültig festgestellten Versuchsergebnisse Rechenmodelle entworfen und rechnerisch nachgewiesen.

Nachfolgend wird eines dieser Rechenmodelle am Beispiel der Momententragsfähigkeit des Stützenfußes Typ Vario aufgezeigt (Abbildung 1)

Grundlage dieses Rechenmodells ist, dass das einwirkende Moment in ein Kräftepaar (Druck und Zug) zerlegt wird. Die resultierende Druckkraft wirkt am oberen Rand der Kopfplatte auf eine Fläche mit der Höhe $h_p/8$. Diese Druckkraft wird ins Gleichgewicht gesetzt durch den Widerstand des StabdüBELS in Form der beiden Kräfte $F_{v,Rb}$ in den Scherfugen mit den jeweils zugehörigen Hebelarmen a_1 und a_2 . Mit Summe der Momente um den Schwerpunkt der Druckfläche = 0 kann die Momententragsfähigkeit dann wie folgt berechnet werden:

$$M_{V2,exp} = F_{v,Rb} \cdot \left(\frac{a_1}{a_2} \cdot a_1 + a_2 \right)$$

$M_{V2,exp}$ = erwartete Momententragsfähigkeit

$F_{v,Rb}$ = Widerstand des StabdüBELS pro Scherfuge
nach DIN EN 1995-1-1

$a_{1,2}$ = innerer Hebelarm

Die aus dem Modell resultierenden Tragfähigkeiten wurden anschließend mit den vorhandenen Versuchsergebnissen auf der Basis statistischer Methoden verglichen (Tabelle 1).

Die Berechnungsergebnisse erlauben eine Abschätzung der Tauglichkeit des zugrunde gelegten Modells ($M_{V2,exp}$ im Vergleich zu $M_{V2,test}$) sowie eine Einschätzung des zugehörigen Sicherheitsniveaus ($M_{V2,test}/M_{V2,exp}$). Aufgrund der geringen Versuchszahl ist ein Sicher-

Abb.1: Modell zur Berechnung
der Momententragsfähigkeit
des Typ Vario.

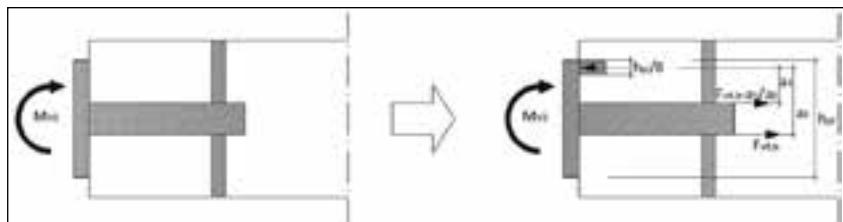


Tabelle 1: Vergleich der berechneten Werte mit den Versuchswerten für M_{V2} , Typ Vario.

heitsniveau > 1 dabei als „beruhigend“ zu bezeichnen. Je nach Versagensart (zum Beispiel ein Versagen durch Zug quer zur Faserrichtung) kann sogar ein sehr viel höheres Sicherheitsniveau wünschenswert sein.

Auf diese Weise wurden im Verlauf der Arbeit insgesamt 19 verschiedene Berechnungsmodelle entwickelt.

Unter Verwendung der so bestätigten Rechenmodelle wurde anschließend eine vollständige statische Bemessung der Stützenfüße einschließlich der Nachweise der Stahlelemente der Stützenfüße nach Eurocode 3 und des angeschlossenen Holzes nach Eurocode 5, vorgenommen. Insgesamt waren hierzu über 250 Einzelnachweise nötig.

Zusätzlich zu den statischen Berechnungen wurde eine Berechnungshilfe auf Excel-Basis entwickelt.

Vorhandene Stahlfestigkeiten und/oder Abmessungen aller Stützenfußteile sind variabel einstellbar und können entsprechend dem gewünschten Entwicklungsziel verändert werden. Mit Hilfe dieser Bemessungshilfe kann sich der Stützenfußhersteller, bei einer Weiterentwicklung der Stützenfüße, einen Überblick über die Auswirkungen der Änderungen verschaffen und somit eine Optimierung des Systems aus statischer und betriebswirtschaftlicher Sicht erreichen.

Weiteres Ziel der Bearbeitung war es, die Bemessungsregeln für eine europäische Zulassung vorzubereiten. Die Gestaltung der ETA sollte leicht verständlich und eingängig sein, so dass sie in der Anwendung möglichst unkompliziert ist. Dies wurde durch eine grafische Darstellung der Nachweisinteraktionen (Abbildung 2) und durch die Reduzierung auf für den Planer wesentliche Elemente erreicht. Dies wird nachfolgend an einem Beispiel aufgezeigt.

Gegeben: Stützenfuß Royal PS. Unter Berücksichtigung der klimatischen Umgebungsbedingungen und der Dauer der Lasteinwirkung darf der k_{mod} -Wert zu 0,9 angesetzt werden. Aus Abbildung 2 ist zu erkennen, dass dieser Stützenfuß bei einer einwirkenden Querkraft von $V_d = 5,0 \text{ kN}$ gleichzeitig noch eine Zugkraft von $N_{t,p} = 25 \text{ kN}$ aufnehmen kann. Als maßgebend für die Bemessung erweist sich dabei die Fußplatte des Stützenfußes.

Im April 2014 wurde die angestrebte ETA beantragt. Die einmonatige Kommentierungsperiode endete ohne Einsprüche im Mai 2014. Bereits einen

Typ	Probe-körper	$M_{V2,test}$ [kNm]	$M_{V2,exp}$ [kNm]	$M_{V2,k}$ [kNm]	$M_{V2,test}/M_{V2,k}$ [kNm]
Versuchskörper mit $\omega \approx 12 \%$					
Vario	1	0,84	0,514	0,470	1,79
	2	0,81	0,563		1,73
	3	0,78	0,629		1,66
	4	0,66	0,540		1,41
	5	0,79	0,525		1,68
m	0,776	0,554	m		1,65
v	8,9%	8,2%	v		8,9%
x_5 a)	0,615	0,454	x_5 a)		1,31

a) der charakteristische Wert x_5 berechnet sich nach DIN EN 14358:2007-03 unter Annahme einer Log-Normalverteilung und einem Vertrauensniveau von $\alpha = 75\%$.

$M_{V2,test}$ = Versuchswert
 $M_{V2,exp}$ = erwarteter Wert nach vorhandenem Modell
 $M_{V2,k}$ = charakteristischer Wert nach vorhandenem Modell
m = Mittelwert
v = Variationskoeffizient
 x_5 = 5%-Quantil

Monat später wurde die entsprechende europäische Zulassung der Stützenfüße (ETA 14/0114) ausgestellt. Das Gesamtprojekt „Stützenfüße“ fand somit für den Hersteller sowie für das IfH ein sehr befriedigendes Ende. Es konnten viele Erfahrungen gesammelt und weitere Kompetenzen erworben werden. Firmen, die 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.

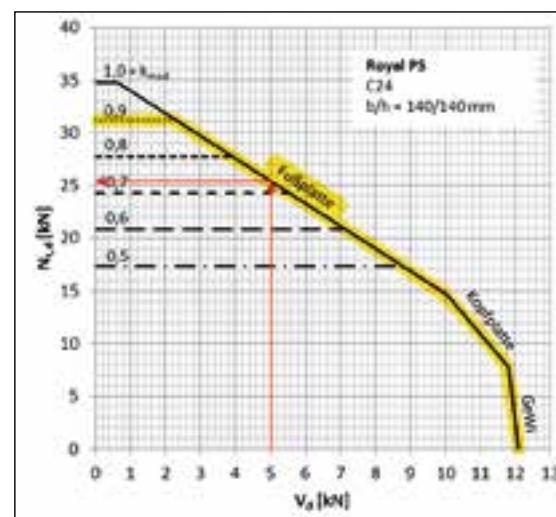


Abb. 2: Beispiel für ein Bemessungsdiagramm für den Stützenfuß Royal PS.

HyCOMET-1: Mobiles Testfeld für Raketentriebwerke

Erste Testläufe bei der Triebwerksentwicklung



Dipl.-Ing. (FH)
Moritz Ellerbeck M.Sc. (TUM)

Hochschule Augsburg

Fakultät für Maschinenbau und
Verfahrenstechnik
Telefon +49(0)821 5586-3628
moritz.ellerbeck@hs-augsburg.de

Forschungsfelder

- Faserverbundtechnik
- Raumfahrttechnik



Dipl.-Ing. Thomas Dirlich

TomsWay E.K.

Telefon +49(0)89 74388388
buero@tomsway.de

Forschungsfelder

- Bemannte Raumfahrt
- Business Development
- Projekt Management

Das studentische Entwicklungsprojekt HyCOMET-1 befasst sich mit der Entwicklung und dem Bau einer experimentellen Höhenforschungsrakete sowie eines speziellen hybriden Raketentriebwerks. Im Rahmen des Vorhabens wurde dazu ein mobiles Testfeld für kleine Raketentriebwerke entwickelt und aufgebaut. Das Testfeld dient zur Erweiterung des Verständnisses der Funktionsweise und zur Optimierung des erforderlichen Triebwerks für die Rakete.

HyCOMET-1 (kurz für: Hybrid-Composite-Experimental-Träger) soll dazu dienen, die theoretische und praktische Gesamtsystemkompetenz der Studierenden im Bereich der Raumfahrt- und Raketentechnik umfassender zu fördern. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) stellt dazu im Rahmen des STERN-Programms Mittel für Hochschulen und Universitäten zur Verfügung. An der Hochschule Augsburg werden hierfür bis Sommer 2015 unter Leitung der Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik die benötigten Systeme im Rahmen von Projekt- und Abschlussarbeiten, Workshops, Vorlesungen und durch eine studentische Gruppe entwickelt. HyCOMET ist dabei immer auf der Suche nach Industriepartnern, die das Projekt fachlich und technologisch unterstützen. Zudem sind die Studierenden aller Fakultäten dazu eingeladen, an HyCOMET-1 mitzuwirken.

MOTIVATION

Die Experimentalrakete HyCOMET-1 soll durch ein an der Hochschule Augsburg entwickeltes, hybrides Raketentriebwerk angetrieben werden. Das Triebwerk HyER 1k (**Hybrides-Experimental-Raketentriebwerk 1000**) soll dabei einen Schub von mindestens 1000[N] entwickeln, um die Rakete auf eine Gipfelhöhe von 5000[m] zu befördern. Dabei wird flüssiges Lachgas (Distickstoffmonoxid: N₂O) zusammen mit einem festen Brennstoffblock aus einem Polymer verbrannt, um über eine Expansionsdüse den nötigen Schub zu erzeugen. Für den Ausbau der theoretischen und praktischen Kenntnisse, die notwendig sind, um ein flugfähiges Raketentriebwerk zu entwickeln, ist ein den Anforderungen entsprechendes Testfeld für verschiedene Versuche notwendig. Mit Hilfe des Testfelds lassen sich die Schlüsseltechnologien für ein Triebwerk

testen und optimieren. Im Detail sollen dabei die Brennstoff- und Oxidatormassenströme, die Injektortechnik, die Förderdrücke, die Anzündtechnik sowie die Brennkanal- und Düsengeometrie untersucht werden.

In den Jahren 2013/14 wurde daher an der Hochschule im Rahmen von studentischen Projekt- und Abschlussarbeiten ein mobiles Testfeld für hybride Raketenantriebe entwickelt und aufgebaut.

TESTFELD-DESIGN

Das mobile Testfeld besteht aus 1) einem geschützten Versorgungsturm mit Leitungssystem und Steuerventilen, 2) einem Schub-Teststand für die horizontale Montage von Triebwerken bis 5000[N] Schub sowie 3) einer Messwarte mit Datenverbindung zu allen Testfeldkomponenten. Die Mobilität ist erforderlich, um ein flexibles Auf- und Abbauen an verschiedenen, entsprechend geeigneten Orten zu gewährleisten. Zudem sind Qualifikationstests am DLR Testzentrum für Raketentriebwerke in Lampoldshausen eingeplant. Abbildung 1 zeigt den Aufbau des Testfeldes ohne Messwarte.

Das gesamte Testfeld stellt eine Versuchsplattform für das eigentliche Flugtriebwerk dar. Es spiegelt somit alle wichtigen Komponenten des zu entwickelnden Triebwerks mit entsprechend größeren Sicherheitsfaktoren sowie zusätzlichen Einstellmöglichkeiten wider. Das als „Engineering-Modell“ bezeichnete Triebwerk HyER 1k EM verfügt über eine Brennkammer in massiver Stahlbauweise



Abb.1: Mobiles Testfeld mit
1) Versorgungsturm,
2) Schub-Teststand mit
integriertem Triebwerk [1].



Abb. 3: Verschiedene Phasen des Anzündvorganges (Blick auf die Expansionsdüse).

mit einem austauschbaren Thermalschutz aus Graphit und Hartpapier. Der Lagerbehälter und das Fördersystem für den Oxidator bestehen aus geeignetem Edelstahl und sind im Versorgungsturm integriert. Im Laufe des Entwicklungsprozesses werden diese schweren metallischen Komponenten durch Leichtbau-Faserverbundbauteile schrittweise ersetzt. Ziel ist es, ein leistungsstarkes, flugtaugliches Leichtbau-Triebwerk zu entwickeln, das nahezu vollständig auf Faserverbundwerkstoffe setzt.

TESTABLAUF

Die Bauweise des Testfeldes lässt unterschiedliche Versuche zu, die für die Entwicklung des Triebwerks notwendig sind. So sind neben den wichtigen Heißgas-Tests auch Kaltgas-Tests, Druck- und Durchfluss-Tests sowie Injektor-Tests durchführbar. Bereits im November 2013 wurden die Einspritzcharakteristika der verschiedenen Lachgas-Injektortypen mit Hilfe einer High-Speed-Kamera untersucht. In Abbildung 2 sind zwei Einspritz-Injektoren für Lachgas dargestellt. Für den Test wurden Wasser mit Additiven sowie ein vergleichbarer Förderdruck verwendet, um das Einsprühen des Lachgases in die Brennkammer zu simulieren.

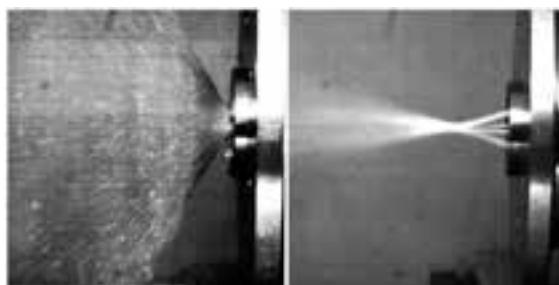


Abb. 2: 1) Drall-Injektor (links) und 2) Kollisions-Injektor (rechts) im Vergleich [2].

Die ersten Anzünd-Versuche des Triebwerks HyER 1k wurden unter kontrollierten Bedingungen, auf einem evakuierten und geschützten Gelände durchgeführt. Der Bahnpark Augsburg als Ort für Technikgeschichte und Technikausbildung stellte dafür eine geeignete Freifläche zur Verfügung.

Nach dem Aufbau des mobilen Testfeldes und der Integration des Triebwerks auf dem Schub-Teststand wird das Versuchsgelände aus Sicherheitsgründen

weitgehend geräumt. Das Befüllen des Oxidator-Tanks erfolgt ferngesteuert über die Messwarze. Nach erfolgreichem Bedrucken des gesamten Systems mit dem Förderdruckmedium Stickstoff (N₂) und einer Kontrolle des Testfelds sowie der Testfeldumgebung nach einer Standard-Operation-Procedure-Checkliste wird die Freigabe für die Versuchsdurchführung erteilt. Das Zünden des Triebwerks erfolgt durch elektrisch angesteuerte, pyrotechnische Anzündmittel im Inneren der Brennkammer von der Messwarze aus. Wie in Abbildung 3 zu erkennen ist, erfolgt der Anzündvorgang in verschiedenen Phasen. 1) Zunächst entzündet sich der pyrotechnische Anzünder, der den 2) festen Brennstoffblock aus PE entzünden soll. 3) Durch das Öffnen des Lachgasventils werden Reste des Anzündmittels aus der Düse gedrückt. 4) Eine Flammfront bildet sich im Inneren der Brennkammer.

FAZIT

Das mobile Testfeld für hybride Raketentriebwerke erweist sich als sehr funktionell und ist für verschiedene Anwendungen einsetzbar. Der Aufbau erlaubt eine schnelle Anpassung an unterschiedliche Anforderungen, wie bereits mit den durchgeführten Testläufen gezeigt werden konnte.

Die ersten Versuche im November 2013 und August 2014 konnten erfolgreich abgeschlossen werden. Im Folgenden ist es nun ein Ziel, eine stabile Flammfront mit einem stabilen Abbrandverhalten in der Brennkammer zu etablieren, um ausreichend Druck für die Schubüberzeugung zu generieren.

Des Weiteren trägt das Testfeld mit HyER 1k EM deutlich dazu bei, das Verständnis der Triebwerkstechnik bei den Studierenden weiter auszubauen. Es hilft Ihnen zudem, ihre eigenen Ideen praktisch umzusetzen und die Ergebnisse in Aktion zu sehen und zu testen.

QUELLEN:

- [1] Bleicher, F., Engelschall, M., Herb M., 2014. Handbuch Mobiles Testfeld. Bachelor-Projektarbeit. Hochschule Augsburg.
- [2] Strasser, T., 2013. Konstruktion und Validierung von Versuchs injektoren für hybride Raketentriebwerke. Bachelor-Arbeit. Hochschule Augsburg.

HyCOMET-1 ist ein vom DLR und dem BMWi gefördertes Projekt und Teil des DLR STERN-Programms.

Projekt-Nummer 50RL1257
Nov. 2012 bis Okt. 2015



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Dezentrale Koppelung von Strom und Wärme

Studie am realen Beispiel einer süddeutschen Siedlung



Die Energieziele der Bundesregierung aus dem Jahr 2010 geben eine straffe Reduzierung des Primärenergieeinsatzes in Deutschland vor. Ein wesentlicher Anteil des derzeitigen Endenergieverbrauches und somit auch des Einsparpotenzials entfällt dabei auf den privaten Gebäudebereich. Die vorliegende Untersuchung analysiert die dezentrale Verbindung der Sektoren Strom und Wärme in Wohngebäuden am Beispiel eines realen Siedlungsgebietes in Süddeutschland.

**Prof. Dr.-Ing.
Michael Finkel MBA**

Hochschule Augsburg

Fakultät für Elektrotechnik
Telefon +49(0)821 5586-3366
michael.finkel@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- Zukunftsfähige Marktmodelle der Energiewirtschaft
- Planung und Optimierung von Verteilnetzen
- Elektromagnetische Felder im Verteilnetz



**Dipl.-Ing. (FH)
Anton Gerblinger**

Hochschule Augsburg

Fakultät für Elektrotechnik
Telefon +49(0)821 5586-3590
anton.gerblinger@hs-augsburg.de

Forschungsgebiet

Zukunftsfähige Marktmodelle der Energiewirtschaft

In der öffentlichen Wahrnehmung spielt sich die Energiewende in Deutschland überwiegend im Stromsektor ab. Diskussionen über den notwendigen Ausbau des Stromnetzes und die Installation von PV- und Windkraftanlagen tragen dazu bei. Der begonnene Weg des Energiesystemwandels kann jedoch nur zum Erfolg führen, wenn auch der Wärme- und Transportsektor mit einbezogen und deren Vernetzung sinnvoll genutzt wird. Dies ist unabdingbar, um die von der Bundesregierung gesteckten Energieziele aus dem Jahr 2010 – wie beispielsweise eine Primärenergieeinsparung von 20 % oder einen Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch von 60 % – bis zum Jahr 2050 realisieren zu können [1].

Nach den Energiedaten des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie für das Jahr 2011 entfallen fast 40 % des Endenergieverbrauches auf den Gebäudebereich [2]. Die rund 15 Millionen Ein- und Zweifamilienhäuser in Deutschland haben dabei einen Anteil von 41 % am Gebäudeenergieverbrauch [3]. Aus diesem Zusammenhang wird deutlich, dass es von größter Wichtigkeit ist, nicht nur das Energiesystem im globalen Sinne, sondern vor allem auch die vielen dezentralen Energiesysteme in Wohngebäuden weiterzuentwickeln. Die Attraktivität der Verknüpfung von Strom und Wärme in Wohngebäuden ergibt sich nicht ausschließlich aus den energiepolitischen Zielen, sondern vor allem durch die Wirtschaftlichkeit dieser Sektorenverknüpfung [4], welche aus dem Nutzen von Synergien der beiden Bereiche resultiert [5].

Ziel dieser Studie ist es, die Koppelung von elektrischen und thermischen Energieflüssen am realen Beispiel einer süddeutschen Siedlung mit 148 Haushalten und einem jährlichen elektrischen Energiebezug von

528 MWh zu untersuchen. Die Haushalte des Beispielgebietes befinden sich zu

- 67 % in Einfamilienhäusern,
- 16 % in Zweifamilienhäusern und
- 17 % in Drei- oder Mehrfamilienhäusern.

Die Wohnsituation trägt dabei dem bereits dargestellten Anteil von Ein- und Zweifamilienhäusern am Endenergieverbrauch sehr gut Rechnung. In diesem Beispielgebiet werden eine Wärmepumpe sowie elf Nachspeicherheizungen betrieben. Die gesamt installierte PV-Leistung beträgt etwa 160 kWp und verteilt sich auf 24 Anlagen. Die Untersuchung berücksichtigt sowohl die elektrischen als auch die thermischen Energieflüsse, die in die Siedlung im Laufe eines Jahres hineinfließen. Ausgehend vom Status quo werden zum einen der energetische Istzustand und zum anderen fiktive Zukunftszenarien analysiert, um Chance und Nutzen der dezentralen Koppelung von Strom und Wärme darzustellen.

METHODISCHES VORGEHEN

Von den 148 Haushalten im Beispielgebiet wird sowohl der elektrische Jahresbezug als auch der Bezug von Rohstoffen wie Gas, Öl, Pellets und Stückholz für das Fotojahr 2012 abgefragt. Der Bezug von Rohstoffen auf der thermischen Seite wird anhand entsprechender Heizwerte in Kilowattstunden basierende thermische Energien umgerechnet [2], [6]. Abbildung 1 zeigt dabei die summierten Energiebezüge aller Haushalte nach den Energiearten.

Energieart	Energie in MWh
Elektrisch	
• Haushalte	494
• Nachspeicherheizungen	32
• Wärmepumpen	2
Thermisch	
• Gas	352
• Öl	1219
• Pellets	49
• Stückholz	439

Abb. 1: Summierte Energiebezüge der 155 Haushalte im Beispielgebiet.

Die Summe der betrachteten Haushalte bzw. deren Energiebezüge wird anschließend sinnbildlich zu einem virtuellen Pilothauses zusammengefügt. Daraus ergeben sich sowohl summierte Bezüge auf der elektrischen und der thermischen Energieseite als auch eine – über die Wärmepumpen- und Nachspeicherheizungsbezüge definierte – Strom-Wärme-Koppelung. Im nächsten Schritt werden die summierten elektrischen und thermischen Energiebezüge des Pilothauses unter Berücksichtigung von Verlusten aus der Umwandlung und dem Transport der Energieträger auf den notwendigen elektrischen und thermischen Primärenergieeinsatz zurückgeführt [7]-[10]. Die installierte PV-Leistung des Pilothauses ergibt sich aus der Summe der Einzelanlagen.

Im Anschluss daran werden die elektrischen Energieflüsse des Haushaltsverbrauches, der PV-Erzeugung und der Strom-Wärme-Koppelung in Viertelstundenprofilen des Kalenderjahres 2012 nachgebildet. Der viertelständliche Haushaltsverbrauch wird durch die Verwendung des VDEW-Standardlastprofils (SLP) H00 und dem Jahresenergiebezug des Pilothauses als Skalierungssgröße erstellt. Das PV-Erzeugungsprofil ergibt sich durch die Skalierung einer gemessenen PV-Referenzanlage mit einem Ertrag von 1095 kWh/kWp. Das Viertelstundenprofil der Strom-Wärme-Kopplung wird mithilfe eines Temperaturlastprofils (TLP) entsprechend des Temperaturverlaufes und der summierten Energiemenge der Strom-Wärme Koppelung im Pilothaus des Jahres 2012 erstellt.

Durch die Definition der elektrischen Viertelstundenprofile ist es möglich, den elektrischen Energiesektor des Pilothauses in einem eigens entwickelten Lastprofilgenerator abzubilden. Darin werden die Profile des Verbrauchs (SLP H00 und TLP) sowie der Erzeugung (PV-Referenzprofil) verwendet, um durch deren Überlagerung im Viertelstundenraster den Eigenverbrauch des Pilothauses zu ermitteln. Des Weiteren bietet der Lastprofilgenerator die Möglichkeit, zusätzlich zum Direktverbrauch noch einen Batteriespeicher hinzuzufügen, dessen Betrieb unter Berücksichtigung von Speicherkapazität, Wirkungsgrad, Entladetiefe und Selbstentladung simuliert wird. Als Ausgangsprofile generiert der Lastprofilgenerator die Einspeisung und

den Bezug des Pilothauses, woraus sich der elektrische Autarkiegrad des Pilothauses bestimmen lässt. Der elektrische Autarkiegrad definiert sich dabei aus dem Anteil der selbst verbrauchten elektrischen Energie bezogen auf den gesamten elektrischen Energieverbrauch (s. Abbildung 1). Darüber hinaus kann im Lastprofilgenerator zusätzlich der Betrieb eines Heizstabes simuliert und eine Tageszeitverschiebung des TLP-Profiles nachgebildet werden.

Mithilfe des beschriebenen Lastprofilgenerators werden nach Abbildung 2 für das Pilothaus neben dem derzeitigen Grundzustand vier weitere Szenarien in Abhängigkeit von der technischen Ausstattung analysiert. Die technische Ausstattung wird in den vier Zukunftsszenarien (2-5) in Abhängigkeit von vier Fällen (A-D) der installierten TLP-Leistung (Strom-Wärme-Kopplung) und der PV-Installation dargestellt. Darin werden jeweils die Fälle der derzeit vorhandenen Installation (Faktor 1) und der vierfachen Installation (Faktor 4) miteinander kombiniert. Der Istzustand entspricht dabei dem Fall A „TLP 1 / PV 1“. Der Fall C „TLP 4 / PV 1“ entspricht beispielsweise der vierfachen Installation von Wärmepumpen und Nachspeicherheizungen (bezogen auf den Istzustand) und der derzeit installierten PV-Leistung.

Simulationsszenarien	Technische Ausstattung			
	A	B	C	D
1 Grundzustand (GZ)				
2 GZ + Batterie (B)				
3 GZ + B + TLP-Verschiebung	TLP 1 / PV 1	TLP 1 / PV 4	TLP 4 / PV 1	TLP 4 / PV 4
4 GZ + B + Heizschwert				
5 GZ + B + TLP-Verschiebung + Heizschwert				

Abb. 2: Simulationsszenarien in Abhängigkeit von TLP- und PV-Installation des Pilothauses.

Im zweiten Szenario wird zum Grundzustand eine Batterie mit einer nutzbaren Speicherkapazität von 150 kWh hinzugefügt. In einem weiteren Schritt wird das Szenario 2 mit einer Verschiebung des TLP-Profiles der Strom-Wärme-Kopplung ergänzt. Darin werden die elektrischen Energiebezüge des TLP-Profil, welche üblicherweise in den Nachtstunden vorhanden sind, in die Tagesstunden verschoben. Szenario 3 ergänzt den Grundzustand mit einer Batterie und zusätzlichen

Heizschwertern. Darin werden alle 24 Haushalte, die eine PV-Anlage besitzen, mit 1 kW Heizschwertern ausgestattet, welche abgestimmt auf den täglichen Warmwasserbedarf von durchschnittlichen Haushalten und getriggert nach dem Zeitpunkt der PV-Erzeugung simuliert werden. Im Szenario 4 werden Batteriespeicher, TLP-Verschiebung und Heizschwert zusammen betrachtet. Ziel der Zukunftsszenarien ist es, die Auswirkungen von Batteriespeicher, TLP-Verschiebung und Heizschwert in Abhängigkeit von unterschiedlichen Installationsgraden der Wärmepumpen, Nachspeicherheizungen und PV-Anlagen auf die Koppelung von Strom und Wärme zu untersuchen. Die jeweilige Auswirkung der Szenarienrechnung auf der elektrischen Energieseite des Pilothauses beeinflusst direkt über die Jahressumme der Strom-Wärme-Kopplung die thermische Energieseite und somit den thermischen Energiebezug.

ENERGIEFLUSSBILD

Zur Visualisierung der Energieflüsse in den beschriebenen Szenarien wird jeweils ein Sankey-Diagramm

als Energieflussbild erstellt, welches die summierten Energieflüsse eines Jahres darstellt (s. Abbildung 3). Die linke Hauseite stellt dabei die elektrischen und die rechte Hauseite die thermischen Energieflüsse dar. Die Verbindung der beiden Hauseiten entspricht der Strom-Wärme-Kopplung aus Wärmepumpen und Nachspeicherheizungen. Auf der elektrischen Energieflossseite sind die Jahreswerte von Bezug, Haushaltsverbrauch, erzeugter PV-Energie, Strom-Wärme-Kopplung, Einspeisung und der Betrieb des Batteriespeichers aufgezeigt. Die thermische Energieflossseite stellt die Jahreswerte von Netzbezug, Haushaltsverbrauch, Strom-Wärme-Kopplung und Umweltwärme (Energiebezug von Wärmepumpen [11]) dar.

Die Bezüge der elektrischen und thermischen Energien des Pilothauses werden über die Verluste aus Umwandlung und Übertragung auf die Primärenergieeinsätze zurückgeführt. Die Aufteilung der Energieträger auf der elektrischen Seite definiert sich aus dem im Jahr 2012 vorliegenden Strommix des regionalen Grundversorgungsunternehmens der Beispield-

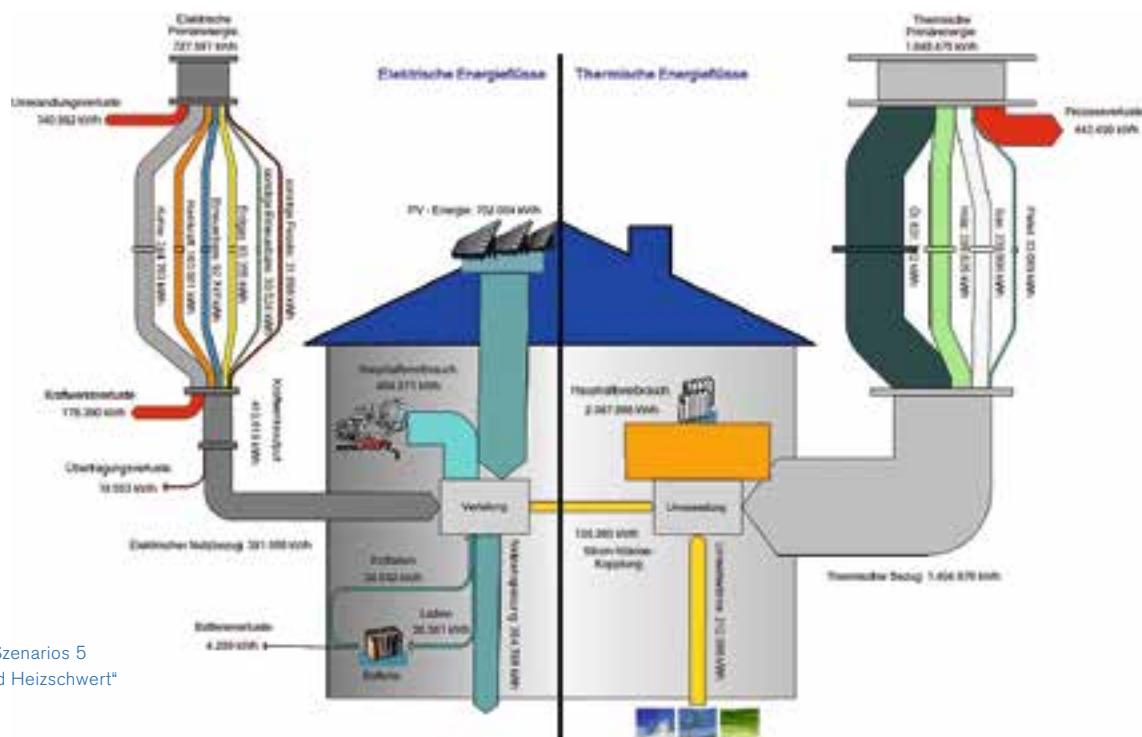


Abb. 3: Energieflussbild des Szenarios 5 „GZ, B, TLP-Verschiebung und Heizschwert“ im Fall D „TLP 4 / PV 4“.

Simulationsszenario	Technische Ausstattung															
	A				B				C				D			
	TLP 1 / PV 1		TLP 2 / PV 4		TLP 3 / PV 1		TLP 4 / PV 4		TLP 1 / PV 1		TLP 2 / PV 4		TLP 3 / PV 1		TLP 4 / PV 4	
	Autarkiegrad Elektrisch	Autarkiegrad Thermisch	Primärenergieeinsparung in %		Autarkiegrad Elektrisch	Autarkiegrad Thermisch	Primärenergieeinsparung in %		Autarkiegrad Elektrisch	Autarkiegrad Thermisch	Primärenergieeinsparung in %		Autarkiegrad Elektrisch	Autarkiegrad Thermisch	Primärenergieeinsparung in %	
1 Grundzustand (GZ)	25	2	5		38	2	9		21	17	13		32	17	15	
2 GZ + Batterie (B)	29	2	7		47	2	11		29	17	12		39	17	17	
3 GZ + B + TLP-Verschiebung	30	2	7		48	2	12		25	17	13		46	17	19	
4 GZ + B + Heizschwert	28	18	16		48	18	22		24	33	22		41	33	28	
5 GZ + B + TLP-Verschiebung + Heizschwert	28	18	16		58	18	23		24	33	22		47	33	30	

Abb. 4: Simulationsergebnisse der Energieflussberechnungen.

lung [12]. Die thermische Energieträgeraufteilung ergibt sich aus den bereits beschriebenen Ergebnissen der Haushaltsbefragung (s. Abbildung 1).

ERGEBNISVARIATION

In sämtlichen Szenarien und Fällen werden jeweils drei Ergebniswerte definiert: Der elektrische und thermische Autarkiegrad sowie die gesamte Primärenergieeinsparung in % bezogen auf den Istzustand ohne PV-Eigenverbrauch. In Kombination betrachtet geben diese drei Parameter einen guten Überblick über die jeweiligen Auswirkungen in den einzelnen Szenarien. Abbildung 4 veranschaulicht für die fünf Szenarien die drei Ergebnisparameter in Abhängigkeit der technischen Ausgestaltung aus TLP- und PV-Installation. Die farbliche Gestaltung der Ergebnisparameter unterstreicht dabei von Grün bis Rot die Höhe der Ergebniswerte.

Szenario 1: Grundzustand (GZ)

Im Grundzustand erhält man im Fall A einen elektrischen Autarkiegrad von 25 %, der sich aus dem direkten PV-Eigenverbrauch ergibt. Der thermische Autarkiegrad von 2 % resultiert aus der Strom-Wärme-Kopplung, die als Eigenversorgung gewertet wird. In Summe ergibt sich im Grundzustand aufgrund des PV-Direktverbrauchs und der vorhandenen Kopplung des elektrischen und thermischen Energiekreises eine Primärenergieeinsparung von 5 %.

Szenario 2: GZ + Batterie (B)

Im Szenario 2 „GZ + Batterie“ zeigt sich, dass die alleinige Installation eines Batteriespeichers im Fall A keine nennenswerte Auswirkung auf den elektrischen Autarkiegrad und somit auf die Primärenergieeinsparung hat. Erst eine Vergrößerung der installierten PV-Leistung im Fall B und D liefert genügend Energie, um den Batteriespeicher sinnvoll nutzen zu können, was sich in den elektrischen Autarkiegraden von 47 % und 39 % zeigt. Eine stärkere Strom-Wärme-Kopp-

lung in den Fällen C und D hat wiederum höhere thermische Autarkiegrade von jeweils 17 % zur Folge. Die maximale Primärenergieeinsparung ergibt sich in diesem Szenario im Fall D mit 17 %.

Szenario 3: GZ + B + TLP-Verschiebung

Im diesem Szenario wird eine Zeitverschiebung des TLP's in die Tagesstunden untersucht. Diese Ergänzung führt jedoch nur zu sehr geringen Auswirkungen in den Autarkiegraden sowie in den Primärenergieeinsparungen der vier Ausstattungsfälle. Grund hierfür ist der saisonale Unterschied zwischen dem hohen TLP-Energiebedarf in den Wintermonaten und der hohen Verfügbarkeit der PV-Erzeugung in den Sommermonaten.

Szenario 4: GZ + B + Heizschwert

Szenario 4 betrachtet den um eine Batterie ergänzten Grundzustand und zusätzliche – nach der PV-Erzeugung gesteuerte – Heizschwerter. Diese Stärkung der Strom-Wärme-Kopplung zeigt sich deutlich in den thermischen Autarkiegraden von 18 % im Fall B sowie jeweils 33 % in den Fällen C und D. Aufgrund des in etwa um den Faktor 3 höheren thermischen Haushaltsverbrauches gegenüber dem elektrischen Haushaltsverbrauch ergeben die Erhöhungen der thermischen Autarkiegrade auch relativ hohe Primärenergieeinsparungen von jeweils 22 % in den Fällen B und C sowie 28 % im Fall D.

Szenario 5: GZ + B + TLP-Verschiebung + Heizschwert

Ergänzt man, wie in Szenario 5 geschehen, die Strom-Wärme-Kopplung aus dem Szenario 4 nochmals mit der TLP-Verschiebung von Wärmepumpen und Nachspeicherheizung, erhöhen sich die Autarkiegrade sowie die Primärenergieeinsparung nochmals um wenige Prozentpunkte. Im Maximum erlangt das Pilothaus in diesem Szenario im Fall D eine Primärenergieeinsparung von 30 %, welche sich aus einem elektrischen Autarkiegrad von 47 % und einem thermischen Autarkiegrad von 33 % zusammensetzt.

FAZIT

Das Energieflussbild erlaubt es in Kombination mit dem elektrischen Lastprofilgenerator die Energiesituation einer beliebigen Anzahl von Kundentypen (Haushalt, Gewerbe, Landwirtschaft, etc.) zu analysieren und verständlich darzustellen. Die Simulation der unterschiedlichen Szenarien und Ausstattungsfälle für die Beispieldorf ergibt, dass Maßnahmen wie Speicherung und Erhöhung von PV-Leistung einen sinnvollen Beitrag zur dezentralen Energieversorgung leisten können. Der Einfluss der Betriebsverschiebung von Wärmepumpen und Nachtspeicherheizungen in die Tagesstunden zeigt lediglich geringe Auswirkungen. Das größte Potenzial zur Gesamtprimärenergieeinsparung kann in der dezentralen Verknüpfung von Strom und Wärme identifiziert werden. Eine Erhöhung der Strom-Wärme-Kopplung vergrößert signifikant sowohl den elektrischen als auch den thermischen Autarkiegrad und sorgt so für eine sinnvolle Einsparung von kostbaren Primärenergieträgern auf beiden Energieseiten. Innerhalb der Strom-Wärme-Kopplung zeigt sich die verstärkte Nutzung des ganzjährigen Warmwasserbedarfes hinsichtlich der Primärenergieeinsparung effizienter als die Anwendung des saisonalen Heizungsbedarfes. Diese Ergebnisse unterstreichen damit eindrucksvoll die eingangs beschriebene Wichtigkeit der dezentralen Koppelung von Strom und Wärme für Erreichung der gesteckten Energieziele.

Über die Analyse des Beispielgebietes hinaus zeigt sich, dass Energiemanagementmaßnahmen wie der elektrische und thermische Eigenverbrauch sowie die Strom-Wärme-Kopplung effizienter werden, je mehr Kunden für die entsprechenden Maßnahmen zusammengefasst werden. Beispielhaft kann in einem Mehrfamilienhaus ein höherer PV-Direktverbrauch realisiert werden als in einem Einfamilienhaus, da die Addition der Kundenbezüge zu einer Glättung des Gesamtbezugspfils und somit zu einer höheren PV-Energienutzung führt. Hierfür sind wiederum neue Geschäftsmodelle notwendig, die sowohl auf dem Nutzen von Kundenbezugssynergien als auch auf dem tariflichen Vorteil der geringeren Steuer- und Abgabesituation bei dem Verkauf der dezentral erzeugten Energie aufgebaut sind [13].

LITERATUR

- [1] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi); Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): „Erster Monitoring-Bericht „Energie der Zukunft“. Berlin, Dezember 2012.
- [2] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi): „Energiedaten: Gesamtausgabe“. Berlin, 2013.
- [3] Kohler, S.: „Energieeffizienz im Gebäudebereich“. Frankfurt am Main, 12. März 2013.
- [4] Huber, M.; et al.: „Das „Post-EEG“-Potenzial von Photovoltaik im privaten Strom- und Wärmesektor“. et, Jg. 63 (2013), Heft 9, S. 57–61.
- [5] Tjaden, T.; et al.: „Chance für den Wärmemarkt“. Sonne Wind & Wärme, 03/2013, S. 94–97.
- [6] MeineHeizung.de: „Heizwerte der Brennstoffe“. <http://www.meineheizung.de/heizen-mit-gas/heizwert-von-erdgas>. 20.02.2012.
- [7] Umweltbundesamt: „Klimaschutz und Versorgungssicherheit – Entwicklung einer nachhaltigen Stromversorgung“. Climate Change, 13/2009, Dressau-Roßlau.
- [8] Zahoransky, R. (Hrsg.); et al.: „Energietechnik, Systeme zur Energieumwandlung“. 6. Auflage. Springer Fachmedien, Wiesbaden, 2013.
- [9] Beppler, E.: „Energiewende – Zweite industrielle Revolution oder Fiasko?“. Books on Demand, 2013.
- [10] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS): „Primärenergiefaktoren von biogenen Energieträgern, Abwärmequellen und Müllverbrennungsanlagen“. BMVBS-Online-Publikation, Nr. 12/2012.
- [11] Verbraucherzentrale Bundesverband e.V. (vzbv): „Checkliste Wärmepumpen 2012/13“. Eine Verbraucherinformation, Berlin, März 2013.
- [12] Lechwerke AG: „Kundeninformation über den Strommix der Lechwerke AG“. Augsburg, November 2012.
- [13] Gerblinger, A.; et al: „Simulation of innovative business cases for household customers in the German electricity supply“. CIRED 2013, Stockholm, Juni 2013.



Eintauchen & Genießen ...



... an Ihrem Logenplatz am Achensee

Traumhaft schön und sonnig gelegen,
2000 m² Wellness vom Feinsten mit
Panoramapool, Sauna-Vitaldörfel,
Gesundheitsabteilung, Beauty-Spa,
Fitness-Raum, Aktiv-Programm usw.

Tolle Wander- & Mountainbiketouren



Reiters' Verwöhntage

4 Übernachtungen inkl. Genießerkulinarium
(Frühstücksbuffet, Mittagssnack, süße
Nachmittags-Jause, 5-Gang-Abendmenü)
Benützung aller Wohlfühlseinrichtungen &
Aktivprogramm. Buchbar von So. bis Fr.

Kennenlern-Preis ab € 420,-/Person



Produktionssysteme für die Industrie 4.0

Mit Inline Scannereinsatz und Bild-basierter Roboterführung zur autonomen Fertigung und zur „Qualität 4.0“



Prof. Dr.-Ing. Markus Glück

Hochschule Augsburg

Fakultät für Maschinenbau
und Verfahrenstechnik

Telefon +49(0)821 5586-3154
markus.gueck@hs-augsburg.de

Technologie Centrum Westbayern GmbH

Emil-Eigner-Straße 1
86720 Nördlingen
Telefon +49(9081)8055-101,
markus.gueck@
tcw-donau-ries.de
www.tcw-donau-ries.de

Fachgebiete

- Prozess- und Produktionsmesstechnik
- Innovationsmanagement und Technologietransfer
- Sensortechnik
- Industrielle Bildverarbeitung
- Robotertechnik

Die industrielle Produktion steht vor einem gewaltigen Umbruch zur „Industrie 4.0“, der von der Verschmelzung der virtuellen Welt und den Technologien des Internets mit der physischen Welt der Fertigungssysteme sowie einem herausfordernden Paradigmenwechsel im Produktionsmanagement geprägt ist: Weg von hierarchisch konzipierten Steuerungssystemen, hin zu einem sich selbst organisierenden und optimierenden Produktionsfluss. Das Produkt bestimmt über seine Bearbeitung! Revolutionär sind auch die Veränderungen im Qualitätsmanagement. Doch was sind die technologischen Eckpfeiler und Werkzeuge der „Industrie 4.0“? Und wie können sich Anwender, insbesondere Mittelstands- und Zuliefererunternehmen auf die Neuerungen der „Industrie 4.0“ bestmöglich vorbereiten?

Die industrielle Produktion durchläuft nach der Mechanisierung, Elektrifizierung und Automatisierung einen fundamentalen Wandel. Der Weg zur intelligenten, wandelbaren Fabrik der „Industrie 4.0“ führt über die Vernetzung und vollständige Integration der Automationskomponenten, der Qualitäts- und Produktionsmanagementsysteme im Fertigungsumfeld [1-4]. Primäre Ziele sind die Flexibilisierung der Fertigung sowie die Steigerung der Produktivität durch modular vernetzte Produktionssysteme und den Einsatz informationstechnischer Intelligenz [3].

Beflügelt von der zunehmenden Rechenleistung eingebetteter Systeme, deren stetiger Miniaturisierung sowie von Fortschritten in den Bereichen RFID, Steuerungstechnik, Robotik und Bildverarbeitung steht heute – im Gegensatz zur CIM Ära der 1980er Jahre – ein leistungsfähiger Gestaltungsrahmen zur weiteren Optimierung der Produktion zur Verfügung [2, 6-7].

Technologische Eckpfeiler sind mit Sensoren bestückte, intelligente Produkte und autonome Produktionssysteme, so genannte „Cyber-Physical Systems“ (CPS), die sich untereinander koordinieren. Montagelinien, Werkzeuge und Roboter, die sich automatisch auf zu fertigende Produktvarianten anpassen [4-6].

Ein weiterer Eckpfeiler sind *Inline Mess- und Prüfsysteme*, die in Echtzeit Objekte erkennen und qualitätsrelevante 100%-Prüfungen an Halbzeugen bzw. Endprodukten vornehmen, ohne dabei den Fertigungspro-

zess zu bremsen. Sie eröffnen die Möglichkeit, Roboter exakter zu positionieren und parallel zum Fertigungsfluss Prüfungen vorzunehmen [7-8].

Dabei zeigt sich, dass mit der Weiterentwicklung zur intelligenten Fabrik das Qualitätsmanagement [9] überdacht werden muss. Aber welche Implikationen ergeben sich für die *Qualität 4.0*? Wie kann bei einer flexibel automatisierten, sich selbst organisierenden Fertigung zum Beispiel eine lückenlose und rechtssichere Rückverfolgung des Produkts garantiert werden? Wie erreicht man die Null-Fehler-Produktion?

KERNELEMENTE DER INDUSTRIE 4.0

In der *Industrie 4.0* gibt der Rohling an, wie er in den einzelnen Fertigungsschritten bearbeitet werden muss. Das Produkt steuert den Produktionsprozess, überwacht Werkzeugzustände, Maschinenkomponenten und löst bei Abweichungen von den Sollvorgaben Gegenmaßnahmen aus. Abbildung 1 zeigt die Abstraktion eines Einführungsszenarios, die benötigten Fähigkeiten und Technologien.



Abb. 1: Auf den Punkt gebracht: Kernelemente der Industrie 4.0, Entwicklungspfad und Umsetzungsstrategie für die Umwälzungen der vierten industriellen Revolution.

Ein erstes Etappenziel auf diesem Migrationspfad ist die Erzielung der vollständigen informationstechnischen Durchgängigkeit und Datenharmonisierung, ohne dass es zu Medienbrüchen kommt [10]. Weitere zentrale Voraussetzungen sind die Vernetzung aller Mess- und Prüfsysteme zum unmittelbaren Datenaustausch. In Verbindung mit robuster Identifikationstechnik stellt die Zusammenführung von Auftrags-, Prozess- und Prüfdaten am Produkt bzw. über Datenbanksysteme den ersten Schritt zur Selbstorganisation dar.

Zweifellos ist zusätzlich eine bisher noch nicht erreichte Verknüpfung von Qualitäts- und Prozessdaten zur Prozessbewertung und für das Condition Monitoring erforderlich. Maßgabe für alles Tun ist aktuelle Prozessqualität und Verfügbarkeit. Echtzeit-Qualitätskennzahlen bestimmen daher die Prozessführung und Produktbearbeitung. Daraus abgeleitete Algorithmen zur Prozess- und Maschinendiagnose verbessern die Fehlerfrüherkennung.

Verknüpft mit einem MES, zusammengeführt mit Qualitätsdaten und erweitert um neue Algorithmen zur Prozess- und Maschinendiagnose bilden diese Funktionalitäten ein leistungsfähiges „*Manufacturing Operations Management*“ (MOM).

AUSGANGSPUNKT MANUFACTURING OPERATIONS MANAGEMENT (MOM)

MOM steht für die ganzheitliche Bündelung von informationstechnischen Werkzeugen zur Prozessoptimierung und zur nachhaltigen Steigerung der Performance von Fertigungsvorgängen in einem Framework. Eine MOM-Plattform bündelt alle Prozesse und Aspekte des Lebenszyklus- und Produktionsmanagements. Sie erweitert die klassischen Funktionalitäten eines Manufacturing Execution Systems (MES) und führt diese zusammen mit modernen Werkzeugen des Qualitäts- und Produktlebenszyklusmanagements (CAQ bzw. PLM).



MOM-Systeme interagieren mit ERP-, PLM- und Automatisierungsdomänen und dienen zur Konsolidierung der Verwaltung fertigungsbegleitender Prozesse wie des Qualitätsmanagements, der Fertigungsorganisation, der Lieferantenbewertung, der Rückverfolgung (Traceability) und der Ressourcenverwaltung in einem System.

Neu ist das daraus abgeleitete Konzept der produktionsintegrierten Qualitätsregelung und kennzahlbasierten Fertigungssteuerung. Die aktuelle Prozessqualität wird so zur maßgeblichen Regelgröße und Entscheidungsinstanz oberhalb der Maschinenregelungen, über die Fehler zuverlässig erkannt, kompensiert bzw. ganz vermieden werden.

ZWEI UMSETZUNGSBEISPIELE FÜR SELBSTOPTIMIERUNG, AUTONOME ROBOTERFÜHRUNG UND PRODUKTIONSINTEGRIERTE QUALITÄTSREGELUNG

Optische Sensoren, Kamera- und Bildverarbeitungssysteme sind als „*künstliche Augen*“ zur Bahnoptimierung und Objekterkennung sowie als zerstörungsfreie Inline Prüfsysteme zur Prozessanalyse im Roboterrumfeld nicht mehr wegzudenken [5-6, 11]. Vollständig im Fertigungsumfeld integriert, vermessen am Roboterflansch angebrachte Laserscanner 3D Profile mikrometrisch genau und analysieren diese im Sinne eines „*Quality Data Minings*“. Über diese Merkmalsabstraktion und die Musterbewertung der Prozesskenndaten, die im Fertigungstakt zu Prozesskennzahlen verdichtet werden, gelingt eine Selbstoptimierung der Werkstückbearbeitung und -prüfung sowie der Aufbau produktionsintegrierter Qualitätsregelkreise.

Abbildung 2 zeigt, wie eine beliebig im Raum platzierte Autotür vermessen wird. Die Integration des Präzisionsscanners erlaubt es, neben der Aufnahme von Messpunkten im Zuge der Objektprüfung auch aktiv Daten an das Steuerungsumfeld des Industrieroboters zu senden. So kann dieser Messobjekte klassifizieren,

Abb. 2: Kamera basierte Objekterkennung und Laser-scanner basierte Bahnführung eines Industrieroboters bei gleichzeitiger Präzisionsvermessung von Prüfmerkmalen an einem beliebig frei im Messraum platzierten Messobjekt, hier eine Autotür.



Abb. 3: Roboterzelle mit Laserscanner zur kennzahlbasierten Präzisionsvermessung von Klebstoffauftrag bei gleichzeitiger Selbstorganisation der Roboterführung und Verdichtung der Messdaten zu Echtzeit-Kennzahlen für Inline Prozessdiagnosen und Frühwarnfunktionen.

deren Größe und Positionierung im Raum erkennen und diese über flexible Bahnführung präzise anfahren. Gleichzeitig werden Bewegungsungenauigkeiten des Roboters auf den Messfahrten erfasst und kompensiert. Die Prüfdaten werden unmittelbar an ein CAQ System übertragen, ohne dass ein Werker eingreift.

Heute schon steuert sich der Roboter selbst, ohne ein fest definiertes Bearbeitungsprogramm abzufahren. Er erkennt das zu bearbeitende Produkt und passt die Roboterbewegungen den Werkzeugen und Besonderheiten der Messobjekte in der vorgefundenen Situation präzise an.

Abbildung 3 zeigt eine weitere Applikationsstudiie. In der Roboterzelle erfolgt die kennzahlbasierte Bahnführung bei gleichzeitiger Deposition und Präzisionsvermessung von Klebstoffauftrag. Auch dieses Prüfsystem steuert sich selbst, ohne ein fest definiertes Bearbeitungsprogramm abzuarbeiten. Aus den 3D Profildaten werden Schwerpunkte als Stützpunkte zur optimalen Bahnführung des Roboters genutzt. So passt sich die Roboterbewegung in Position, Bahngeschwindigkeit, Orientierung und Vorschub den Prozessanforderungen und dem Werkstück an.

Die Qualität von Klebeprozessen hängt von einer Vielzahl an Parametern ab, u. a. von der Viskosität und Trocknung der Klebstoffe, von der Porenfreiheit der aufgebrachten Klebepasten, der Reproduzierbarkeit, Form und Geometrie des Pastenauftrags. Aus Punktwolkendaten des Scanners werden zunächst relevante Geometriedaten bestimmt, um Hinweise auf einsetzende Prozessstörungen wie z. B. Veränderungen in der Viskosität des Pastenauftrags zu erkennen und diese

über eine Nachregelung der Vorschubgeschwindigkeit zu kompensieren. Hierbei hat sich die Bestimmung der kritischen Fähigkeitskennwerte C_{pk} – das Verhältnis der aktuellen Prozessstreibbandbreite zur Bandbreite des Spezifikationsrahmens – für die pro-aktive Fehlerdiagnose sehr gut bewährt. Eingeleitete Regelkorrekturen greifen bereits erheblich vor Erreichen der Spezifikationsgrenzen und erlauben somit eine wesentlich stabilere Prozessführung.

Neuartige Fehlererkennungsalgorithmen zur Analyse der 3D Punktwolken (z. B. auf Riefenbildung, Konturverjüngung, lokale Verdichtung, die Detektion von Lunkern, Einschnürungen, Poren, Fremdeinschlüssen etc.) als Frühindikatoren auf Prozessstörungen wie z. B. ansatzweise verklebte Düsen, unterstützen die Serviceplanung und bedarfsorientierte Wartung der Produktionsanlagen. Oft genügt in diesem Stadium ein Reinigungsschritt durch Freiblasen oder eine unmittelbare Regelung der Roboterführung, so dass vorübergehend das Bearbeitungstempo reduziert wird, um die Kleb- oder Dichtstoffapplikation korrekt abzuschließen. Stillstände werden so vermieden.

Die *Qualität 4.0* muss über das bloße Gewinnen statistischer Kennzahlen, die eine Rückschau auf Vergangenes ermöglichen, hinaus erweitert werden. Das MOM muss mitdenken: Störungen im Produktionsablauf, differierende Rohstoffqualitäten, Energie- oder Materialengpässe, die von den Inline Messsystemen erfasst werden, müssen umgehend analysiert und verdichtet werden [7, 12-13]. Nur so können kürzeste Reaktionszeiten bei Störungen und eine optimale Ressourcennutzung sichergestellt werden [9].

QUANTENSPRUNG DURCH VERNETZTE QUALITÄT 4.0 UND SELBSTORGANISATION

In einem sich selbst organisierenden Fertigungsumfeld, wie es die Vision der *Industrie 4.0* vorsieht, erfolgt die Einzelteilbearbeitung nicht mehr auf von Beginn an definierten identischen Bearbeitungspfaden. Abbildung 4 versucht dies zu verdeutlichen.

Die Prozessführung erfolgt auf unterschiedlichen Systemen, in unterschiedlichen Sequenzen, auf verschiedenen Maschinen, unter Beobachtung von mehreren Werkern. Jedes einzelne Produkt kann auf einer

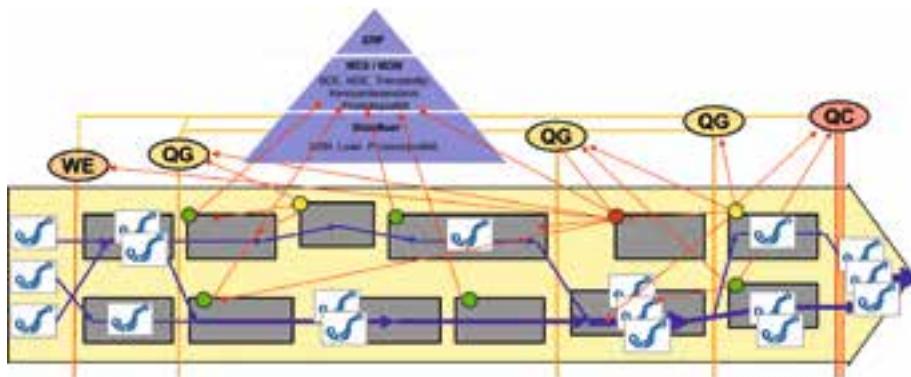


Abb. 4: Fertigungsfluss bei selbstorganisierter Produktion auf nicht von Beginn an definierten Pfaden mit ebenfalls sich selbst organisierendem vernetztem Quality Gate Management.

Vielzahl an Möglichkeiten die Produktionskette vom Wareneingang bis zum Auslieferungslager durchlaufen.

Die vernetzte *Qualität 4.0* integriert und synchronisiert die Abläufe der Fertigung und Prozesssicherung mit den Maßnahmen zur Qualitätssicherung. Auf der Basis fortlaufender Prozessanalyse und Trendbewertung erfolgt eine aktuelle Stabilitätsbewertung der gesamten Fertigungskette, mit Hilfe derer Prüfzyklen variabel und bedarfsgerecht gestaltet werden. Gezielt wird das Potential der Wechselwirkungen durch die Vernetzung der Qualitätsprüfungen erschlossen. Denn eine Null-Fehler-Produktion wird sich nur im Verbund von verlässlicher Prozessführung und Zulieferung, korrekter Produktbearbeitung, fehlerfreier Handhabung und Weitergabe sowie der korrekten Zusammenführung von Produkt-, Prozess- und Qualitätsdaten erreichen lassen.

LERNEFFEKT DURCH DIE QUALITÄT 4.0

Die Rückführung von Qualitätsinformationen in alle Funktionsbereiche der Unternehmen ermöglicht eine frühzeitige Berücksichtigung wertvoller Informationen, zum Beispiel zu einer den gesamten Produktlebenszyklus begleitenden FMEA; eine Anforderung, die sich heute schon aus der Maschinenrichtlinie ergibt.

Produktionsverantwortliche spüren brachliegende Rationalisierungsreserven über den Einsatz und die Analysefunktionen der MOM's auf. Sie erkennen, bei

welchem Prozessschritt die meisten Fehler entstehen, wo Rüst- und Stillstandszeiten häufig auftreten und leiten selbstständig geeignete Korrekturmaßnahmen ein.

Entwickler optimieren auf der Basis von Qualitätsanalysen die Robustheit ihrer Produktdesigns. Einkäufer und Mitarbeiter der Logistik nutzen Echtzeit-Kennzahlen und dynamisierte Analysen für die Warenbestandsoptimierung, die Beschaffung, die Lieferantenbegleitung und Lieferantenbewertung. Mitarbeiter aus dem Betriebsmittelbau und Produktionsverantwortliche lernen ganz selbstverständlich, wie sie ihre Maschinenanordnung und -performance optimieren können, z. B. durch verbesserte Zuführung und bedarfsoorientierte präventive Wartungen.

SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK

Der Weg zur *Industrie 4.0* ist ein langer, sich letzten Endes aber für Fertigungsunternehmen zum Erhalt ihrer Wettbewerbsfähigkeit lohnender Entwicklungspfad. Als erstes müssen Produktionsanlagen an intelligente Softwaresysteme zur Verbesserung der Fertigungssteuerung und -kontrolle (zum Beispiel über MOM Systeme) angebunden werden. Nötig sind auch Kameras, Scanner, 2D- und 3D-Technologien der industriellen Bildverarbeitung, mit Hilfe derer sich ein schier unerschöpfliches Potential an Inspektionsanwendungen erschließen lässt.

Die Prozessfähigkeit ist eine wichtige Kennzahl zur statistischen Bewertung eines Prozesses. Sie charakterisiert das Verhältnis zwischen der statistischen Verteilung eines messbaren Qualitätsmerkmals und der für dieses Merkmal vorgegebenen Toleranz und kennzeichnet die Fähigkeit einer Maschine oder eines Prozesses, spezifizierte Merkmale zu realisieren. Dies ist der Fall, wenn die Häufigkeitsverteilung des Prozesses innerhalb geforderter Toleranzen liegt.

Im Idealfall liegen der Prozessmittelwert und der Maximalbereich der gaußförmigen Verteilungskurve beim Sollwert, z.B. nach Neueinstellung oder Kalibrierung der Fertigungseinrichtung im Idealbetrieb. Unter diesen Voraussetzungen errechnet sich das **Prozesspotential C_p** .

Im Realfall weicht die Lage des Prozessmittelwerts vom Sollwert – z.B. nach einer gewissen Zeit – ab. Dann muss zur Beurteilung der aktuellen Fähigkeit zusätzlich die reale Lage des Mittelwertes der tatsächlich produzierten Merkmalsverteilung berücksichtigt werden. Diese führen zu den **kritischen Fähigkeiten: C_{mk} (kritische Maschinenfähigkeit) und C_{pk} (kritische Langzeit-Prozessfähigkeit)**.

$$C_p = \frac{(OT-UT)}{6s} \quad C_{pk} = \min \left(\frac{OT-\bar{X}}{3s}; \frac{\bar{X}-UT}{3s} \right)$$

(mit: OT= obere Toleranzgrenze, UT= untere Toleranzgrenze,

SW= Sollwert beziehungsweise Zielwert des Prozesses,

X, s= Mittelwert und Standardabweichung aus der zugrundeliegende Datenerhebung)

Abb. 5: Prof. Dr.-Ing. Markus Glück (rechts) im Gespräch mit dem Organisator des Industrie 4.0 Fachgesprächs auf der Messe CONTROL 2014 in Stuttgart, Jürgen Wolf (IBS AG).



Die integrierte Produktion entfaltet ihr volles Potential, wenn zugleich das Qualitäts- und Produktlebenszyklusmanagement revolutioniert wird. Für eine Null-Fehler-Produktion und sich selbst organisierende und optimierende Fertigungen ist die Vernetzung von Qualitätsinformationen, Prozess- und Produktionsdaten unerlässlich.

Auch wenn auf dem sicherlich eher evolutionär erfolgenden Migrationspfad zur Industrie 4.0 noch viele Fragen geklärt werden müssen, lohnt es sich, sich frühzeitig mit den Anforderungen der *Qualität 4.0* auseinanderzusetzen. Das ganze Optimierungspotential einer integrierten Produktion kann nur gehoben werden, wenn eine reibungslose Datendurchgängigkeit über sämtliche Stufen des Produktlebenszyklus gewährleistet ist – vom Produktdesign über die Produktion bis hin zum produktionsintegrierten Qualitäts- und Fertigungsmanagement.

DANKSAGUNG

Die Forschungs- und Technologietransferaktivitäten des Technologie Centrum Westbayern – eines Produktionsmechatronik An-Instituts der Hochschule Augsburg – werden gefördert aus Mitteln des Bundes (ZIM), des Freistaats Bayern (Aufbruch Bayern) und der Europäischen Union (ESF). Besonders danken möchte ich Herrn Jürgen Wolf, Leiter Strategisches Marketing & Business Development bei der IBS AG, einem führenden Anbieter von unternehmensübergreifenden Softwaresystemen für das industrielle Qualitäts-, Produktions-, Traceability- und Compliance-Management für zahlreiche wertvolle Diskussionen und die gemeinsame Weiterentwicklung der Themengebiete und Automatisierungsanforderungen rund um die „*Produktion 2020*“.

Die Innovationsoffensive „*Produktion 2020*“ wurde 2011 im Umfeld des Technologie Centrum Westbayern gegründet. Allianzpartner des Instituts für Produktionsmechatronik an der Hochschule Augsburg sind renommierte Firmen wie Kuka Roboter, Schmalz Vakuumtechnik, FESTO, Micro-Epsilon, Pilz Sichere Automation, HARTING, Schunk, IBS und Balluff. Regionale Produktionstechnikpartner sind die Firmen AGCO Fendt, Eurocopter, GEDA, SPN Schwaben Präzision, Fritz Hopf, Grenzebach, Güdel Automation, Kathrein, MR-PLAN, Ohnhäuser, Tigris, Valeo und Zott.

WEITERFÜHRENDE LITERATUR- UND QUELLENHINWEISE

- [1] J. Abel, *Die flexible Produktion*, mi Wirtschaftsbuch München (2011).
- [2] J. Gausemeier, C. Plass, C. Wenzelmann, *Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung – Strategien, Geschäftsprozesse und IT-Systeme für die Produktion von morgen*, Carl Hanser (2009).
- [3] 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.
- [4] W. Günthner, M. ten Hompel (Hrsg.), *Internet der Dinge in der Intralogistik*, Springer (2010).
- [5] M. Glück, Autonome Roboterführung – *Integration von Bildverarbeitung im Roboterumfeld*, SPS-Magazin (10/2013), S. 154–155 (2013).
- [6] M. Glück, *Die Produktion 2020*, in Computer & Automation, Heft 6, S. 47–50 (2012).
- [7] M. Glück, *Technologien und Managementsysteme für die Fertigung der Zukunft*, VDI-Z Integrierte Produktion, Heft 4/2012, S. 66–68 (2012).
- [8] S. Hesse, G. Schnell, *Sensoren für die Prozess- und Fabrikautomation*, Vieweg + Teubner Verlag (4. Auflage, 2009).
- [9] S. Sommer, *Taschenbuch automatisierte Montage- und Prüfsysteme – Qualitätstechniken zur fehlerfreien Produktion*, Carl Hanser Verlag (2008).
- [10] M. Glück, T. Schulz, *Elektronikproduktion 2020: Über flexible Prozessautomation, sichere Rückverfolgung und effizienten MES Einsatz zur Null-Fehler-Produktion*, Productivity Management, Heft 3, S. 35–38 (Juni 2012).
- [11] M. Glück, B. Roßkopf, J. Wolf, *Kamera- und Scanneinsatz zur Bild basierten Roboterführung, Inline Kon-*

Im Fokus der vielfältigen Projekte des Netzwerks steht die firmenübergreifende Auseinandersetzung mit Forschungs- und Integrationsvorhaben zur automatisierten Fertigungstechnik der Zukunft, zur sicheren Mensch-Maschine-Kooperation und flexiblen Automation in der Robotertechnik bis zur Integration der Fertigungssysteme in das MES- und ERP-Umfeld der Firmen-IT. Bis zu 30 Prozent höhere Wertschöpfung in der Fertigung – so lautet ein Ziel der gemeinsamen Anstrengungen von Forschung und Industrie der Innovationsoffensive.

trolle und Montageoptimierung mit Industrierobotern“, Internat. Forum Mechatronik (IFM 2011) in Cham, 21.09.2011, Konferenzband S. 165 – 177 (2011).

[12] R. Jochem, K. Mertins, T. Knothe (Hrsg.), *Prozessmanagement – Strategien, Methoden, Umsetzung*, Symposium Verlag, Düsseldorf (1. Aufl., 2010).

[13] M. Glück, MES Einsatz in der Elektronikproduktion 2020 – *Flexible Prozessautomation, sichere Rückverfolgung und Null-Fehler-Produktion*, Contact (Heft 1/2012), S. 8 – 12.

WEITERE VORTRÄGE ZUM THEMA AUF TAGUNGEN UND EXPERTENTREFFEN IM BERICHTSZEITRAUM

- M. Glück, „*Technologie Screening, Trendableitung, Technologiebewertung, Zukunftsszenarien und innovative Technologien der Mechatronik*“, eintägiger Workshop zur Mechatronik Summerschool des Clusters Mechatronik & Automation e. V. am 8.10.2013 in Nördlingen.
- M. Glück, „*Lean Quality Control and PLM 4.0 – Challenges, implications, tools and requirements for advanced PLM, best process quality and optimum performance in an integrated production environment, according to the Industry 4.0 approach*“, 14.10.2013 PLM User Conference, Berlin.

- M. Glück, J. Wolf, „*Produktionssysteme für die Industrie 4.0 – Mit Inline Scannereinsatz und bildbasierter Roboterführung zur autonomen Fertigung und zur Qualität 4.0*“, Fachvortrag und Veröffentlichung zum Industrie 4.0 Gipfel, 15.10.2013, München.
- M. Glück, „*Implikationen der Industrie 4.0 auf das Qualitätsmanagement in der Produktion 2020*“, Vortrag beim 17. IBS Expertenkreis am 31.10.2013 in Stuttgart (Porsche AG).
- M. Glück, „*Flexible Automation für die Produktion 2020 – Technologien und Prozessimplementation*“, Vortrag am 12.02.2014 im Rahmen der Themenreihe „*Moderne Technik anschaulich erklärt*“ am Technologie Centrum Westbayern.
- M. Glück, „*MES als zentraler Enabler der Industrie 4.0 – Implikationen auf das Qualitätsmanagement 4.0*“, Eröffnungsvortrag beim Automatisierungstreff am 25.3.2014 in Böblingen.
- M. Glück, „*Industrie 4.0 – Zukunft der Produktion aus der Perspektive des Innovationsmanagements*“, Vortrag am 18.02.2014 beim V. Forum „Innovation 2020“ am Technologie Centrum Westbayern.

beraten | planen | überwachen



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



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

Forschungskooperation ABIEST: Argentinean-Bavarian Initiative on Science, Technology and Innovation in Environmental Science and Technology

Erfolgreicher erster fachlicher Workshop in Buenos Aires und erste Ausschreibungsrounde Fördermittel



Am 8. und 9. April 2014 wurde in Buenos Aires (Argentinien) der erste ABIEST Workshop veranstaltet. Im Rahmen des durch das argentinische Ministerium für Forschung und Wissenschaft (MinCyT) organisierten Workshops fand ein intensiver Austausch zwischen bayrischen und argentinischen Wissenschaftlern statt.

Der Umweltcluster Bayern und das Bayerische Hochschulzentrum für Lateinamerika (BAYLAT) unterstützen die Argentinean-Bavarian Initiative on Science, Technology and Innovation in Environmental Science and Technology (ABIEST), die am 15.04.2013 in Erlangen gegründet wurde. Ziel der Forschungsinitiative ist eine Intensivierung des Austauschs zwischen Argentinien und Bayern mit Schwerpunkt Umwelttechnik.

Die Gründung erfolgte auf Anregung des argentinischen Ministeriums für Wissenschaft, Technologie und Innovation (MINCyT), das eine verstärkte bilaterale Kooperation zwischen Bayern und Argentinien anstrebt. Hierfür werden seitens des argentinischen Ministeriums Mittel zur Verfügung gestellt.

Ein entsprechender Letter of Intent zwischen Argentinien und Bayern wurde am 20. Mai 2013 im Rahmen einer Delegationsreise nach Argentinien durch den damaligen Bayerischen Wissenschaftsminister Dr. Wolfgang Heubisch und dem argentinischen Wissenschaftsminister Dr. Lino Barañao (MINCyT) unterzeichnet.

Der Workshop fand in den Räumlichkeiten der Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales in Buenos Aires statt. Neben zahlreichen argentinischen Wissenschaftlern haben von deutscher Seite Prof. Dr.



Teilnehmer am ersten ABIEST-Workshop am 8./9. April 2014 in Buenos Aires.

Aldo Boccaccini der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Prof. Dr.-Ing. Rita Hilliges der Hochschule Augsburg, die Professoren Dr. Andreas Ratka und Dr. Gert Lautenschlager der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf sowie Prof. Dr. Cordt Zollfrank der Technischen Universität München teilgenommen. Zum Ende des Workshops wurde eine weitere Absichtserklärung bezüglich der zukünftigen Aktivitäten unterzeichnet.

Für das Jahr 2015 ist ein zweiter Workshop im Rahmen der ABIEST-Schwerpunkte in Erlangen geplant. Um den wissenschaftlichen Austausch zu fördern läuft derzeit eine Ausschreibung zur Anschubfinanzierung für gemeinsame Forschungsvorhaben zwischen Bayern und Argentinien durch das Bayerische Hochschulzentrum für Lateinamerika (BAYLAT) zusammen mit dem Nationalen Rat für wissenschaftliche und technologische Forschung von Argentinien (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas - CONICET).

Im Anschluss an den Workshop haben die deutschen Professoren am 10. April 2014 Vorträge im Rahmen der Tagung „Challenges and Innovations in Energy Transformation and Sustainable Development“ an der deutschen Botschaft in Buenos Aires gehalten (siehe auch <http://www.buenos-aires.diplo.de/Vertretung/buenosaires/es/00-startseite/energiewende-IERA.html>).

Für Information über ABIEST wenden Sie sich bitte an die Koordinatoren:

- Prof. Dr.-Ing. habil. Aldo R. Boccaccini
(Email: aldo.boccaccini@ww.uni-erlangen.de)
- Prof. Dr.-Ing. Rita Hilliges
(Email: rita.hilliges@hs-augsburg.de)



Die deutschen Teilnehmer am ersten ABIEST-Workshop in Buenos Aires: (v.l.) Prof. Dr. Lautenschlager, Prof. Dr. Zollfrank, Prof. Dr.-Ing. Hilliges, Prof. Dr. Boccaccini und Prof. Dr. Ratka.

Untersuchungen in Freilandlysimetern

Effizienz technischer Sicherungsmaßnahmen in Straßenböschungen bei Einsatz von Böden mit umweltrelevanten Inhaltsstoffen

Die quantitative Durchsickerung von Böschungen aus teilgesättigten Erddämmen infolge von Niederschlägen ist bisher nur unzureichend bekannt. Für Straßenbauingenieure reicht das vorhandene Wissen über Wasser im Straßen-Erbauwerk zur Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit vollkommen. Für die hydrogeologische Beurteilung der Durchsickerung im Hinblick auf den Boden- und Grundwasserschutz ist der heutige Wissensstand jedoch nicht ausreichend. Ziel des Projektes ist es, einen dringend benötigten Beitrag zur wirtschaftlichen und umweltverträglichen Verwertung von Ersatzbaustoffen im Erdbau zu leisten und bisher fehlende Beurteilungsmaßstäbe für den Boden- und Grundwasserschutz für die straßenbau-spezifischen Gegebenheiten zu liefern.

Planung, Bau und Betrieb von Straßen unterliegen vielfältigen Anforderungen. Recycling-Baustoffe, industrielle Nebenprodukte und aufbereitetes Bodenmaterial, die in ungebundenen Schichten und im Erdbau als Alternative zu natürlichen Baustoffen eingesetzt werden, sind für die Kreislaufwirtschaft mengenmäßig bedeutsam. Durch Sickerwasser können aus diesen Baustoffen Schadstoffe gelöst und in Boden und Grundwasser eingetragen werden. Boden und Grundwasser sind zu schützen.



Abb. 1: Schematische Darstellung des Wasserhaushaltes an einer Straßenböschung (Quelle: BAST).

Bei Verwendung der genannten Baustoffe für die Herstellung von Böschungen haben u.a. die Sickerwassermengen und deren Verweildauer in den Baustoffen wesentlichen Einfluss auf die Menge der möglichen austragbaren Schadstoffe.

Das „Merkblatt über Bauweisen für technische Sicherungsmaßnahmen beim Einsatz von Böden und Baustoffen mit umweltrelevanten Inhaltsstoffen im Erdbau - M TS E“ der Forschungsgesellschaft für



Abb. 2: Blick auf die Lysimeteranlage (während des Einbaus der Böschungen - 2010).

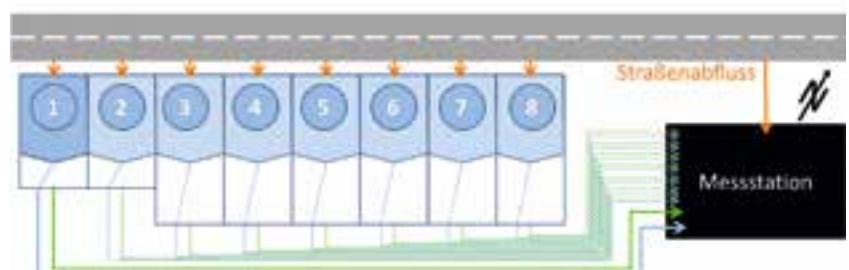


Abb. 3: Schematische Darstellung der Anlage (Quelle: BAST).



Prof. Dr.-Ing. Rita Hilliges

Hochschule Augsburg

Fakultät für Architektur und Bauwesen

Telefon +49(0)821 5586-3114
rita.hilliges@hs-augsburg.de

Fachgebiete

- Wasserwirtschaft und Umwelttechnik

Forschungsgebiete

- Siedlungswasserwirtschaft
- Abwasserreinigung
- Deammonifikation
- Mikroschadstoffe
- Umgang mit Niederschlagsabläufen
- Regenwassermanagement



Michael Endres, M.Eng.

Hochschule AugsburgFakultät für Architektur
und BauwesenTelefon +49(0)821 5586-3139
michael.endres@hs-augsburg.de**Projektmitarbeit****Hochschule Augsburg**

- Markus Brand
- Astrid Tiffert

**Projektleitung Bundes-
anstalt für Straßenwesen**Brüderstraße 53
51427 Bergisch Gladbach

- Dr. Birgit Kocher
kucher@bast.de
- Tanja Marks
marks@bast.de

Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) stellt unterschiedliche Sicherungsmaßnahmen zur Verhinderung bzw. starken Verminderung von Sickerwassermengen zusammen. Zur praxisnahen Bewertung der Prinzipien einiger dieser Maßnahmen wurden großmaßstäbliche Lysimeteruntersuchungen ausgewählt, um unter realen Bedingungen Sickerwasserraten und -mengen wie auch Schadstoffkonzentrationen zu quantifizieren.

Dazu wurden 2010 in einer bereits bestehenden Lysimeteranlage in Augsburg (Derchinger Straße) durch die BASt in acht Becken Modellböschungen einschließlich eines etwa ein Meter breiten Bankettstreifens eingebaut. Bei der Derchinger Straße handelt es sich um eine Ein- und Ausfallstraße (Autobahnzubringer) mit einer durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke (DTV) von etwa 7000 Kraftfahrzeugen pro Tag.

Auf den Böschungen wurden die Varianten unterschiedlicher technischer Sicherungsmaßnahmen realisiert, die den Eintrag an Sickerwasser reduzieren sollen. Zum Vergleich wurden zusätzlich Böschungen ohne technische Sicherungsmaßnahme verwirklicht. Für den Aufbau der Böschungskerne wurde für vier Lysimeter feinkörniges (schwach durchlässig) und für die anderen vier grobkörniges (durchlässig) Bodenmaterial ausgewählt und mit Schadstoffen (Cadmiumacetat, Kalium-ferrrocyanid und Kupfersulfat) dotiert.

Seit Juli 2010 werden von der Hochschule Augsburg in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) die Untersuchungen an den



Abb. 4: realisierte technische Sicherungsmaßnahmen (Quelle: BASt).

Modellböschungen durchgeführt. Ergänzend zu den hydraulischen Größen (Niederschlag, Menge von Sickerwasser und Oberflächenabfluss der Lysimeter), werden auch die im Sickerwasser und Straßenabfluss enthaltenen Inhaltsstoffe bestimmt. In den Böschungsausschnitten werden über Sonden die volumetrische Feuchte, Temperatur und Salinität an jeweils zwei Punkten der Böschungen je Lysimeterbecken gemessen.



Abb. 5: Sickerwasserfassung und -messung im Keller der Messstation.

Problematisch erwies sich bei der Durchführung des Projektes, dass der Straßenabfluss nicht gleichmäßig auf die Lysimeterbecken verteilt wurde. Dies lag daran, dass durch die Nutzung der Straße mittlerweile ein deutlicher Einfluss durch Spurrinnen besteht. Ebenso hat die Wirkung der hydraulischen Abkopplung einer an die Straße grenzenden Busspur nachgelassen. 2013 wurde daher eine Sanierung der Straße im Abschnitt der Lysimeteranlage durchgeführt.

Bisher konnte qualitativ festgestellt werden:

- Die Auswahl des Dammbaustoffes hat den wesentlichen Einfluss auf den Anteil des Sickerwassers. Dieser betrug bei den Becken mit bindigem Boden zwischen 4 % und 16 %, bei den Becken mit den kiesigen Böden zwischen 45 % und 71 %.

- Beim kiesigen Boden konnte belegt werden, dass ein hoher Anteil des Wassers bereits im Bankett versickert.
- Eine Bitumenanspritzung als technische Sicherungsmaßnahme bewirkte bei beiden Bodenarten zunächst keine Verminderung des Sickerwasseranteils. Hier gab es jedoch mit fortschreitender Projektzeit Veränderungen, so dass eine abschließende Bewertung noch nicht erfolgen kann.
- Die Möglichkeit einer gut wasserleitenden Schicht zeigte die größte Reduzierung der Sickerwassermen gen. Sie wurde bei den Böschungen mit bindigem Boden im Böschungskern eingesetzt.

Hinsichtlich der umweltrelevanten Inhaltsstoffe konnte festgestellt werden:

- Die im Mittel während des Messzeitraumes aus jedem Lysimeter ausgetragenen Stoffmengen sind relativ gering.
- Hohe Chloridkonzentrationen haben eine mobilisierende Wirkung auf mehrere Schwermetalle.
- Die Ergebnisse der Frachtermittlung zeigen - wie auch die gemessenen Konzentrationen - deutlicher den Unterschied zwischen den beiden eingebauten Böden als zwischen den realisierten technischen Sicherungsmaßnahmen. Die Verteilung der Zuflüsse erfolgte aufgrund der Straßengegebenheit ungleichmäßig zu den Lysimetern. Dies hatte auch auf die im Versuchszeitraum angefallenen Frachten wesentlichen Einfluss.

Das ursprünglich geplante Projekt wurde durch ein Folgeprojekt verlängert, um bisher noch offene Fragen mit Bezug zum Wasserhaushalt der Lysimetern zu beantworten. Daraus können auch für eine bessere Differenzierung der bei unterschiedlichen Technischen Sicherungsmaßnahmen zu erwartenden Frachten und deren Vergleich mit „normalen“ Stoffausträgen unbelasteter Straßenböschungen wichtige Erkenntnisse erwartet werden.

LITERATUR

- Brand M., Tiffert A., Endres M., Marks T., Kocher B., Schnell M. (2013): Untersuchungen von Bauweisen in Freilandlysimetern. Schlussberichte zu FE 89.0246/2010/AP und FE 89.0270/2011, Teilprojekt des Vorhabens „Effizienz technischer Sicherungsmaßnahmen, bei Einsatz von RC-Baustoffen und industriellen Nebenprodukten im Erdbau“ der BASF, 31.10.2013, unveröffentlicht.
- Dawson A. (Hrsg.) (2009): Water in Road Structures – Movement, Drainage and Effects. 436 S., Springer Science and Business Media B.V. 2009.
- FGSV: M TS E – Merkblatt über Bauweisen für technische Sicherungsmaßnahmen beim Einsatz von Böden und Baustoffen mit umweltrelevanten Inhaltsstoffen im Erdbau, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln (2009).

CFK/Metall-Hybridbauweisen im Maschinenbau: Innovationen für zukünftige Komponenten und Strukturen

Bayerischer Forschungsverbund CFK/Metall-Mischbauweisen im Maschinen- & Anlagenbau (FORCiM3A)



Der durch die Bayerische Forschungsstiftung geförderte Forschungsverbund „CFK'/Metall-Mischbauweisen im Maschinen- & Anlagenbau“ (FORCiM3A) führt auf dem Gebiet der Faserverbundtechnologie arbeitende und daran interessierte Partner aus Industrie und Wissenschaft innerhalb der Region Bayerisch-Schwaben/Oberbayern zusammen.

Drei praxisnahe Demonstratorbauteile wurden als Technologieträger in dem Konsortium definiert. Indem sie durch ihren generischen Charakter typische Anforderungen aus dem Maschinen- und Anlagenbau abbilden, soll sichergestellt werden, dass die in FORCiM3A erzielten Forschungsergebnisse für ein breites Anwendungsspektrum Gültigkeit besitzen.

Bereits zum zweiten Mal erfolgte die positive Zwischenabschluss-evaluation des Verbundes durch namhafte Fachgutachter aus Wissenschaft und Industrie, die erneut den mit dem Projekt eingeschlagenen Weg hin zu neuen Anwendungen im Bereich der Faserverbundtechnologie bekräftigten.

FORCiM3A – DER FORSCHUNGSVBUND

Im Rahmen des Bayerischen Forschungsverbundes „CFK/Metall-Mischbauweisen im Maschinen- & Anlagenbau“ (FORCiM3A) werden in einer Kooperation von 18 Partnern aus Industrie und Forschung essentielle Fragestellungen anhand drei Demonstratorstrukturen für dieses Anwendungsbereich analysiert. Dies soll erreicht werden, indem insgesamt sieben Teilprojekte interdisziplinär zusammenarbeiten. Zu den Technologieträgern zählen eine Welle/Walze, eine Wellenkupplung sowie eine 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 in den Demonstratoren Welle/Walze sowie Wellenkupplung zu finden.

**Dipl.-Ing. (FH)
Christian Oblinger, M.Eng.**

Hochschule Augsburg

Fakultät für Maschinenbau und
Verfahrenstechnik
Telefon +49(0)821 5586-3542
christian.oblinger@hs-augsburg.de



Prof. Dr.-Ing. André Baeten

Hochschule Augsburg

Fakultät für Maschinenbau und
Verfahrenstechnik
Telefon +49(0)821 5586-3176
andre.baeten@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- Auslegung und Berechnung von Hochleistungs-Faserverbundstrukturen
- Fluid-Struktur-Kopplung mit Schwerpunkt Flüssigkeitsdynamik
- Flugkörperdynamik in der Luft- und Raumfahrt

¹ CFK: Kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff

ERHÖHUNG DES ÜBERTRAGBAREN TORSIONSMOMENTES DURCH FORMSCHLÜSSIGE WELLE-NABE-VERBINDUNGEN

Welle-Nabe-Verbindungen zwischen CFK und Metall werden meist als Pressverbindungen ausgeführt, sodass eine vollständige, reibschlüssige Verbindung zwischen den beiden Komponenten entsteht. Gerade zu Montagezwecken ist allerdings eine Freigabe des axialen Freiheitsgrads unabdingbar. Die Entwicklung einer formschlüssigen Fügung stellt eine Möglichkeit dar, solch eine Vorgabe konstruktiv umzusetzen. Des Weiteren können durch eine derartige Verbindung die strukturmechanischen Eigenschaften unter Torsionsbelastung verbessert werden. Die Findung eines Kompromisses hinsichtlich faserverbundgerechter Bauweise und strukturmechanischer Performance stellt diesbezüglich die größte Herausforderung dar (s. Abbildung 1).

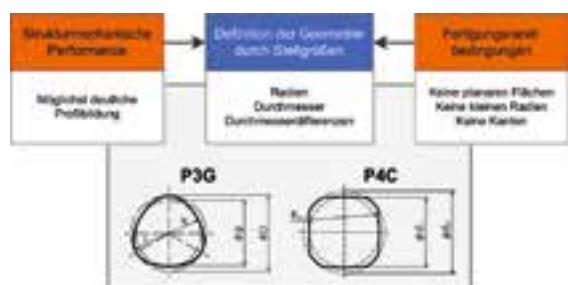


Abb. 1: Einflussfaktoren auf die Gestaltung der Polygonkonturen.

Durch die gezielte Kooperation zwischen Konstruktion (Hochschule Augsburg) und Struktursimulation (Fraunhofer-Projektgruppe FIL) wurden verschiedene geeignete Profilgeometrien identifiziert, optimiert und hinsichtlich der Auswirkungen der inkludierten Design-Variablen analysiert. Als richtungsweisend wurden sogenannte P3G- und P4C-Polygonverbindungen weiterverfolgt. Nach Anpassung der Geometrie an die Anforderungen der Fertigung des Faserverbundwerkstoffes erfolgte eine numerische Analyse der essentiellen Stellgrößen der Kontur (s. Abbildung 2).

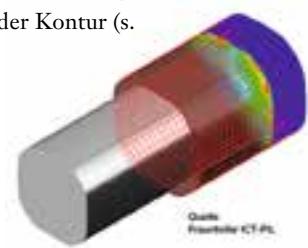


Abb. 2: Finite-Elemente-Analyse einer P4C-Verbindung zwischen einer Metall-Nabe und einer CFK-Welle.



Abb. 4: Drapierversuche an Modellkerngeometrien mit Prepregsystemen.

Ein zeitnaher Abgleich der Simulationsergebnisse mit experimentellen Daten ist innerhalb des nächsten Projektjahres von FORCiM3A vorgesehen.

FASERVERBUNDGERECHTE DRAPIERUNG AM BEISPIEL EINER WELLENKUPPLUNGSGEOMETRIE

Wellenkupplungen dienen hauptsächlich zur Übertragung von Rotationsenergie zwischen zwei Wellen und zum Ausgleich von Verlagerungen der beiden Wellenachsen relativ zueinander. Beispielsweise erfordert die Verbindung zweier torsionsbelasteter, steifer Strukturen neben einer möglichst hohen Torsionssteifigkeit auch eine gewisse Flexibilität der Wellenkupplungsgeometrie. Hierbei ist die Herausforderung bei der Entwicklung und Herstellbarkeit u. a. darin zu sehen, dass die oben dargestellten Kriterien eine Diskrepanz hinsichtlich der Anforderungen an die Geometrie darstellen.

Im Rahmen der FORCiM3A-Arbeiten wurde ein Designansatz für eine Faserverbundstruktur entwickelt, welcher durch entsprechende Durchmesser beide Funktionen erfüllen kann. Für das Demonstratorbauteil Wellenkupplung werden zwei Herstellungsvarianten in FORCiM3A verfolgt. Eine Möglichkeit stellt die Realisierung als Flechbauweise dar und ein anderes Konzept sieht die Umsetzung auf Basis eines Aufbaus mittels Prepregsystemen vor. Für die Herstellbarkeit mit dem Prepregverfahren sind unterschiedliche Vorgehensweisen erarbeitet worden, die beispielsweise eine faserverbundgerechte Drapierbarkeit des Geometriearansatzes ermöglichen (s. Abbildung 3).

Anhand von Ablegeversuchen an Modellkerngeo-

metrien wurden unterschiedliche Einflussfaktoren hinsichtlich der Drapierbarkeit analysiert und deren Relevanz für das Demonstratorbauteil Wellenkupplung bewertet. Unterschiedliche fertigungstechnische Herausforderungen ergeben sich u. a. durch abwechselnde Ausprägungen des Geometriearansatzes (s. Abbildung 4).

Die dabei erzielten Ergebnisse fließen zeitnah in den Herstellungsprozess für die Variante in Prepregbauweise bezüglich des Demonstratorbauteils Wellenkupplung ein.

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Der vorliegende Beitrag gab einen kleinen Einblick in die Forschungskooperation der Hochschule Augsburg, Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik, mit der Augsburger Fraunhofer-Projektgruppe Funktionsintegrierter Leichtbau des ICT im Rahmen des bayerischen Forschungsverbundes „CFK/Metall-Mischbauweisen im Maschinen- & Anlagenbau“ (FORCiM3A). Dieser Anwendungsbereich bietet mit seinen unterschiedlichsten Anforderungsprofilen ein enormes Potential, um den Einsatz von CFK/Metall-Mischbauweisen auszuloten und voranzubringen. Aufgrund der mehrfach hervorragend zwischenbegutachteten FORCiM3A-Ergebnisse, die in einer engen Kooperation aus 18 Industrie- und Forschungspartner aus sieben Teilprojekten hervorgingen, werde die nationale und internationale Bedeutung des Wirtschafts- und Wissenschaftsstandorts Bayern nachhaltig gestärkt.

DANKSAGUNG

Die Autoren bedanken sich besonders bei der Bayerischen Forschungsstiftung 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 Forschungsstiftung

Laufzeit: Drei Jahre



Abb. 3: Stellgrößen für Drapierbarkeit der Wellenkupplung im Prepregverfahren.



Dipl.-Ing. Holger Lang

Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT
Projektgruppe
Funktionsintegrierter Leichtbau
Am Technologiezentrum 2
86159 Augsburg
Telefon +49(0)821 90678-212
holger.lang@ict.fraunhofer.de
www.ict.fraunhofer.de/FIL



Prof. Dr.-Ing. Klaus Drechsler

Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT
Projektgruppe
Funktionsintegrierter Leichtbau
Am Technologiezentrum 2
86159 Augsburg

Technische Universität München
Lehrstuhl für Carbon Composites
Boltzmannstraße 15
85748 Garching bei München

Regeln zur Qualitätssicherung von Simulationen

Teilprojekt 4 im Bayerischen Forschungsverbund für effiziente Produkt- und Prozessentwicklung durch wissensbasierte Simulation – FORPRO²



**Prof. Dr.-Ing.
Michael Schmid**

Hochschule Augsburg

Fakultät für Maschinenbau und
Verfahrenstechnik
Telefon: +49(0)821 5586-1053
michael.schmid@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- Wissensbasierte
Produktentwicklung

Projektdaten

Bayerischer Forschungsverbund
für effiziente Produkt- und
Prozessentwicklung durch
wissensbasierte Simulation



Förderung:
Bayerische Forschungsstiftung
1,999 Mio. Euro



Gesamtumfang: 4,208 Mio. Euro

Die Hochschule Augsburg beteiligt sich mit dem Teilprojekt – Regeln zur Qualitätssicherung von Simulationen – am Forschungsverbund FORPRO². Dieses Forschungsprojekt wird von der Bayerischen Forschungsstiftung gefördert.

Eine Zielsetzung des Forschungsverbundes FORPRO² ist die Schaffung eines auf Expertenwissen basierenden Simulations-Frameworks zur Eigenschaftsoptimierung und Qualitätsverbesserung von technischen Produkten. Das zu erwartende Ergebnis ist die Bereitstellung von Simulationswissen in Abhängigkeit von situativ bestimmenden Faktoren wie der Phase im Entwicklungsprozess, dem eingesetzten Fertigungsprozess und den individuellen Rahmenbedingungen des Unternehmens. Der Fertigungsprozess wird dabei beispielhaft anhand von real existierenden Serienbauteilen aus dem Automobilbereich, einem Tiefziehteil (BMW) und einem in Leichtbauweise ausgelegtem Aluminiumdruckgussteil (Audi), untersucht (vgl. [1]). Neben der Audi AG und der BMW AG beteiligen sich über 20 weitere Unternehmen am Verbund. Namentlich erwähnt seien hier die industriellen Partner des Teilprojektes der Hochschule Augsburg: BMW AG, CADCON, PBU CAD-Systeme GmbH, Siemens AG-Industry Software.

Ein Simulationsergebnis ist immer fehlerbehaftet und kann die Realität nur näherungsweise abbilden. Denn mit einer Simulation wird ein realer Vorgang idealisiert und vereinfacht, um eine numerische Abbildung der Realität zu erzeugen. Hierzu werden während des Simulationsprozesses verschiedene numerische Algorithmen verarbeitet, die der Benutzer nicht beeinflussen kann. Auf der anderen Seite stehen ihm eine Vielzahl von Größen und Parametern zur Verfügung, mit denen er sein Problem beschreiben und damit die Simulation beeinflussen kann. Diese Größen und Parameter können analog zur Messtechnik als Einfluss- (X) und Störgrößen (e) betrachtet werden. Abbildung 1 zeigt, wie die Einflussgrößen als Eingangsgrößen und die Störgrößen als Eingangsgrößen und im Prozess entstehende Größen, im Prozess (Blackbox) die Zielgrößen (Y) ergeben.

Die Einflussgrößen X – z. B. Netzfeinheit, Modellierungsvariante, Elementtyp, Ansatzfunktion etc. – beeinflussen die Störgrößen e(X) wie beispielsweise die Abweichung infolge Diskretisierung, den numerischen

Fehler und den Idealisierungsfehler. Zusätzlich sind Störgrößen e vorhanden, die nicht von den Einflussgrößen abhängen. Der Fehler des Endergebnisses ist demnach abhängig von den Fehlern, die von den Einflussgrößen abhängen und von den zusätzlichen Fehlern durch nicht beeinflussbare Störgrößen. Dabei können die Einflussparameter als diejenigen Parameter angesehen werden, die der Anwender innerhalb einer Simulation beeinflussen kann. Beispiele hierfür könnten die Art der Elemente, ihre Ansatzfunktionen, ihre Anzahl sowie Modellierungen der Randbedingungen und Lasten sein. Gerade die Netzeinheit hat einen hohen Einfluss auf den Diskretisierungsfehler, der mit steigender Anzahl der Elemente sinkt. Auf der anderen Seite steigt mit zunehmender Elementanzahl der numerische Fehler an. Demzufolge hängen einige der Störgrößen von den Einflussgrößen ab. Außerdem sind im Näherungsverfahren – also dem Simulationsprozess – Störgrößen enthalten, die vom Nutzer nicht beeinflusst werden können. Dies kann beispielweise die numerische Integration sein, mithilfe derer die Differentialgleichungen gelöst werden.

WISSENSEHERBUNG ZUR QUALITÄTSSICHERUNG VON FUNKTIONALEN FE-SIMULATIONEN

Zunächst wurden Regeln zur Qualitätssicherung von FE-Simulationen erfasst. Hierzu wurden bei Industriepartnern Experteninterviews mittels eines eigens entwickelten Fragebogens zur Analysequalität durchgeführt. Diese „Indirekte Wissensaquisition“ wurde, wie beispielweise im Forschungsprojekt MOKA [2] beschrie-



Abb. 1: Zusammenhang zwischen Einfluss-, Stör- und Zielgrößen einer Simulation.

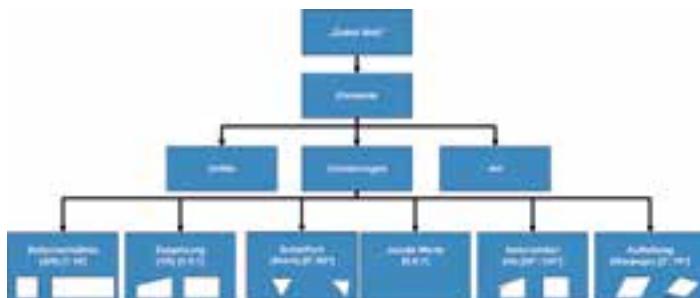


Abb. 2: Explizite Regeln aus impliziter Aussage am Beispiel der Netzgüte.

ben, mit einem offenen Interview gestartet. Nach der Auswertung dieses Fragebogens fiel eine große Menge von noch unstrukturiertem, implizitem Wissen an.

An einem typischen Beispiel für implizites Wissen „gutes Netz“ soll in diesem Bericht das Vorgehen – von erhobenem implizitem Wissen bis zur Regel und Wissensrepräsentation – erläutert werden. Es wurde häufig genannt, dass man ein „gutes Netz“ und „richtige Randbedingungen“ zur Analyse mit der Finiten Elemente Methode (FEM) benötigt. Implizite Wissensbausteine wie diese wurden anschließend in vertiefenden Interviews untersucht und expliziert. Außerdem dienten diese Interviews dazu, festgestellte Inkonsistenzen zu entfernen bzw. Lücken zu füllen. Z.B. konnte die implizite Aussage „ein gutes Netz“ in die expliziten Aussagen zu Parametern überführt werden, welche die Netzgüte beschreiben – wie z.B. das Seitenverhältnis der Elemente und deren Innenwinkel. Wie hieran erkennbar ist, entstehen häufig aus einer sehr ungenauen impliziten Aussage gleich mehrere explizite Regeln (s. Abb. 2).

WISSENSANALYSE, -REPRÄSENTATIONEN UND -STRUKTURIERUNG ZUR QUALITÄTSSICHERUNG VON FUNKTIONALEN FE-SIMULATIONEN

Bei der Analyse wurde deutlich, dass das Wissen häufig wie in VDI 5610 [3] beschrieben, nur als heuristische Daumenregeln mit quantitativem Charakter besteht und eine genaue Kenntnis der Auswirkung einzelner Regeln auf die Ergebnisgüte von FE-Simulationen nicht vorhanden ist. Dabei findet insbesondere keine Aufschlüsselung nach verschiedenen Fehlerarten statt.

Die Analyse ergab weiterhin, dass die Daumenregeln häufig unterschiedlich eng gefasst sind. Beispielsweise schwanken die Empfehlungen zum tolerierbaren Seitenverhältnis (Aspect Ratio) zwischen 1:3 bis 1:10. Solche recht einfachen Regeln werden zwar meist bei geeigneten Pre- und Processingtools eingehalten, jedoch ist der Fehler durch diese Regeln zumeist nicht bekannt. Außerdem ist es auch möglich, die Regeln durch manuelles Vernetzen zu verletzen, da die Solver erst bei sehr großen Werten den Anwender warnen bzw. keine Lösung mehr berechnen können. Es konnten bestimmte Benchmarkergebnisse in der Literatur gefunden werden, die zwar eine grobe Einschätzung des Fehlers erlauben,

jedoch sowohl FE-Software- und auch rechnerspezifisch sind. Aus diesem Grunde wird in NAFEMS QSS [4] gefordert, dass gewisse Benchmarks zur Bestimmung der Genauigkeit einer FE-Solver Installation durchgeführt werden müssen.

Damit die erfassten Regeln digital verarbeitet werden können, ist eine entsprechende Aufbereitung in sogenannte Wissensrepräsentationen erforderlich. Beispielhaft sollen Wissensrepräsentationen für funktionale Simulationen und zur simulativen Absicherung eines Fertigungsprozesses (Blechumformung) formuliert und in ein Assistenzsystem sowie in eine Qualitätscheckliste implementiert werden. Die Anwendung einer solchen Regel, welche aus dem Beispiel des Wissensbausteins „gutes Netz“ abgeleitet wurde, wird in Abbildung 3 am Beispiel des Seitenverhältnisses (Aspect Ratio) als Programmablaufplan repräsentiert.

VALIDIERUNG UND ERGÄNZUNG DER WISSENSREPRÄSENTATIONEN MIT HILFE VON FUNKTIONALEN FE-SIMULATIONSEXPERIMENTEN

Zur Validierung einer Regel müssen geeignete Stützstellen definiert werden, an denen jeweils eine Simulation durchgeführt wird. Bei der Auswahl der Stützstellen ist einerseits darauf zu achten, dass sich deren Wertebereiche in einem vom Simulationsaufwand her machbaren und sinnvollen Rahmen befinden und andererseits, dass genügend Stützstellen gewählt werden, um den Fehlerverlauf möglichst genau abbilden und daraus einen formelmäßigen Zusammenhang finden zu können.



Dennis Otten, M.Sc.

Hochschule Augsburg

Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik

Telefon: +49(0)821 5586-2065
dennis.otten@hs-augsburg.de

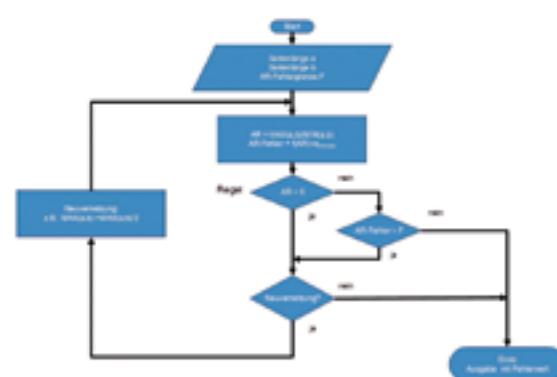


Abb. 3: Repräsentation der Anwendung der Regel Seitenverhältnis.

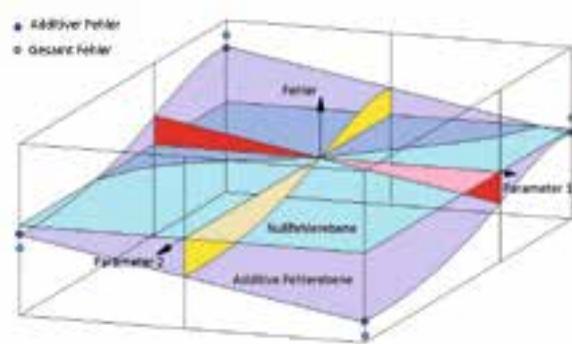


Abb. 4: Bestimmung von Fehlern bei mehreren Einflussparametern mit verminderter Simulationsanzahl (exemplarisch mit 2 Einflussparametern).

Bei komplexeren Regeln, z. B. bezüglich Modellierungsvarianten, steigt die Anzahl der Einflussparameter an. Dadurch erhöht sich der Simulationsaufwand bei gleicher Anzahl der Stützstellen mit der Potenz der Einflussparameter. Deshalb werden als sinnvolle Vereinfachung die Einflussparameter zunächst isoliert betrachtet und nachfolgend werden, wie in Abbildung 4 zu sehen ist, an den Extrempunkten aller Einflussparameter Simulationen durchgeführt und mit den rein additiven Werten der Einzelparameter verglichen. Damit ist es möglich, nicht additive, sich gegenseitig beeinflussende Anteile aus den Einflussgrößen zu bestimmen. Die aus den Vorstudien gewonnenen Erkenntnisse aus einfachen Beispielen sollen anschließend auf komplexere Fälle angewendet werden, um an diesen nicht additive Fehler und erreichbare Genauigkeiten zu bestimmen.

Als Ergebnis aus den Validationsstudien einer Regel wird eine erreichbare Genauigkeit bei Einhaltung der

Regel, deren Grenzen und ein Genauigkeitsabfall in Abhängigkeit der nicht eingehaltenen Parameter erzielt. Zusätzlich wird untersucht, aus welchen Einzelfehlern sich der Gesamtfehler zusammensetzt.

In den folgenden Abbildungen soll am Beispiel des Seitenverhältnisses (Aspect Ratio) dieses Vorgehen an der Berechnung der Spannungen an einem Kragbalkens verdeutlicht werden. In den Abbildungen 5 und 6 ist ein Kragbalken unter Querkraftbelastung mit unterschiedlicher Vernetzung hinsichtlich des Seitenverhältnisses zu sehen. Jeweils unter dem FE-Netz ist ein Spannungsplot der Balkennormalspannung σ_{xx} abgebildet.

In Abbildung 7 werden die mit der FEM berechneten Ergebnisse aus der Parameterstudie zum Elementseitenverhältnis (Aspect Ratio) von linearen Vierecks-Elementen an dem einfachen Beispiel des Kragbalkens unter Querkraftbelastung mit dem analytisch berechneten Ergebnis verglichen. Dabei ergibt sich ein linear auffächerndes Fehlerband bei den unmittelbaren Knotenspannungen, welches hauptsächlich durch den Diskretisierungsfehler zustande kommt.

DANKSAGUNG

Wir bedanken uns herzlich bei der Bayerischen Forschungsstiftung für die Ermöglichung des Forschungsprojektes. Außerdem gilt unser Dank der Geschäftsstelle des Verbundes, dem Lehrstuhl für Produktentwicklung der Technischen Universität München, für die Übernahme der administrativen Aufgaben und der Projektkoordination.

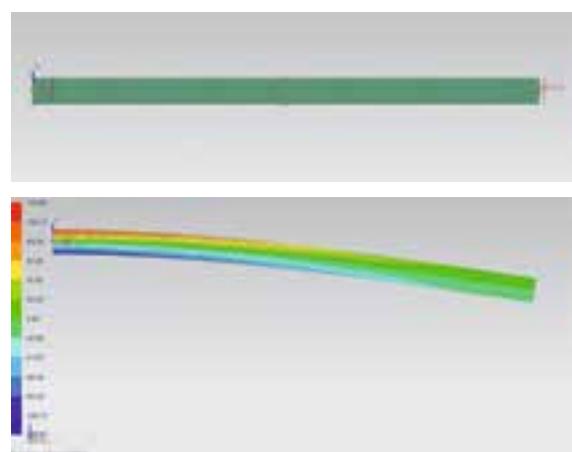


Abb. 5 (links): FE-Netz und Balkennormalspannung bei einem Kragbalken unter Querbelastung mit einem Elementseitenverhältnis von 1:1.

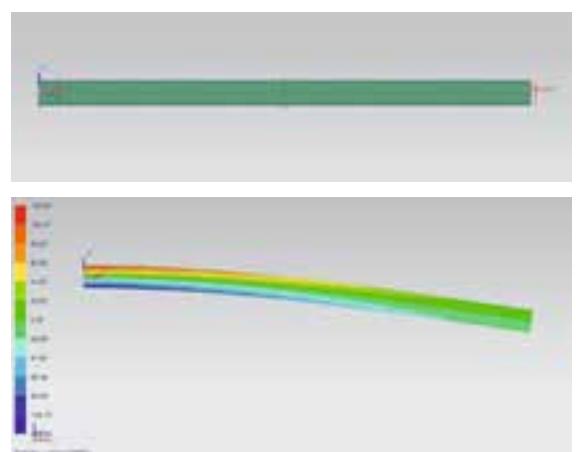
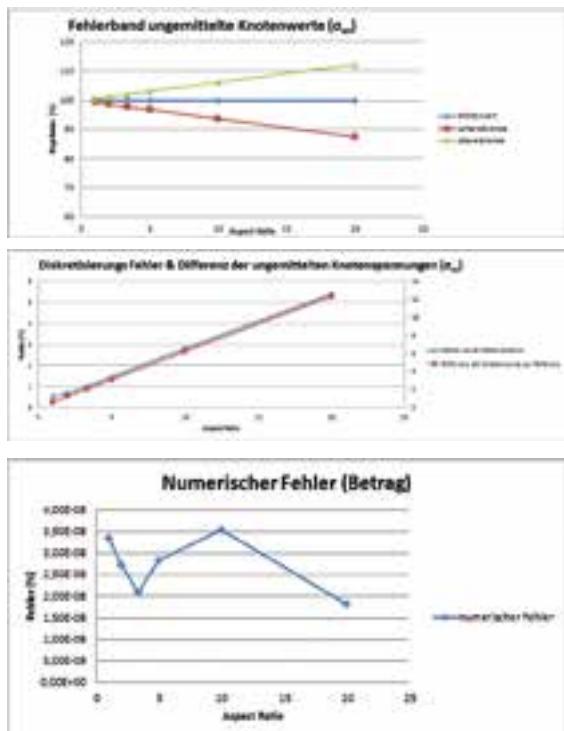


Abb. 6 (rechts): FE-Netz und Balkennormalspannung bei einem Kragbalken unter Querbelastung mit einem Elementseitenverhältnis von 1:10.

**LITERATUR**

- [1] Lindemann, U.: FORPRO2: Neuer Forschungsverband der Bayerischen Forschungsstiftung; Forschungsstiftung jetzt; Ausgabe 03/13; München Juli 2013; Newsletter der Bayerischen Forschungsstiftung München (Herausgeber).
- [2] Stokes, M.: Managing engineering knowledge MOKA: Methodology for knowledge based engineering Applications Professional Engineering Publishing, Limited London 2001.
- [3] VDI 5610 – Wissensmanagement im Ingenieurswesen- Grundlagen, Konzepte, Vorgehen März 2009 Beuth Verlag Berlin GmbH.
- [4] NAFEMS: NAFEMS QSS 001:2007 Quality Standard Supplement – Engineering Simulation –Quality Management Systems – Requirements – First edition August 2007.

Abb. 7: Ergebnistreue mit Toleranzband und Fehlergrößen am Beispiel des Seitenverhältnisses bei einem Balken unter Querkraftbelastung.

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

Fluid Struktur Interaktion an einem Tragflügel

Simulation und Experiment Hand in Hand: Erste Schritte zur ganzheitlichen Erfassung eines komplexen Wechselspiels



Prof. Dr.-Ing.
Matthias Schlägel

Hochschule Augsburg

Fakultät für Maschinenbau
und Verfahrenstechnik

Telefon +49(0)821 5586-3193
matthias.schlaegel@
hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

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

Im vergangenen Jahr hat sich an der Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik eine Gruppe von mittlerweile fünf Professoren zusammengefunden, um das Gebiet der numerischen Simulation im Bereich der angewandten Forschung und der Lehre an der Fakultät voranzutreiben. Sowohl die fachliche Ausrichtung der beteiligten Professoren, als auch eine weit überdurchschnittliche Laborausstattung im betreffenden Bereich motivierten die Gründung dieser „Forschungsgruppe Simulation“. Ihre Intention ist es, die bestehenden, numerischen Simulationsverfahren im Hinblick auf ihre praktische Anwendbarkeit fortzuentwickeln sowie unter Nutzung der eigenen, hervorragenden Laborkapazitäten zu verifizieren.

Auch die Lehre soll von den Arbeiten der Forschungsgruppe profitieren und über studentische Projekt- und Abschlussarbeiten gleichsam in die Arbeit der Forschungsgruppe eingebunden sein. In diesem Sinne beschreibt dieser Bericht die Ergebnisse zweier aktueller Projektarbeiten aus dem Masterstudiengang „Light-weight Construction and Composite Technology“, welche durch die Autoren betreut wurden. Die Projekte lieferten Zuarbeiten zum aktuellen Forschungsschwerpunkt „Fluid Struktur Interaktion“.

Beteiligte und Titel dieser Projektarbeiten waren:

- Schoder, H.; Bauer, F.; Kirschner, S.; Findler, A.; Ahmad, F.: Flow –Structure-Interaction on an Airfoil. Part I: Flow Simulation and Experimental Set-up.
- Lechner, F.; Käppeler, A.; Iqbal, H.; Ganesh Prasad M.; Mahale, A.: Flow –Structure-Interaction on an Airfoil. Part II: Structural Simulation and Experimental Set-up of Stress and Strain Measurements.

FLUID STRUKTUR INTERAKTION

Beschreibung FSI

Die Simulation von Festigkeitsproblemen mit der FEM (Finite Element Method) sowie von Strömungsproblemen mit der CFD (Computational Fluid Dynamics) sind als getrennte Disziplinen lange schon Standardverfahren. Eine gekoppelte Rechnung, also z.B. Spannungen, Verformungen und Schwingungen von Strukturen als Folge von Anströmung oder umgekehrt Strömungsveränderungen durch schwingende Strukturen, sind wegen

des extrem hohen Rechenaufwandes erst seit wenigen Jahren möglich. Diese gekoppelten Rechnungen werden als Fluid-Struktur-Interaktionsrechnungen (FSI) bezeichnet.

Für die Lösung vieler technischer und nichttechnischer Fragestellungen ist die genaue Kenntnis der Wechselwirkung zwischen Strömung und Struktur erforderlich. In der Regel sind aber das Fluid- und Strukturverhalten so hochdynamisch und komplex, dass sie nicht – zumindest nicht mit einem vertretbaren Kostenaufwand – auf Basis experimenteller oder analytischer Ansätze untersucht werden können. Das Verhalten von Strömung und Struktur kann nur modellhaft abgebildet und mit leistungsstarken numerischen Verfahren berechnet werden. Bei Interaktions- bzw. Multiphysics-Problemen müssen die Modelle, die das strömungs- und strukturmechanische Verhalten von Systemen beschreiben, gekoppelt gelöst werden. Dabei ist der Austausch von Informationen zwischen den Modellen im Hinblick auf das oftmals nichtlineare Verhalten der Fluid-Struktur-Schnittstelle die größte Herausforderung. Aufgrund der Fortschritte, die in der Vergangenheit in der Berechnung von Strömungen und Strukturen und der Weiterentwicklung numerischer Lösungsverfahren gemacht wurden, kann die FSI-Analyse heute mit akzeptablem Aufwand in der industriellen Entwicklung eingesetzt werden. Dazu stellen mittlerweile viele kommerzielle Softwareanbieter (ANSYS, COMSOL, CD adapco) Multiphysics-Programme zur Verfügung, die zur Untersuchung von FSI Fragestellungen eingesetzt werden können.

Bedeutung FSI

Die wechselseitige Beeinflussung von Strömungen und Strukturen tritt in vielen Gebieten der Natur und Technik auf, wo um- oder durchströmte Körper Änderungen ihres Form- und/oder Bewegungszustands erfahren und damit Rückwirkung auf das Strömungsfeld nehmen. In technischen Systemen fließen Kenntnisse über die Strukturänderung der Bauteile infolge der Fluidwirkung in deren Design und Analyse ein. Dies ist insbesondere bei sehr elastischen, leicht verformbaren und schwungsfähigen Strukturen der Fall. So werden mit der FSI beispielsweise Tragflügelstrukturen im Flugzeugbau,

Windkraftanlagen im Energiesektor und Propellerblätter im Schiffsbau untersucht. Im biomedizinischen Bereich findet die FSI zum Beispiel Anwendung in der Untersuchung der Strömungszustände in Blutgefäßen und Herzklappen.

FSI an der Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik

Die Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik hat in den letzten Jahren konsequent die Voraussetzungen geschaffen, um die FSI in ihrem Forschungsfeld „Numerik und Simulation“ zu bearbeiten. Durch den Aufbau eines leistungsstarken Rechenclusters mit 36 Prozessoren, der Beschaffung von 5 ANSYS Multiphysics-Forschungslizenzen und dem kontinuierlichen Ausbau des Strömungs- und Festigkeitslabors ist eine Infrastruktur gewachsen, die die Erforschung von fluidinduzierten Strukturbereinflussungen ermöglicht. Mit den Prüfständen und messtechnischen Einrichtungen in den Laboren kann die Genauigkeit von FSI Berechnungen verbessert, durch den Abgleich mit experimentellen Daten können neu entwickelte Rechenmethoden verifiziert werden.

Ergebnisse numerischer Berechnungen – so auch die der FSI – sind sehr sensiv gegenüber der Modellierung (geometrische Abbildung, Auswahl der Randbedingungen und physikalischen Modelle), für die gegenüber den realen Systemverhältnissen Idealisierungen oder Vereinfachungen vorgenommen werden müssen. Numerische Berechnungsverfahren liefern daher immer nur Näherungslösungen, die in Versuchen validiert werden sollten. Auf der Strömungsseite bietet zum Beispiel der Windkanal der Fakultät diese Möglichkeit. Im Festigkeitslabor können Validierungsmessungen über die Dehnungsmessstreifenmethode erfolgen, auf Materialebene aber auch z. B. mit einem dynamisch mechanischen Analysator. Ein im Zulauf befindliches Gerät zur dynamischen Differenzkalorimetrie wird die Möglichkeiten zur Validierung und Verfeinerung der numerischen Methoden noch weiter verbessern.

Windkanal der Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik

Der Windkanal der Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik ist nach dem Göttinger Standardtyp für

kleine Geschwindigkeiten aufgebaut – also ein stationär betriebener Umlaufwindkanal, bei dem das Strömungsmedium Luft in einem geschlossenen Kreislauf mit Hilfe eines Gebläses umgewälzt wird. Die Strömungsgeschwindigkeit in der offen zugänglichen Messstrecke kann über eine Referenzmessung stufenlos auf maximal 60 m/s eingestellt werden (entspricht einer Re-Zahl von 1900000). In der Messtrecke können verschiedenste Bauteile integriert und mit einer neu beschafften Druck- und Kraftmesstechnik vermessen werden.

Festigkeitslabor der Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik

Das Ausstattung des Festigkeitslabors der Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik ist fokussiert auf die numerische und experimentelle Festigkeitsanalyse. Hierzu stehen drei Workstations zur Verfügung, welche zu einem Rechencluster mit 36 Prozessoren gekoppelt werden können. Die zur numerischen Simulation genutzte Software ist zum einen das Programm Paket Ansys, zum anderen das Paket MD Nastran der Firma MSC.

Auf der experimentellen Seite besteht die Möglichkeit zur Dehnungsmessung mit einem 16 Kanal Messsystem der Firma HBM. Zur Bestimmung der statischen und dynamischen Materialeigenschaften von Werkstoffen kann auf ein Gerät zur dynamisch-mechanischen Analyse der Firma Mettler-Toledo zurückgegriffen werden.



**Prof. Dr.-Ing.
Alexandra Jördening**

Hochschule Augsburg

Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik
Telefon +49(0)821 5586-3215
alexandra.joerdening@hs-augsburg.de

Fachgebiete

- Strömungsmechanik
- Strömungsmaschinen
- Computational Fluid Dynamics

Abb. 1a: Windkanal Strömungslabor.



Abb. 1b:
Hydraulikpresse
Festigkeitslabor.

Abb. 1 a und b: Ausstattung Strömungs-/Festigkeitslabor der Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik.

Referenzprojekt: FSI Tragflügel

Die Laborausstattung erlaubt die beinahe komplett Abdeckung der numerischen Simulation und deren Verifikation. Zur Auslotung der Möglichkeiten und Grenzen dieser Forschungsinfrastruktur wurde ein Projekt initiiert, bei dem ein umströmter Tragflügel sowohl auf der Strömungs- wie auf der Strukturseite – im Rahmen einer FSI Rechnung – analysiert und experimentell vermessen werden sollte.

Bei der FSI wird grundsätzlich zwischen Ein- und Zwei-Wege Kopplung unterschieden. Bei der Ein-Wege Kopplung beeinflusst das Strömungsfeld die Körperstruktur, die Reaktion der Struktur auf die Fluidströmung wird hingegen vernachlässigt. Die Zwei-Wege-Kopplung wird angewendet, wenn die Strömung die Körperstruktur verändert und diese gleichzeitig durch die Reaktion der Körperstruktur beeinflusst wird. Als Referenzprojekt für die Durchführung einer FSI-Analyse wurde die Umströmung eines Tragflügels ausgewählt. Die Struktur und Lagerung des Bauteils erlauben die Anwendung der Ein-Wege Kopplung.

Bei früheren Projektarbeiten wurde das Tragflügelmodell mit NACA 6412 Profilierung für die Implementierung in den Windkanal des Fachbereichs Maschinenbau entworfen, gefertigt und instrumentiert. Der Entwurf des Tragflügels wurde nach Bewertung unterschiedlicher Einsatzkriterien vorgenommen. Diese sind u.a. die Integrierbarkeit des Flügels in die Messstrecke des Windkanals, die flexible Lagerung zur Variation aerodynamischer Parameter, ausreichende Festigkeit der Flügelstruktur und -halterung gegenüber der strömungsmechanischen Beanspruchung, Integrierbarkeit eines Messsystems sowie begrenzte Fertigungs- und Installierungskosten. Der Flügel ist eine Leichtbau-Konstruktion, die in der fakultätseigenen Werkstatt aus thermoplastischen Rapid Prototyping Material (ABS) hergestellt wurde. Das Flügelblatt besteht aus einem Hohlkörper mit inneren Rippen, die die Struktur ausreichend verstauen und darüber hinaus die Funktion der Druckleitungen übernehmen.

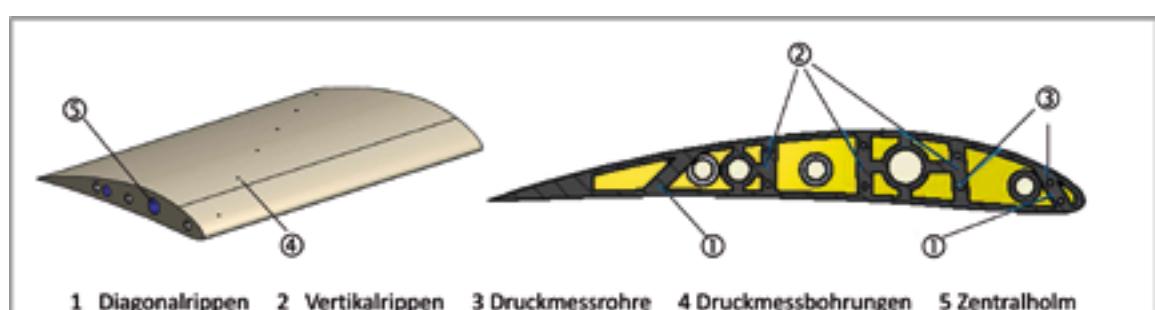


Abb. 2: Aufbau des Tragflügels.

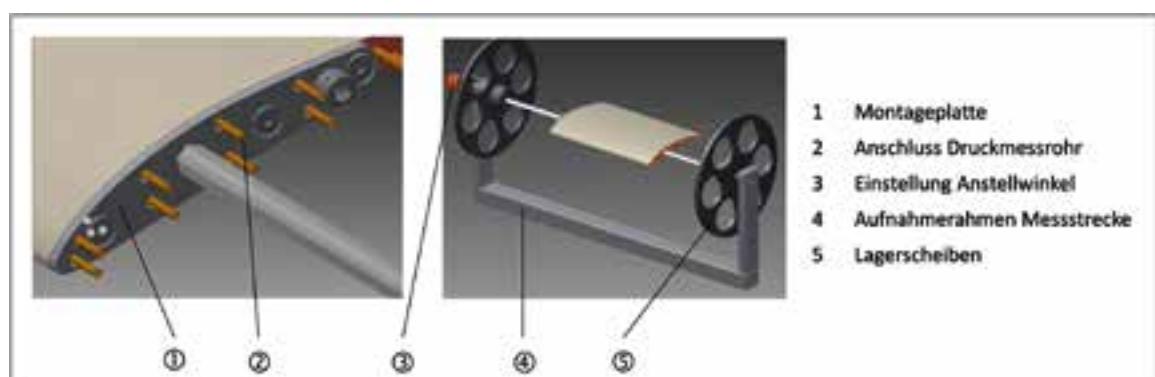


Abb. 3: Integration des Tragflügel in Messstrecke des Windkanals.

Die statische Druckverteilung auf der Flügelkontur wird an jeweils 6 Messpositionen auf der Ober- und Unterseite aufgenommen. Die Drücke können mit einem Scanivalve System zeitgleich erfasst werden.

FSI-PROJEKT TRAGFLÜGEL

FSI Modell

Aufbau und Validierung Fluidsimulation

Die Durchführung einer Strömungssimulation besteht aus einer definierten Abfolge von Arbeitsschritten, die in Abbildung 3 schematisch dargestellt sind.

Die Strömungssimulation startet mit der Festlegung des Berechnungsgebietes. Das zu modellierende Berechnungsbereich wird im Fall der Tragflügelumströmung durch die Geometrie des Flügelkörpers und festzulegende Außenränder begrenzt. Die Verwendung von Ansys CFX als Berechnungs-Tool erfordert die Generierung eines 3D Rechengebietes. Das in Abbildung 5 dargestellte Rechengebiet in der x-z Ebene wird in y-Richtung um nur wenige mm extrudiert, was im Hinblick auf die translatorisch symmetrische Flügelumströmung ausreichend ist. Die Vernetzung des Berechnungsgebietes wurde mit dem in Ansys implementierten Vernetzungs-Tool ICEM vorgenommen. Das insbesondere in Wandnähe des Flügels hoch aufgelöste, strukturierte Rechennetz mit insgesamt 657000 Zellen erfüllt alle wichtigen Netzqualitätskriterien, eine wesentliche Voraussetzung für die Erzielung hoher Berechnungsgenauigkeiten. Rechengebiet und Netz sind schematisch in Bild 3.2 dargestellt.

Im Pre Processing erfolgt die Vorgabe physikalischer und numerischer Modellierungsparameter. Die Flügelumströmung wurde für neun im Windkanal validierbare Betriebspunkte simuliert. Innerhalb dieser Betriebspunkte wurden die Anströmgeschwindigkeit des Flügels im Bereich 10 bis 40 m/s und dessen Anstellwinkel zur Hauptströmungsrichtung im Bereich -10 bis

+20° variiert. Neben der Anströmbedingung werden im Pre Processing Fluideigenschaften (Inkompressibilität), Turbulenzmodellierung ($k\omega$ -SST) und Solvereinstellungen (High Resolution Lösungsverfahren) festgelegt. Während des Solvings wird die Berechnung auf Stabilität und Konvergenz überprüft. Für das Abbruchkriterium wurde eine Residuengrenze von 10^{-5} definiert.

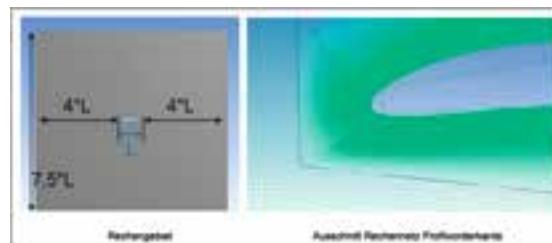


Abb. 5: Berechnungsgebiet Tragflügelumströmung.

Ergebnisse Strömungssimulation

Die Ergebnisse der Strömungssimulation können in unterschiedlicher Weise dargestellt und analysiert werden. Mit dem Verlauf der Stromlinien lassen sich sehr gut Ablösegebiete veranschaulichen. Der Verlauf des statischen Druckes auf der Profiloberfläche kann zur Validierung der Berechnung mit Messdaten herangezogen werden. Die aus den Berechnungsergebnissen ableitbaren Auftriebs- und Widerstandswerte können mit Literaturwerten verglichen werden.

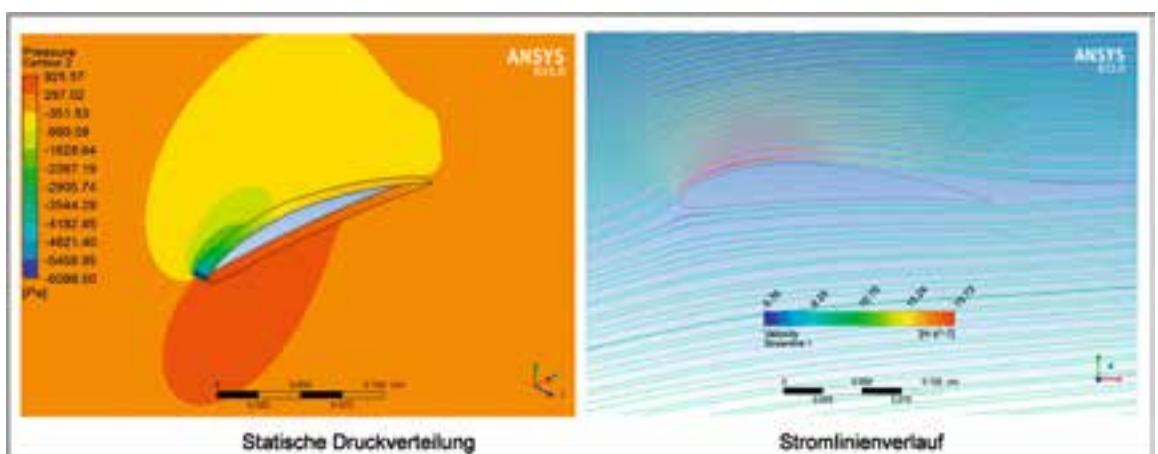
Abbildung 6 zeigt beispielhaft das Ablösegebiet an der Flügelhinterkante sowie den Verlauf des statischen Druckes im Strömungsgebiet und auf der Flügeloberfläche für den Betriebspunkt 10° Anstellwinkel und 10 m/s Anströmgeschwindigkeit.

Die Gegenüberstellung von Mess- und Simulationsdaten der Druckverteilung wird hier beispielhaft für den Betriebspunkt 20° Anstellwinkel und 40 m/s Anströmgeschwindigkeit gezeigt. Simulations- und Messdaten zeigen



Abb. 4: Arbeitsschritte Strömungssimulation.

Abb. 6: Resultate Strömungssimulation.



qualitativ gute Übereinstimmungen in ihren Verläufen. Größere Abweichungen zwischen den berechneten und gemessenen Werten sind an der Profil-Vorderkante und -Hinterkante erkennbar. Ursache dafür ist u.a. sicherlich die Beeinflussung der Tragflügelumströmung durch Sekundärströmungseffekte an den freien Flügelseiten im Experiment, wo die statischen Drücke an der Profil-Vorderkante und -Hinterkante bestimmt wurden.

Transferdaten

Bei der wie oben beschriebenen einseitigen FSI ist die Berechnung des Strömungsfeldes der erste Schritt in der

Prozesskette. Die konvergierte Lösung der Strömungssimulation liefert die Druckkräfte, die auf die Tragflügelstruktur wirken und eine Beanspruchung hervorrufen. Die Druckkräfte werden an der Grenzfläche zwischen Strömung und Struktur auf das Rechennetz der Tragflügelstruktur interpoliert. Die strukturmechanische Berechnung wird so mit den Fluidkräften als Randbedingung durchgeführt werden.

Aufbau und Validierung FEM Simulation

Ziel der FEM-Simulation war es, den Tragflügel unter „realen“ Bedingungen, in unserem Fall unter Anströmung im Windkanal, bzgl. seiner strukturellen Belastung, zu analysieren. Die dazu erforderliche FSI-Rechnung sollte in Form einer Ein-Wege-Kopplung umgesetzt werden, bei der die Druckverteilung am Flügel über eine Strömungssimulation bestimmt und anschließend als Belastung auf eine nachfolgende FEM-Simulation werden sollte. Die Verifikation der Ergebnisse war so vorgesehen, dass auf einem Tragflügelmодell mehrere Dehnungsmessstreifen appliziert werden sollten, welche anschließend beim Betrieb des Flügels im Windkanal die Dehnungen messen sollten.

Ergebnisse Struktursimulation

Für die Struktursimulation wurde der Tragflügel vernetzt und entsprechend der späteren Einbausituation gelagert.

Die Materialeigenschaften des Tragflügels wurden in vorangehend durchgeföhrten Tests ermittelt. Dabei stellte sich heraus, dass das Material (Acrylnitril-Bu-

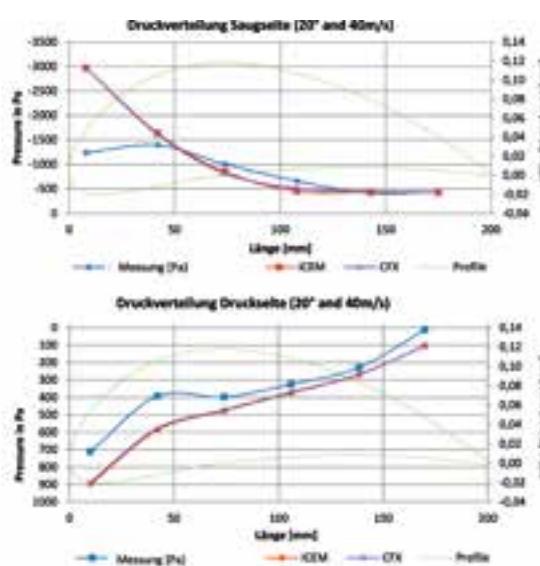
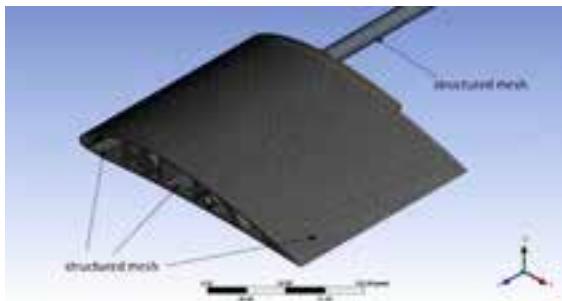


Abb. 7: Validierung Strömungssimulation.

Abb. 8: Für die FEM-Analyse vernetztes Tragflügelmodell.



tadien-Styrol, ABS) im gewählten Rapid-Prototyping Verfahren zu einem anisotropen Verhalten des Tragflügels führte. Da dieses Verhalten in der Simulation nur schwer abzubilden ist war davon auszugehen, dass es zu etwas größeren Abweichungen zwischen Simulation und Messung kommen wird, als z.B. bei der Simulation von Bauteilen aus ideal isotropen Werkstoffen. Letztlich wurde für die Simulation ein quasi-isotropes Verhalten angesetzt, dessen Werkstoffparameter als arithmetisches Mittel der gemessenen Parameter gesetzt wurden.

Erfolgreich umgesetzt werden konnte die angestrebt Ein-Wege FSI, bei welcher die in der Strömungssimulation ermittelte Druckverteilung als Randbedingung auf das FE-Modell übertragen wurde.

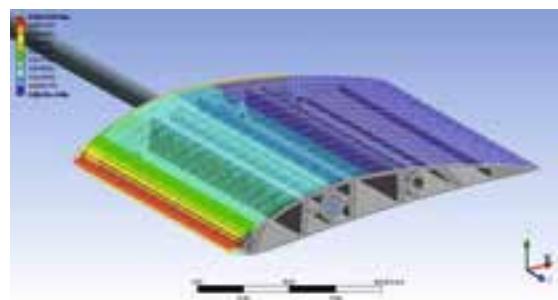
Ergebnisse experimentelle Strukturanalyse

Durch vorgeschaltete FEM Analysen wurden zunächst die höchstbelasteten Stellen des Tragflügels ermittelt, an



Abb. 10: Tragflügel mit DMS sowie strukturmechanischer Aufbau im Windkanal.

Abb. 9: Druckverteilung bei Anstellwinkel 20° und Anströmgeschwindigkeit 40 m/s.



welchen dann insgesamt 5 Dehnungsmessstreifen (DMS) appliziert wurden. Abbildung 10 zeigt den Tragflügel mit DMS sowie den gesamten Versuchsaufbau im Windkanal.

Bei den DMS Messungen zeigte sich, dass der Tragflügel, im Hinblick auf die aufgebrachten, aerodynamischen Lasten, deutlich zu steif aufgebaut war. Zwar zeigten die DMS qualitativ sinnvolle Ergebnisse, jedoch war eine quantitative Auswertung nicht möglich, da die Messsignale im Bereich der Auflösungsgrenze des Messaufbaus lagen.

Diskussion / Bewertung des Modells

Die primären Ziele der strukturmechanischen Untersuchung konnten erreicht werden: das FEM Modell wurde erstellt, die Ein-Wege FSI konnte erfolgreich umgesetzt werden und auch die messtechnische Erfassung des Modells mittels DMS-Methode gelang.

Die ursprünglich angestrebte Validierung des Simulationsmodells konnte leider nicht erreicht werden, da das Tragflügelmodell zu steif bzw. die aufbringbaren, aerodynamischen Lasten zu gering waren, um die DMS in einem sinnvollen Messbereich zu betreiben.

AUSBLICK

Die FSI wird auch zukünftig im Masterstudiengang Lightweight Construction and Composite Technology in Form von Projektarbeiten verankert werden. Damit kann das Verständnis für strömungs- und strukturmechanische Grundlagen und deren praktische Anwendung stark verbessert werden, zudem erhalten die Studierenden mit dem Erlernen eines modernen FSI Anwendungstools eine sehr gute berufliche Qualifikation. Darüber hinaus ist die Zielsetzung, FSI Analysen und Validierungen in Kooperation mit Industriepartnern durchzuführen.

Adaptive Strategien für das Management in volatilem Umfeld

Balance zwischen langfristiger Ausrichtung und kurzfristiger Anpassungsfähigkeit



Prof. Dr. Thorsten Feix

Hochschule Augsburg

Fakultät für Wirtschaft

Telefon +49(0)821 5586-2953

thorsten.feix@hs-augsburg.de

Fachgebiete

- Financial Institutions
- Investmentbanking

Seit der globalen Finanzkrise steht das Management vor der Herausforderung einer zunehmenden Volatilität in den wesentlichen strategischen Umfeldfaktoren. Um das eigene Geschäftsmodell entsprechend anzupassen, bedarf es strategischen, adaptiven Wandelarbeiten.

In den Jahren nach der globalen Finanzkrise wurde in vielen Industrien über die Notwendigkeit der Anpassung an „the new normal“ gesprochen. Es stellen sich daher drei Fragen:

- Was ist das wirklich Neue in den strategischen Anforderungen im Nachgang der globalen Finanzkrise?
- Sind diese Anforderungen und Trends industrieübergreifend oder eher industriespezifisch zu verstehen?
- Wie sollen und können Unternehmen mit angepassten Strategien hierauf reagieren bzw. ihre Zukunft gestalten

THESE I: „ZUNEHMENDE VOLATILITÄT IN DEN STRATEGISCHEN UMFELDFAKTOREN“

Das Platzen der Immobilienblase in Nordamerika und Europa und die Turbulenzen auf den globalen Finanzmärkten, insbesondere nach der Insolvenz der Investmentbank Lehman Brothers im Jahre 2008 waren gerade deshalb so herausfordernd, da sich die Finanzkrise zu einer weltweiten Wirtschaftskrise entwickelte.

Nahezu alle Industriezweige wurden mit neuen Herausforderungen in den wesentlichen strategischen Umfeldfaktoren, wie regulatorischen Rahmenbedingungen, Absatzmärkten, Rohstoffmärkten, Logistikprozessen und Technologien, Kapitalmärkten oder Managementkompetenzen (Grafik 1) konfrontiert. Zugleich stellte

sich heraus, dass der Umgang mit der hohen Volatilität im Nachgang der Krise zur übergreifenden und permanenten Herausforderung wurde:

■ **Beispiel regionale Absatzmärkte:** Die wirtschaftliche Rezession nach der weltweiten Finanzkrise in 2008/2009 war in ihrem Ausmaß mit dem Einbruch während der Großen Depression in den 30er Jahren des letzten Jahrhunderts vergleichbar (Grafik 2). Insbesondere die westlichen Industriekonzerne mit ausgeprägten Immobilien- und Kapitalmärkten, wie die USA und Europa, waren von der Krise am stärksten betroffen.

Die Erholung im Nachgang der Krise wurde vorwiegend durch die aufstrebenden BRIC-Staaten getragen. Die Wachstumsraten dieser Märkte betragen heute mit ca. 6 % etwa den Faktor 3 der etablierten Märkte. Für Unternehmen mit einem ausgeprägten Standbein in diesen Wachstumsmärkten war es daher deutlich einfacher auf den Wachstumspfad zurückzukehren. Dies lässt sich zum Beispiel an den unterschiedlichen Wachstumsraten der deutschen und französischen Automobilhersteller ablesen: Während erstere, getragen durch ihr Wachstum insbesondere in den BRICS, schnell aus der Krise kamen, leiden die französischen Fahrzeugbauer noch heute unter der Wachstumsschwäche in ihrem Kernmarkt Südeuropa.

■ **Beispiel Rohstoffmärkte:** Die Preise wesentlicher Inputfaktoren, wie Rohöl, Metalle oder seltene Erden, erreichten vor der globalen Finanzkrise Höchstwerte, um danach umso stärker einzubrechen. Um diese Preisrisiken insbesondere für rohstoffintensive Industrien einzudämmen, sind moderne Hedging-Strategien und langfristige Planungsansätze heute unabdingbar.

■ **Beispiel Logistik und Technologie:** Durch die überlagernden Finanzkrise teilweise unbeachtet, findet ein massiver technologischer Wandel in verschiedenen Industrien statt. So müssen zum Beispiel die Energieunternehmen ihre bisherigen Portfolios aus triadierten Energieerzeugungsarten wie Kohle, Erdgas und Kernenergie auf erneuerbare Energiefelder, wie Wind, Sonne oder Wasserkraft umstellen. Weitere viel diskutierte Beispiele sind die Einführung neuer Antriebskonzepte, wie Hybrid- und Elektrotechnologie im Automobilbau oder die Umwälzungen in der Telekommunikationsbranche auf der Basis mobiler Internettechnologien.



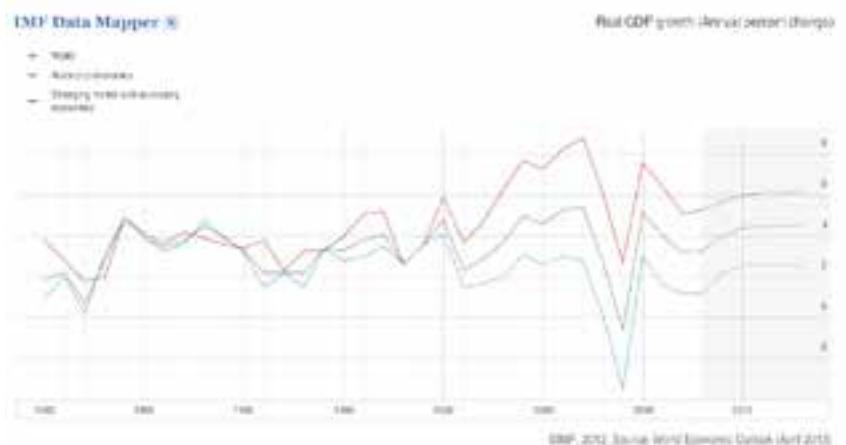
Grafik 1: „Strategische Umfeldfaktoren und Volatilität“.

■ Beispiel regulatorische Rahmenbedingungen: Da der Ausgangspunkt der letzten Krise in den Financial Institutions (Banken, Schattenbanken – wie Hedge Funds bzw. PE Gesellschaften – und Versicherungen) lag, wurden diese seither einem engen regulatorischen Korsett unterworfen. So wurden nicht nur die Anforderungen an die Eigenkapital- und Liquiditätsausstattung von Banken und Versicherungen durch die bekannten globalen Regeln Basel III und Solvency II verschärft, sondern auch ganze Geschäftsfelder, wie zum Beispiel der Eigenhandel, traditionellen Geschäftsbanken untersagt bzw. die Trennung von Geschäftsmodellen, wie traditionellem Bankgeschäft und risikanterem Investmentbanking, eingefordert. Zugleich wurden ganze Produktfelder, wie der Handel in derivativen Finanzinstrumenten, neuen, transparenteren Regeln unterworfen.

THESE 2: „HERAUSFORDERUNGEN DER VOLATILITÄT FÜR STRATEGIE UND GESCHÄFTSMODELL SIND INDUSTRIESPEZIFISCH“

Wenn auch die Volatilität ein industrieübergreifendes Charakteristikum für das strategische Umfeld darstellt, so sind doch die Einflüsse auf die einzelnen Industrien bzw. Geschäftsmodelle und die daraus resultierenden strategischen Herausforderungen industriespezifisch. Dies liegt vor allem darin, dass einzelne strategische Umfeldfaktoren unterschiedlich starken Einfluss auf bzw. Bedeutung für einzelne Industrien haben. Für die adäquate Gestaltung der strategischen Reaktion auf das volatile Umfeld ist daher der spezifische Mix an Geschäftsmodell spezifischen Einflussfaktoren entscheidend.

So sind etwa im Bankenmarkt neben den oben erwähnten, sich rasant verändernden regulatorischen Rahmenbedingungen natürlich auch die Entwicklungen auf den globalen Kapitalmärkten sowie die Chancen und Risiken mobiler bzw. internetbasierte Kommunikationstechnologien von entscheidender Bedeutung für die Gestaltung des Geschäftsmodells. Während erste vor allem auf die bankspezifischen Geschäftsmodelle, wie zum Beispiel Investmentbanking, Commercial Banking oder Retail Banking Einfluss nehmen, wirken letztere insbesondere auf die Vertriebs- und Kundenstrategien einzelner Geschäftsfelder. Wie rasant dabei der Wandel seit 2008 verläuft lässt sich daran erkennen, dass die Be-



Grafik 2: „Entwicklung und Verschiebung der Weltwachstumsraten“ (IWF Report).

deutung des asiatischen Raums stark an Bedeutung im globalen Bankenmarkt zugenommen hatten und heute sich bereits vier chinesische Banken unter den Top 10 globalen Spielern befinden.

Dagegen sind in der Automobilindustrie die erwähnten regionalen Wachstumsunterschiede und Technologiebrüche mit den Bedingungen auf den Rohstoff- und Zuliefermärkten eng verzahnt. Die Umstellung auf Elektro- und Hybrid-Technologie erfordert Kooperationen mit strategischen Zulieferern in neuen Bereichen, wie Batterietechnologie oder Leichtbautechnik und -materialien.

THESE 3: „NOTWENDIGKEIT INDIVIDUELLER, ADAPTIVER STRATEGIEN FÜR DAS MANAGEMENT VOLATILER UMFELDFAKTOREN“

Der permanente Wandel in den unterliegenden Umfeldfaktoren verlangt die Entwicklung intelligenter, adaptiver Strategien, die eine Balance zwischen langfristiger Ausrichtung und kurzfristiger Anpassungsfähigkeit bieten. Für eine solche adaptive Strategie können vier wesentliche Bausteine im Sinne einer permanenten und ganzheitlichen Gestaltung des Wandels definiert werden:

1. Wandel antizipierten: Da sich die strategischen Herausforderungen im unternehmerischen Umfeld nicht mehr mit einer linearen strategischen Planung abbilden lassen, sind moderne strategische Planungsansätze, wie Szenario-Analyse, Simulation und Risiko-management erforderlich.

- 2. Wandel vorbereiten:** Die notwendige Anpassung verlangt von Management und Organisation vollkommen neue Fähigkeiten als Voraussetzung für die Wandelarbeit. So ist z. B., um die Schwankungen in Absatz- und Beschaffungsmärkten zu beherrschen, eine Flexibilisierung der Aufbauorganisation und Prozessmodelle erforderlich. Eine Senkung des Break-Even-Punktes im Geschäftsmodell wird zum strategischen Wettbewerbsvorteil. Daneben gilt es neue technologische und marktbezogene Kompetenzen zu erwerben, wie im Beispiel der Automobilbranche dargestellt.
- 3. Wandel gestalten:** Der Wandel ist top-down zu gestalten. Portfolio Management heißt in diesem Sinne das permanente Monitoring und die Überarbeitung der strategischen Geschäftsfelder, Einsatz von M&A

als strategisches Instrument bzw. der konsequente Ausbau zu einem multinationalen Unternehmen.

- 4. Wandel monitoren:** Natürlich ist die strategische Anpassung des eigenen Geschäftsmodells kein Selbstzweck. Sie muss einen messbaren Beitrag für den Aufbau nachhaltiger, verteidigbarer Wettbewerbsvorteile und der finanziellen Performance bieten.

Nur durch eine solch durchgängige strategische Gestaltung lassen sich die Herausforderungen der „Post“-Lehman Welt beherrschen.

Der Forschungsbeitrag erschien in voller Länge in: Manufacturing Excellence Award Report 2013 – Publikationsreihe des Manufacturing Excellence Award: Beitrag: Prof. Dr. Thorsten Feix

Die aktuelle Entwicklung des globalen und deutschen Transaktionsmarktes

Eine empirische Analyse



DER GLOBALE M&A MARKT

Auf Basis der Daten von Thomson Reuters legte der globale Transaktionsmarkt mit über \$ 1,7 Billionen im ersten Halbjahr 2014 um 75 % gegenüber dem gleichen Vorjahreszeitraum zu. Das ist zugleich der höchste Wert seit der globalen Finanzkrise in 2007. Dagegen wurde bei der Anzahl der Transaktionen mit 17.700 Übernahmen der geringste Wert seit 10 Jahren verzeichnet. Dies führt in der Summe zu einer deutlichen Zunahme der durchschnittlichen Dealgröße, die für Transaktionen mit einem Wert über \$ 50 Millionen von \$ 491 Millionen in der ersten Jahreshälfte 2013 auf \$ 695 Millionen im bisherigen Jahresverlauf sprang. Das Wertwachstum wurde dabei von allen Kontinenten getragen: Die USA waren mit \$ 749 Milliarden (+75 %) der wichtigste globale M&A Markt. Die Region Asien-Pazifik verzeichnete einen Transaktionswert von \$ 326 Milliarden, während Europa mit mehr als dem Doppelten des Vorjahreswertes auf \$ 509 Milliarden sprang.

Prof. Dr. Thorsten Feix

Hochschule Augsburg

Fakultät für Wirtschaft

Telefon +49(0)821 5586-2953
thorsten.feix@hs-augsburg.de

Fachgebiete

- Financial Institutions
- Investmentbanking

Aus Branchenperspektive war der Gesundheitssektor mit einem Transaktionswert von \$ 317 Milliarden der aktivste Bereich, in dem auch etliche Mega-Transaktionen, wie z.B. die Übernahme von Covidien durch Medtronic für \$ 48 Milliarden und Valeants \$ 63 Milliarden-Übernahme von Allergan abgeschlossen wurden. Daneben waren vor allem im Medien- (\$ 217 Milliarden) und Energiebereich (\$ 189 Milliarden) Transaktionen gefragte strategische Wachstumsoptionen.

Auf dem globalen Transaktionsmarkt kam es branchenübergreifend zu einer Vielzahl von Mega-Deals, d.h. Transaktionen mit einem Wert von über \$ 10 Milliarden. Den Startpunkt bildete dabei die Übernahme von WhatsApp durch Facebook mit \$ 19,9 Milliarden. Die Akquisition von Time Warner Cable durch Comcast im US-Kabelnetzsegment für knappe \$ 70 Milliarden stellte die größte wertmäßige Transaktion im ersten Halbjahr 2014 dar. Im Segment der 10 größten weltweiten Megadeals sind aus dem deutschsprachigen Raum nur der Schweizer

Zementkonzern Holcim mit der Akquisition von Lafarge (Frankreich) für ca. \$ 40 Milliarden und Novartis mit der Akquisition von drei Teilbereichen (insbesondere im Segment der Onkologie) von GlaxoSmithKline für \$ 16 Milliarden vertreten. Der größte Deal mit deutscher Beteiligung war die Bayer-Übernahme des Consumer-Care Geschäft des Wettbewerbers Merck&Co für \$ 14,2 Milliarden. In der Summe waren die meisten Transaktionen mit einem klar erkennbaren strategischen Rational hinterlegt, wobei die wesentlichen Gründe in einer aktiven Portfoliorepositionierung, in der Akquisition von Technologien bzw. Know-how (Facebook / WhatsApp, Novartis / GSK), in der Branchenkonsolidierung (Comcast / Time Warner Cable; Valeant / Allergan; Suntory / Beam) bzw. im Marktzugang (GE / Alstom,...) lagen.

DER DEUTSCHE M&A MARKT

Die M&A Transaktionen mit deutschen Ziel-Unternehmen haben auf Basis der Zahlen von Dealogic im ersten Halbjahr mit knapp \$ 49 Milliarden wertmäßig leicht zugelegt und auf Basis der Zahlen von Mergermarket mit etwa € 33,5 Milliarden sich in etwa stabil gehalten. Die Anzahl der Transaktionen blieb jedoch weiterhin gering. Mit 642 Transaktionen nach Dealogic wurde im ersten Halbjahr 2014 ein so niedriger Wert wie zuletzt im ersten Halbjahr 2010 erzielt.

Parallel zum globalen M&A-Markt ist daher ein aktuelles Charakteristikum des deutschen Marktes die deutliche Zunahme von großen und grenzüberschreitenden Transaktionen. Insbesondere der Bereich der Großtransaktionen (Dealwert von über \$ 5 Milliarden) ist dabei nach Auswertungen der Bank of Amerika Merrill Lynch von einem Anteil von 20 % des gesamten deutschen M&A-Marktes in 2013 im laufenden Jahr auf 40 % gesprungen. Dabei konnten die Cross-Border-Transaktionen nach Zahlen von Mergermarket mit einem Inbound-Volumen von 170 Transaktionen und einem Wert von € 29 Milliarden und einem Outbound-Volumen von 147 Transaktionen mit einem Wert von knapp € 28 Mrd. signifikant zulegen. Im Outbound-Bereich war die Bayer-Übernahme des Consumer-Care-Geschäft des Wettbewerbers Merck&Co die gemessen am Dealwert größte Transaktionen. Der Verkauf der RWE-Dea AG an den russischen Investor LetterOne für € 5,1 Milliarden war zugleich die größte Inbound, als auch die größte inländische Transaktion. Im Inbound-

Sektor waren die amerikanischen Unternehmen mit knapp 40 % die aktivsten Akquisiteure. Im Outbound-Sektor, also für deutsche Unternehmen – und das gilt für Konzerne, als auch für den klassischen Mittelstand –, scheint es zwingend, die globale Marktposition konsequent durch Übernahmen zu stärken, um neue Wachstumsimpulse zu setzen.

Als führende Branche in deutschen M&A-Markt kristallisierte sich mit einem wertmäßigen Marktanteil von gut einem Drittel der Industrie- und Chemiesektor heraus. Der Verkauf von Daimlers 50% Anteil am Joint Venture Rolls-Royce Power Systems an Rolls-Royce Plc. und die gemeinsame Akquisition der Flint Gruppe durch Goldman Sachs und Koch Equity waren mit jeweils über € 2 Milliarden hier die wesentlichen Treiber. Mit recht deutlichem Abstand folgen der Energiebereich, Business Services, der Immobilien Sektor und Pharma/Medizin auf den weiteren Plätzen.

DIE ZUKUNFT

Die dem globalen und deutschen M&A Markt unterliegenden Treiber lassen ein starkes Wachstum erwarten. Ein wesentlicher Faktor für das potentielle, zukünftige Wachstum im Übernahmemarkt dürfte die stabile gesamtwirtschaftliche Entwicklung und die hohen Bewertungen bei extrem niedrigen Volatilitäten auf den Eigenkapitalmärkten sein. Dies impliziert zugleich hohe Multiples und damit Transaktionspreise für die Verkäuferseite. Die Käufer profitieren dagegen von dem globalen Niedrigzinsumfeld, was die Finanzierung von Transaktionen wesentlich kostengünstiger und damit wertsteigernder darstellen lässt. Insofern ist ein verstärkter Wettbewerb von Finanzinvestoren bei zukünftigen Unternehmenstransaktionen zu erwarten. Zudem führt der hohe Cash Bestand bei US und europäischen Corporates zu Begehrlichkeiten auf Aktionärsseite. Diese verlangen zunehmend die frei verfügbaren Mittel zu investieren oder an die Aktionäre auszuschütten.

Aufgrund dieser Faktoren lässt sich vermuten, dass wir Ende 2014 voraussichtlich auch einen leichten Anstieg am deutschen Beteiligungs- und Übernahmemarkt verzeichnen werden.

Der Artikel wird in der Herbstausgabe der GoingPublic in voller Länge veröffentlicht.

Management Navigator für Banken und Versicherungen

Entwicklung von Lösungswegen aus der Banken Krise.



Prof. Dr. Thorsten Feix

Wie im Forschungsbericht 2013 angekündigt, kooperiert die Wirtschaftsfakultät der Hochschule Augsburg mit europäischen Spitzenuniversitäten und Hochschulen in einem Erasmus geförderten Projekt „Ethics in Banking“. Partner der Augsburger sind dabei die Inholland University of Applied Sciences (Niederlande), die Staatliche Universität Moskau – Higher School of Economics (Russland), die Universidad CEU San Pablo Madrid (Spanien), die University of Huddersfield (Großbritannien), die Centria University of Applied Sciences Kokkola (Finnland) und die University Gent (Belgien).

Das Projekt gliedert sich bisher in drei Stufen: In einem ersten Schritt wurde über Benchmarking der „Best-“ und „Worst-Cases“ in der Finanzindustrie während und nach der globalen Finanzkrise Verhaltensmuster von Fehlversagen identifiziert. Zugleich wurde die Frage verfolgt, ob durch eine deutliche Zunahme der regulatorischen Rahmenbedingungen

auf den globalen und europäischen Kapitalmärkten - Basel III, CAD IV, EMIR, MiFID II - die Vermeidung zukünftiger Finanzkrisen gelingen kann oder eher auf dem individuellen Managementverhalten begründete Ansätze wie ein „Code of Conduct“ erfolgversprechender sind.

Die nationalen Ergebnisse aus dieser Vorphase wurden in einem zweiten Schritt auf europäischer Ebene diskutiert und Handlungsanleitungen erarbeitet. Hierfür kamen die Professoren und ausgewählte Studenten der beteiligten Universitäten und Hochschulen im März 2014 für zwei Wochen nach Rotterdam

Gemeinsam mit Kommilitonen sieben europäischer Hochschulen arbeiteten Wirtschafts-Studierende der Hochschule Augsburg während eines EU-geförderten Projekts zum Thema „Ethics in Banking“.



an die Inholland University of Applied Sciences. Die internationalen Teams präsentierten am Ende dieser intensiven zwei Wochen ihre Analysen und Vorschläge zur Verbesserung des Finanzsystems. Die Erkenntnisse wurden zugleich mit führenden europäischen und niederländischen Instituten, wie der Dutch National Bank (DNB), der holländischen Finanzmarktaufsicht FMA und der Global Reporting Initiative (GRI), als auch mit Geschäftsbanken, wie der ING und der Rabo-Bank, auf Praxisrelevanz hin weiterentwickelt.

Die Partner streben aufgrund des großen Erfolges des Projektes und des Interesses aus der Banken- und Versicherungswirtschaft eine weitere Förderung im Rahmen des Erasmus+ und Horizon 2020 des europäischen Kooperationskonzeptes der EU an. Ferner werden die Partner in Forschungsprojekten kooperieren sowie ihre finanzorientierten Curriculae um Aspekte des „Ethics in Banking“ ergänzen und untereinander abstimmen. Damit dürften die beteiligten Universitäten und Hochschulen sowie auch deren Absolventen zu kompetenten Ansprechpartnern für europäische Finanzinstitute und Regulierer (darunter die EZB), die nationalen Notenbanken (wie z.B. die Bundesbank) und die Finanzmarktaufsichten (wie die BAFIN) werden.

Sozusagen als Spin-off des Projektes entwickeln Augsburger StudentInnen im Rahmen eines Vertie-

fungsmo^{du}des Bachelorstudienganges International Management zusammen mit Prof. Dr. Thorsten Feix auf dieser Grundlage zusätzlich einen Management Navigator, der auf die spezifischen Strategien und Geschäftsmodelle von Banken und Versicherungen ausgerichtet ist. Abweichend von der traditionellen Bankensteuerung umfasst der Management Navigator fünf zentrale Perspektiven für ein ganzheitliches Bankenmanagement:

- Bankstrategie, -geschäftsmodell und Regulierung
- Governance und Mitarbeiter
- Kunden und Finanzprodukte
- Gesellschaft und Umwelt
- Finanzielle Kennzahlen und Eigenkapitalgeber

Dabei wird insbesondere auf die Integration der Perspektiven Wert gelegt: Die bisherige Bankensteuerung war oftmals einseitig auf finanzielle Kennzahlen, wie den Return on Equity, den Net Income oder die Cost-Earnings Ratio, ausgelegt. Andererseits ist aber auch umgekehrt für eine nachhaltig stabile Banken- und Finanzmarktstruktur – und damit für den gesellschaftlichen Auftrag der Banken – eine wettbewerbsfähige Rentabilität sicherzustellen. Erste Gespräche zur Implementierung dieses neuen Ansatzes sind sehr vielversprechend.

Expatriierung von Managerinnen

Auslandseinsätze für weibliche Führungskräfte



Prof. Dr. Michael Freiboth

Hochschule Augsburg

Fakultät für Wirtschaft

Telefon +49 (0) 821 5586-2963
michael.freiboth@hs-augsburg.de

Fachgebiete

- Strategisches Management
- Internationales HR Management

Ein Forschungsthema, das sich durch die zunehmende Betrachtung von Frauen in Managementpositionen stellt, aber noch vergleichsweise wenig Beachtung findet, ist die Auslandsentsendung von Frauen in Fach- und Führungspositionen. Für ihre männlichen Pendants ist durch die zunehmende Globalisierung ein solcher Auslandseinatz vor allem in größeren multinationalen Unternehmen bereits fast zur Regel und oftmals zur Bedingung für einen weiteren Aufstieg geworden. Durch den Einsatz von Frauen im Ausland entsteht ein Wechsel in der Machtverteilung zwischen Männern und Frauen in einem Unternehmen. Auch unter dem Aspekt der Diversity sollte diesem Aspekt zunehmende Bedeutung zukommen.

Da die Beförderung auf Top-Managementpositionen oftmals internationale Erfahrung voraussetzt und bislang nur ein geringer Anteil der Frauen auch diese Erfahrung aufweisen kann, ist die Aufnahme von Frauen ins Top Management oft schwieriger, als die Beförderung von Männern, die weit häufiger diese Erfahrungen vorweisen können. Unternehmen müssten also die Expatriierung von Frauen unterstützen, um auch eine höhere Anzahl an Frauen im Top-Management zu fördern. Eine Studie von Rosener (1995) sowie Caliguri und Tung (1999) zeigt, dass weibliche Führungskräfte aus eher maskulinen Ländern, wie zum Beispiel Japan, Australien, USA und Österreich seltener ins Ausland entsendet werden, als diejenigen aus femininen Ländern. (Die Begriffe maskuline und feminine Länder beziehen sich dabei auf Hofstede's Interkulturelle Theorien.) Beispiel dafür ist Finnland, das sich bei der Studie von Rosener bzw. Caliguri und Tung als eines der Top-Länder zeigt, wenn es um die Entsendung von weiblichen Führungskräften ins Ausland geht.

In den Ergebnissen des Brookfield Global Relocation Trend Survey (kurz GRTS), einer Umfrage bei Unternehmen weltweit und aus unterschiedlichen Fachbereichen, zeigte sich 2013, dass nach wie vor nur ein geringer Anteil an weiblichen Fach- und Führungskräften ins Ausland entsendet wird. Während 2009 noch 20% der Entsandten 2009 weiblich waren, lag der Anteil an weiblichen Expatriates 2013 immer noch bei nur 23%.

In einer Befragung von 20 global agierenden deutschen Unternehmen aus DAX und SDAX wurden die hauptsächlichen Gründe für die nur zögerliche Entsendung von Frauen ins Ausland untersucht:

1. Oftmals muss im Zusammenhang mit einer Entsendung auch die Familie ins Ausland mitgenommen werden. Die traditionelle Frauenrolle erlaubt es nicht, Frauen ohne ihre Familie, insbesondere ohne Kinder, ins Ausland zu entsenden. Bei Männern hingegen ist das immer noch eher möglich. Durch die Entsendung von Frauen entstehen den Unternehmen somit deutlich höhere Kosten und so wird wie Entsendung einer männlichen Führungskraft oft der einer weiblichen vorgezogen. Von Seiten der weiblichen Führungskräfte kommt es häufig zur Ablehnung des Angebots der Auslandsentsendung, da viele es für schwierig halten, ihre Familie mit ins Ausland zu nehmen.
2. Der wohl gravierendste Punkt warum viele Unternehmen zögern, ihre weiblichen Führungskräfte für eine Auslandsentsendung in Erwägung zu ziehen, liegt darin, dass in vielen Ländern noch kulturell bedingte Vorbehalte gegenüber Frauen herrschen. In der arabischen Region, insbesondere in Ländern wie Saudi-Arabien, werden Frauen nicht als gleichberechtigte Verhandlungspartner angesehen, so dass eine Frau in diesen Regionen nicht ohne eine männliche Unterstützung agieren könnte.
3. In vielen Unternehmen herrscht ein „Mangel an weiblichen Kandidaten im Recruitment Pool für Auslandsentsendungen“. Ein Grund dafür ist, dass viele Berufe, die eine Entsendung erfordern, so genannte „Männerberufe“ sind. Meist werden diese Berufe von Männern ausgeübt, was die gezielte Auswahl einer Frau erschwert. Da diese Berufe aber auch zunehmend von Frauen ausgeübt werden, ist es möglich, dass dies in Zukunft nicht mehr ein so großes Hindernis darstellen wird.
4. Einer der Gründe für eine bevorzugte Auswahl von Männern ist, dass die Entsendungen hauptsächlich für Mitarbeiter im Top oder Mittleren Management stattfinden. Obwohl es auf Positionen im Unteren und Mittleren Management eine Zunahme an Frauen zu verzeichnen gibt (von 10,6% im Jahr 2010 auf 13% Ende 2012 in den 200 größten Unternehmen

Deutschlands), sind die meisten Spitzenpositionen noch immer hauptsächlich von Männern besetzt. Hieraus ergibt sich ein „vicious circle“ für Frauen: Keine Karriere in Spitzenpositionen ohne Auslandseinsatz, kein Auslandseinsatz ohne Erreichen einer zumindest mittleren Fach- oder Führungsposition.

Man kann feststellen, dass es mehrere Gründe gibt, warum weniger Frauen als Männer von ihren Unternehmen als Expatriates ins Ausland entsandt werden. Allerdings ist zu erwähnen, dass durch die derzeitigen Entwicklungen im Hinblick auf die Frauenquote sowie durch die

Zunahme von Frauen in sogenannten „Männerberufen“ viele dieser Gründe in Zukunft nicht mehr so stark ins Gewicht fallen sollten. Die Zahl der Entsendungen von Frauen ins Ausland würde also in Zukunft steigen und die Unternehmen sollten sich im globalen Wettbewerb entsprechend auf dieses Szenario vorbereiten.

¹ Kollinger, Iris; Linehan, Margaret: Women on international assignments in International Human Resource Management, Routledge 2008, S. 272.

² Kollinger, Iris; Linehan, Margaret: Women on international assignments in International Human Resource Management, Routledge 2008, S. 273.

³ Vgl. Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend, Frauen in Führungspositionen, <http://www.bmfsfj.de/BMFSFJ/gleichstellung,did=88098.html>, aufgerufen am 08.08.2013.



Kloster Irsee
Schwäbisches Tagungs- und Bildungszentrum
Eine Einrichtung des Bezirks Schwaben



BAROCK – RUHE – KONZENTRATION

Ein ausgezeichneter Ort akademischer Begegnungen und geistiger Inspiration.

- ➊ 81 komfortable Gästezimmer
- ➋ 15 repräsentative Tagungsräume
- ➌ aktuelle Tagungstechnik
- ➍ kostenfreie Internetnutzung
- ➎ abwechslungsreiche Rahmenprogramme

Raum für interdisziplinäre Vorlesungen, innovative Präsentationen, dynamische Prozesse.

WWW.KLOSTER-IRSEE.DE

KLOSTER IRSEE
Schwäbisches Bildungszentrum Irsee

Klosterring 4 | 87660 Irsee
vertrieb@kloster-irsee.de

T 08341 906-620
F 08341 74278

Studiumskosten im Einkommensteuerrecht

Abzugsfähigkeit von Berufsausbildungskosten



Prof. Dr. Hans Herrler

Steuerberater

Hochschule Augsburg

Fakultät für Wirtschaft

Telefon +49(0)821 5586-2904
hans.herrler@hs-augsburg.de

Forschungsschwerpunkt

Ertrags- und Unternehmens-
steuern an der Hochschule
Augsburg

Die steuerliche Berücksichtigung von Studiumskosten hat in den letzten Jahren trotz mehrerer Änderungen im Einkommensteuergesetz zu zahlreichen Streitfällen in der Besteuerungspraxis geführt. Studiumskosten wurden häufig aus der Blickrichtung des Kindergeldanspruchs der Eltern diskutiert. Für den Studenten selbst liegt die weitaus größere Bedeutung in der Abzugsfähigkeit nach Eintritt in das Berufsleben. Die studentenfreundliche BFH-Rechtsprechung wird durch eine restriktive Handhabung der Finanzverwaltung und Gesetzesänderungen zum 01.01.2014 zum Reisekostenrecht eingeschränkt.



Abb. 1: Kostenüberblick

DAS STUDIERENDE KIND IN DER STEUERERKLÄRUNG DER ELTERN

Lange Zeit war aus elterlicher Sicht die Berechnung der Einkünfte des studierenden Kindes für den Kindergeldanspruch häufiger Streitpunkt. Da der Gesetzgeber die Hinzuerdienstgrenzen für das studierende Kind weitgehend gelockert hat (vgl. § 32 Abs. 4 S. 2 EStG), werden die elterlichen Einkommensteuervorteile heute danach bestimmt, ob für das studierende Kind Kindergeldanspruch besteht (siehe untenstehende Tabelle).

STUDIUMSKOSTEN BEIM STUDENTEN

Einordnung des Studiums in die einkommensteuerliche Systematik von Berufsausbildung, Allgemeinbildung und Fortbildung

Beim Studenten selbst stellt sich die Frage, ob und wann die Kosten des Studiums steuerliche Relevanz entfalten.

Ursächlich für die häufigen Streitfälle ist die Systematik des deutschen Einkommensteuerrechts: Es trennt zwischen vollabzugsfähigen, beruflich veranlassten Werbungskosten/Betriebsausgaben einerseits und den steuerlich nicht berücksichtigungsfähigen Kosten der privaten Lebensführung nach § 12 EStG andererseits.

Die Frage der Abzugsfähigkeit der Berufsausbildungskosten hat der Gesetzgeber im Jahr 2011 nochmals konkretisiert. Nach § 9 Abs. 6 EStG sind nunmehr Aufwendungen des Steuerpflichtigen für seine erstmalige Berufsausbildung oder für ein Erststudium, das zugleich eine Erstausbildung vermittelt, keine Werbungskosten. Diese gesetzliche Vorgabe findet sich mit gleichem Wortlaut nochmals in § 12 Nr. 5 EStG.

Nach dem Gesetzeswortlaut ist für die Frage der Abzugsfähigkeit der Kosten also entscheidend, ob es sich um eine erstmalige Berufsausbildung oder ein Erststudium handelt. Während die Kosten für eine erstmalige Berufsausbildung und für ein Erststudium nur als Sonderausgaben beschränkt auf nunmehr 6.000 € abzugsfähig sind, wird bei einer weiteren Berufsausbildung oder einem weiterem Studium ein unbegrenzter Werbungskostenabzug ermöglicht.

Diese Zuordnung zum Sonderausgaben- bzw. Werbungskostenbereich ist deshalb von so grundsätzlicher Bedeutung, weil Sonderausgaben nur im Entstehungs-/Zahlungsjahr berücksichtigungsfähig sind. Während Werbungskosten nach den Grundsätzen des § 10d EStG auch in anderen, vor allem späteren Veranlagungszeiträumen noch berücksichtigt werden können.



grundsätzlich durch den Kindergeldanspruch abgegolten

- Kindergeld (12 x 184 €)
- Kinderfreibetrag (2.184 €/4.368 € + 1.320 €/2.640 €)
- Ausbildungsfreibetrag von 924 € jährlich bei auswärtiger Unterbringung

Unterstützung bedürftiger Angehöriger nach § 33a Abs. 1 EStG

- max. 8.354 € (2014)
- Einkünfte und Bezüge sowie Vermögen des Kindes sind zu berücksichtigen

RELEVANTE VARIANTEN DES STUDIUMS UND IHRE STEUERLICHE EINORDNUNG

Erststudium mit abgeschlossener Berufsausbildung

Ist einem Studium eine abgeschlossene Berufsausbildung vorausgegangen, handelt es sich unzweifelhaft bei den durch das Studium veranlassten Aufwendungen um unbeschränkt abzugsfähige Werbungskosten. Diese Auffassung wird nicht nur in der ständigen BFH-Rechtsprechung bekräftigt, sondern wird auch von der Finanzverwaltung bestätigt.

Festzulegen ist daher an dieser Stelle nur, wann der Tatbestand der „erstmaligen Berufsausbildung“ erfüllt ist. Sicherlich ist der Voraussetzung erfüllt, wenn die Ausbildung im Rahmen eines öffentlich-rechtlich geordneten Ausbildungsgangs erlernt wird und der Ausbildungsgang durch eine Prüfung abgeschlossen wird. In Handwerksberufen wird die Berufsausbildung mit bestandener Gesellenprüfung, in anderen Lehrberufen mit der Gehilfenprüfung abgeschlossen.

Erststudium ohne abgeschlossene Berufsausbildung

Ein Studium stellt dann ein erstmaliges Studium im Sinne des § 12 Nr. 5 EStG dar, „wenn es sich um eine Erstausbildung handelt, wenn also mit dem Studium zugleich eine erstmalige Berufsausbildung vermittelt wird.“

Wird also die Hochschulzugangsberechtigung wie beim klassischen Abitur am Gymnasium oder auch beim Fachabitur erworben, sind die Studiumskosten dem Privatbereich des § 12 Nr. 5 EStG zuzuordnen mit der Konsequenz, dass sie nach § 10 Nr. 7 EStG nur als beschränkt abzugsfähige Sonderausgaben zu berücksichtigen sind.

Im Urteil vom 05.02.2013 sieht der BFH bei diesem gesetzlichen Abzugsverbot für beruflich veranlasste Erstausbildungskosten keine verfassungsrechtlichen Bedenken.

Masterstudium nach Bachelorabschluss

Die Beschränkung beim Abzug der Studiumskosten gilt nach dem Wortlaut des § 12 Nr. 5 EStG nur solange, so lange ein Erststudium vorliegt. „Es darf also kein anderes durch einen berufsqualifizierenden Abschluß beendetes Studium“ vorangegangen sein, wenn die Beschränkung greifen soll.

Zweitstudium und Promotion

Ist ein erstes Hochschulstudium abgeschlossen und wird ein zweites Studium – unabhängig davon, an welchem Hochschultypus – absolviert, greift die Abzugsbeschränkung der §§ 12 Nr. 5, 10 Abs. 1 Nr. 7 EStG nicht mehr. So handelt es sich beispielsweise bei einem im Anschluss an ein Fachhochschulstudium durchgeföhrten Universitätsstudium nicht mehr um ein Erststudium. Dies gilt m. E. auch dann, wenn eine deutliche Änderung in der Studienrichtung erfolgt; beispielsweise wenn ein BWL-Fachhochschulabsolvent ein universitäres Medizinstudium aufnimmt.

Duale und berufsbegleitende Studiengänge

§ 9 Abs. 6 EStG und § 12 Nr. 5 EStG lassen auch bei einem Erststudium einen Werbungskostenabzug zu, wenn dieses „im Rahmen eines Dienstverhältnisses“ stattfindet. Nach Auffassung der Finanzverwaltung ist dieses Tatbestandsmerkmal dann erfüllt, wenn die Ausbildungsmaßnahme Gegenstand des Dienstverhältnisses ist, wie dies beispielsweise auch bei einem klassischen Berufsausbildungsvertrag der Fall ist. Die Finanzverwaltung fordert also ein „Ausbildungsdienstverhältnis“.

Zusammenfassend ergibt sich daher für die steuerliche Zuordnung von Studiumskosten folgende Qualifikation:

	Berufliche Werbungskosten	Private Sonderausgaben
Erststudium mit abgeschlossener Berufsausbildung	x	
Erststudium nach angelernter Berufstätigkeit		strittig
Erststudium ohne abgeschlossene Berufsausbildung		x
Masterstudium nach Bachelorabschluss	x	
Zweitstudium	x	
Promotion	x	
Duales Studium	x	
Berufsbegleitendes Erststudium		strittig

RELEVANTE KOSTENARTEN DES STUDIUMS

Nach der Rechtslage können 2013 die Fahrten zur Hochschule bei allen oben aufgelisteten Varianten des Studiums mit 0,30 € für Hin- und Rückfahrt berücksich-

Checkliste: Wesentliche Werbungskosten / Sonderausgaben	
▪ Fahrtkosten am Studienort - mit Pkw - mit öffentlichen Verkehrsmitteln	2013 in tatsächlich nachgewiesener Höhe, 2014 nur in Höhe der Entfernungspauschale abzugsfähig
▪ Fahrtkosten zum Wohnort / Lebensmittelpunkt - mit Pkw - mit öffentlichen Verkehrsmitteln	2013 in tatsächlich nachgewiesener Höhe, 2014 nur in Höhe der Entfernungspauschale abzugsfähig
▪ Fahrtkosten zum Praktikumsarbeitsplatz - mit Pkw - mit öffentlichen Verkehrsmitteln	in tatsächlich nachgewiesener Höhe abzugsfähig
▪ Fahrten zu Lerngemeinschaften	unbeschränkt abzugsfähig
▪ Unterkunftskosten und Verpflegungskosten	2013 in tatsächlich nachgewiesener Höhe abzugsfähig, 2014 keine Berücksichtigung von Unterkunfts- und Verpflegungskosten wegen fehlender doppelter Haushaltung im Werbungskostenfall. Hingegen im Sonderausgabenbereich sind auch 2014 Unterkunftskosten noch abzugsfähig
▪ Fachzeitschriften/Fachbücher	unbeschränkt abzugsfähig
▪ EDV- und Kommunikationskosten	unbeschränkt abzugsfähig
▪ Arbeitszimmer (abgeschlossener Raum) in der Studentenwohnung	In der Regel begrenzter Abzug bis maximal 1.250 Euro jährlich
▪ Arbeitszimmer (Arbeitsbereich) in der Studentenwohnung	strittig
▪ Arbeitszimmer in der elterlichen Familienwohnung	strittig
▪ Zweitwohnsteuer	unbeschränkt abzugsfähig
▪ Studien- und Semestergebühren	unbeschränkt abzugsfähig
▪ Schuldzinsen für Studienkredite	unbeschränkt abzugsfähig
▪ Stipendien/BAföG-Zuschüsse	Reduktion der ansetzbaren Studiumskosten (strittig)

tigt werden können, wenn nicht ein höherer tatsächlicher Kilometersatz nachgewiesen wird.

Der dargestellte Ansatz der Fahrtkosten erfährt ab dem Jahr 2014 im Rahmen der Reform des steuerlichen Reisekostenrechts eine gravierende Einschränkung. In § 9 Abs. 1 EStG ist hierbei nicht nur der Begriff der „regelmäßigen Arbeitsstätte“ durch den Begriff der „ersten Tätigkeitsstätte“ ersetzt worden. Bei der nunmehr in § 9 Abs. 4 EStG zu findenden Definition hat der Gesetzgeber gleichzeitig im Satz 8 bestimmt „als erste Tätigkeitsstätte gilt auch eine Bildungseinrichtung, die außerhalb eines Dienstverhältnisses zum Zwecke eines Vollzeitstudiums oder einer vollzeitigen Bildungsmaßnahme aufgesucht wird“.

Damit wird ab dem Jahr 2014 der Werbungskostenansatz für Fahrten zur Hochschule in all den Fällen auf die Entfernungspauschale reduziert, in denen ein Vollzeitstudium vorliegt. Durch eine entsprechende Ergänzung in § 10 Abs. 1 Nr. 7 S. 4 EStG gilt diese Einschränkung auch dann, wenn die Studiumskosten dem Sonderausgabenbereich zuzuordnen sind.

Die Änderung des steuerlichen Reisekostenrechts 2014 wird auch bei der Frage der Unterkunfts- und Verpflegungskosten zu gravierenden Änderungen führen. Denn auch im Bereich der doppelten Haushaltung bringt die Reisekostenreform ab 2014 bedeutende Einschnitte.

In den § 9 Abs. 1 Nr. 5 EStG hat der Gesetzgeber als explizites Tatbestandsmerkmal für die doppelte Haushaltung im Satz 3 aufgenommen: „Das Vorliegen eines eigenen Hausstandes setzt das Inhaben einer Wohnung sowie eine finanzielle Beteiligung an den Kosten der Lebensführung voraus“. In der Gesetzesbegründung wird sogar ausdrücklich darauf verwiesen, dass kein eigener Hausstand des Kindes vorliegt, wenn eine Wohnung im Haus der Eltern unentgeltlich zur Nutzung überlassen wird.

In der nebenstehenden Tabelle sind die relevanten Studiumskosten zusammengefasst.

Detallierte Fundstellen zu den vorstehenden Aussagen und Übersichten finden sich im veröffentlichten Fachaufsatz des Autors in „Steuer und Studium“, Heft 1/2014, S. 21–29.

CSR Campus für eine Wissensallianz

Die Hochschule Augsburg strebt eine weitere Zusammenarbeit mit der Regio Augsburg Wirtschaft GmbH an, diesmal international

Corporate Social Responsibility (CSR) ist die Verantwortung von Unternehmen gegenüber der Gesellschaft über die rechtlich geregelten Compliance Anforderungen hinaus. CSR bedeutet neben wirtschaftlichen Aspekten auch ökologische und soziale Verantwortung. Schon in der Antike setzten sich Vorreiter wie Aristoteles mit eben dieser Verantwortung auseinander. Das Thema CSR begleitete im 18., 19. und 20. Jahrhundert und bis heute die wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung. Beginnend bei der ersten Erwähnung des Begriffs Nachhaltigkeit im Jahr 1713, intensivierten Wissenschaftler die Diskussion über Inhalte und Reichweite von unternehmerischer Verantwortung Mitte des 20. Jahrhunderts bis hin zur Gründung des Club of Rome 1968 und dem von dieser nichtkommerziellen Organisation beauftragten Bericht „Die Grenzen des Wachstums“.

Corporate Social Responsibility als Teil der Unternehmensphilosophie, integriert in das gesellschaftliche Handeln und als Baustein in Bildungssystemen, eröffnet einzigartige Chancen und Möglichkeiten für die persönliche und berufliche Weiterentwicklung. Aus diesem Grund ist CSR ein zentraler Teil des neuen **Europäischen Förderprogramms Erasmus+ 2014 bis 2020**, innerhalb der Schlüsselaktion 2 „Kooperationen für Innovationen und gute Praxis“.

Die jahrelange, enge und erfolgreiche Zusammenarbeit der Hochschule Augsburg mit der Regio Augsburg Wirtschaft GmbH ermutigte beide Institutionen mit einer Projektskizze an diesem internationalen Förderprogramm teilzunehmen. Gemeinsam mit weiteren sieben europäischen Partnern aus Wissenschaft, unternehmensnahen CSR-Vereinigungen und Wirtschaftsförderern wurde die Projektskizze mit Titel „**CSR Campus**“ für eine „**Wissensallianz**“ innerhalb des Förderprogramms ERASMUS+ eingereicht. Das Projekt “CSR Campus” wurde für eine Laufzeit von 3 Jahren mit einem Gesamtbudget von 1.000.000 Euro entwickelt.

Wissensallianzen zielen darauf ab, Innovation in Hochschulen und Unternehmen anzuschieben und die Kooperation von Hochschule und Wirtschaft u.a. auch im Bereich Curriculumentwicklung zu unterstützen. An diesem Ziel setzt die Wissensallianz um die Projektleide „CSR Campus“ an: Innerhalb des Projekts sollen innovative, multidisziplinäre Curricula, Lern- und

Lehrmaterialien zum Thema Corporate Social Responsibility (CSR) entwickelt, erprobt und transeuropäisch verbreitet werden. Besonderes Augenmerk wird auf die spezielle Bedarfslage von kleinen und mittleren Unternehmen gelegt.

Die Rolle der Hochschule Augsburg und damit der beteiligten Professoren der Fakultät für Wirtschaft, Prof. Dr. Michael Feucht und Prof. Dr. Jens Horbach, ist es, im Expertennetzwerk für CSR in der Hochschulbildung als Sparringpartner hinsichtlich des deutschen Hochschulsystems mitzuwirken und Testläufe des gemeinsam entwickelten Curriculums in der Lehre durchzuführen und diese zu bewerten.

Das internationale Wissensallianz-Partnernetzwerk besteht aus folgenden Partnern:

- Regio Augsburg Wirtschaft GmbH (DE)
(Lead Partner)
- University of Applied Science Augsburg (DE)
- University of Ulster (UK)
- Scottish Business in the Community,
nationales CSR-Unternehmensnetzwerk (UK)
- Business in the Community Northern Ireland,
nationales CSR-Unternehmensnetzwerk (UK)
- MVO Nederland, nationales
CSR-Unternehmensnetzwerk (NL)
- VOKA Industrie- und Handelskammer
Ost-Flandern (BE)
- Impronta Etica CSR-Unternehmensnetzwerk (IT)
- Foretica CSR-Unternehmensnetzwerk (ES)

Weitere assoziierte Partner sind:

- University of Rotterdam (NL)
- University of Ghent (BE)
- University of Edinburgh (UK)
- University of Madrid (ES)
- University of Bologna (IT)



Prof. Dr. Jens Horbach

Hochschule Augsburg

Fakultät für Wirtschaft
Telefon +49(0)821 5586-2908
jens.horbach@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- Umweltökonomie
- Arbeitsmärkte



**Hochschule
Augsburg** University of
Applied Sciences



Profil für einen neuen Klostertyp

Die Dominikanerinnen des Klosters Wettenhausen blicken in die Zukunft



Prof. Dr. habil. Klaus Kellner

Hochschule Augsburg

Fakultät für Wirtschaft

Telefon +49(0)821 5565-2911
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 Marketing-Management
- Profilorientierte Unternehmens- und Markenentwicklung
- Produkt- und Innovationsmanagement
- Regionalmarketing
- Bildungs- und Schulmarketing

Die große barocke Klosteranlage in der Gemeinde Wettenhausen (Landkreis Günzburg) wird seit 1865 von Dominikanerinnen besiedelt. In ihrem Kloster verfolgen sie das Ziel, sich „für das Heil der Menschen einzusetzen und durch die Hinwendung zum Nächsten Gott zu dienen“. Die Klosteranlage ist ihr Eigentum bzw. das ihrer Stiftung. Die noch verbliebenen wenigen Schwestern wollen, dass die Klosteranlage entsprechend ihrer klaren Zielsetzung in die Zukunft geführt wird. Selbst können und wollen sie nicht mehr der aktive operative „Motor“ für diese Entwicklung sein. Das Kloster Wettenhausen braucht deshalb, wie jedes andere Unternehmen auch, einen solchen verantwortlichen „Motor“, der mit Hilfe eines klaren Profils in eine erfolgversprechende Zukunft steuern kann.

ZIELSETZUNG UND VORGEHENSWEISE

Die vorliegende Studie hat zwei Haupt-Zielsetzungen. Erstens will sie mehr Klarheit in die vorhandenen vielfältigen Diskussionsansätze über die Zukunft des Klosters bringen. Zweitens will sie ein klares Profil erarbeiten, um daraus eine detaillierte Konzeption ableiten zu können. Mit dem Profil und der Konzeption soll eine breite Unterstützung bei Politikern, Förderern sowie potenziellen Mietern und Partnern für die nächsten Schritte in der Projektentwicklung des Klosters erreicht werden. Es soll zugleich der Versuch sein, einen neuen Klostertyp zur

Diskussion zu stellen, der von seiner Grundsätzlichkeit her auf andere Klöster übertragbar sein könnte.

Um diese Ziele zu erreichen, wurden Begehungungen der Klosteranlage sowie Gespräche mit Verantwortlichen durchgeführt. Sekundärmaterial wurde ausgewertet, ein Benchmarking mit anderen Klöstern und deren Nutzungen durchgeführt sowie das Umfeld im Landkreis Günzburg und angrenzender Regionen analysiert. Auf dieser Grundlage wurde eine Profilhypothese erarbeitet, potenzielle strategische Geschäftsfelder (Bausteine) abgeleitet, eine Organisationsstruktur entworfen und die nächsten Schritte vorgeschlagen. Der gesamte Prozess wurde anhand des Ansatzes „Profilorientiertes Marketing Management“ („Kellner-Trichter“) erarbeitet.

MARKE UND MARKENVERSPRECHEN

Zweifelsfrei hat das Kloster die Marke „Kloster Wettenhausen“. Das Markenversprechen verdeutlicht in sehr knapper Form, welchen zentralen Nutzen das Kloster stiftet - es lautet: „Moderner Raum für Menschlichkeit“. Dieses Versprechen dient intern als strategische Ausrichtung für die Zukunftsentwicklung des Klosters und damit als Richtschnur für alle Projekte und Maßnahmen. Nach außen dient es als Orientierungsgeber und Imagebildner, denn es macht den Wert deutlich, den das Kloster der Gesellschaft und seinen Zielgruppen erbringt



Das Marketing-Team mit Priorin Sr. M. Amanda Baur O.P., Prof. Kellner und H. Ude, Vorsitzender des Vorstands des Freundeskreises Kloster Wettenhausen e.V.



Kloster
Wettenhausen.

bzw. erbringen will. Das Markenversprechen ist die komprimierteste Darstellungsform des Sinnstiftungspotentials einer Institution bzw. eines Unternehmens.

MISSION (WARUM WIRD DAS KLOSTER WETTENHAUSEN HEUTE UND MORGEN DRINGEND GEBRAUCHT?)

„Unser zentraler Auftrag im Kloster Wettenhausen ist es, einer modern verstandenen Menschlichkeit neuen Raum zu geben. Auf der Grundlage aktueller und zukünftiger Bedürfnisse der Menschen, definieren und interpretieren wir Menschlichkeit entsprechend unserer christlichen Grundwerte und unserer dominikanischen Lebensregeln. Daraus abgeleitet entwickeln wir ein einzigartiges und zukunftsfähiges Angebot an Dienstleistungen und Produkten, die zu den Gegebenheiten unseres Klosters passen.“

Wir sind überzeugt davon, dass der Bedarf nach Menschlichkeit in unserer zunehmend globalen, vernetzten und anonymen Welt weiter steigen wird. Der Grundsatz des heiligen Dominikus, sich für das Heil der Menschen einzusetzen und durch die Hinwendung zum Nächsten Gott zu dienen, gibt uns die Kraft, die Herausforderungen der Zukunft zu bewältigen.

Unser Kloster Wettenhausen wird mit neuem Leben erfüllt und für kommende Generationen bewahrt. Es ist ein attraktiver Ort mit wunderschönem Ambiente, der gleichermaßen die Bewohner der Region, Gäste und Touristen anziehen soll. Unser Kloster Wettenhausen wird ein attraktiver Wohlfühlraum, in dem Menschlichkeit gelebt, erlebt und auch erlernt werden kann. Dies gilt sowohl für Mitarbeiter, Bewohner als auch für Gäste. Mit Offenheit schaffen wir eine „funktionierende Großfamilie“, in der einer für den anderen da ist.

Unser Kloster Wettenhausen wird einen hohen Bekanntheitsgrad in Schwaben und Bayern haben. Die Familien- und Kinderregion Landkreis Günzburg wird mit Hilfe des Klosters weiter an Attraktivität gewinnen. Wir schaffen und erproben das Konzept eines modernen Klosters, eines neuen Klostertyps.“

KONZEPTION ZUR UMSETZUNG DER PROFILHYPOTHESE

Das gesamte Klosterareal wird konzeptionell in Bausteine zerlegt, von denen jeder einer eigenen Nutzung zugeführt werden kann. Wichtig ist es darauf zu achten, dass jeder Baustein zwingend dem Profilversprechen „Raum für Menschlichkeit“ genügt. Angedacht sind Bausteine aus den Bereichen Soziales, Gesundheit, Gastronomie, Landwirtschaft, Ernährung sowie stilles Gewerbe. Bevor eine endgültige Nutzung entschieden werden kann, muss jeder Baustein bis ins kleinste Detail konzipiert werden und die entsprechenden Betreiber bzw. Mieter feststehen. Erst dann kann zielgerichtet renoviert bzw. gebaut werden. Je treffsicherer die Bausteine konzipiert werden, desto effizienter kann gebaut und die Gesamtanlage betrieben werden. Jeder Baustein ist ein individuelles strategisches Geschäftsfeld und als solches zu managen.

FAZIT

Für die Umsetzung von Profil und Konzeption bedarf es selbstverständlich einer geeigneten Organisation und vor allem einer tragfähigen Finanzierung. Hierfür liegen Entwürfe vor, die sich im Status der Prüfung befinden. Es ist davon auszugehen, dass sie mit hoher Wahrscheinlichkeit umgesetzt werden können.

Der Entwurf des neuen Klostertyps „Moderner Raum für Menschlichkeit“ könnte zu einem Benchmark, zu einem exemplarischen Vorbild für die Entwicklung anderer Klöster werden, die sich im Veränderungs- bzw. Auflösungsprozess befinden. Auch andere Klöster könnten sich weiterentwickeln zu einem Raum für Menschlichkeit in einer globaleren, vernetzteren, schnelleren und anonymeren Welt.

Die gesellschaftliche Tragweite, moderne Inseln der Menschlichkeit zu schaffen, kann nicht hoch genug bewertet werden. Die Dominikanerinnen im Kloster Wettenhausen könnte hierfür Vorreiter sein, auch wenn der Weg noch lange und beschwerlich sein wird.

Der „Wissens-Emotions-Ansatz“ – Eine moderne Lernform im Internationalen Marketing

Entwicklung, Anwendung, Evaluierung – ein spannender angewandter wissenschaftlicher Prozess



Prof. Dr. habil. Klaus Kellner

Hochschule Augsburg

Fakultät für Wirtschaft

Telefon +49(0)821 5565-2911

klaus.kellner@hs-augsburg.de

Lehr- und Forschungsgebiete

- Profilorientiertes Marketing-Management
- Profilorientierte Unternehmens- und Markenentwicklung
- Produkt- und Innovationsmanagement
- Regionalmarketing
- Bildungs- und Schulmarketing



Dipl.-Kfm. Thomas Hauser

Hochschule Augsburg

Fakultät für Wirtschaft

thomas.hauser@hs-augsburg.de

Lehrgebiete

- Internationales Marketing
- Vertrieb
- Markenpolitik

Das Profil der Hochschule Augsburg fordert uns auf, die Studierenden zu gefragten Persönlichkeiten zu entwickeln, also zu Persönlichkeiten, die in Wirtschaft und Gesellschaft sehr gefragt sind. Dies wollen wir gemeinsam erreichen, indem wir u. a. mit modernen Lernformen das anwendungsorientierte Fachwissen sowie die sozialen Fähigkeiten stärken und dabei besonderen Wert auf die Förderung der internationalen Kompetenzen legen. Vor diesem Hintergrund haben wir - Lehrende und Studierende - im Sommersemester 2014 in der BW Vertiefungsrichtung Marketing Management International eine neue Lernform für das Internationale Marketing entwickelt und getestet.

GRUNDLAGEN FÜR DEN NEUEN ANSATZ

Der Ausgangspunkt für unseren Ansatz ist die These, dass Erkenntnisgewinnung und Persönlichkeitsentwicklung am besten dann funktionieren, wenn erlerntes Wissen mit erlebten Emotionen verknüpft wird. Selbstverständlich benötigt man im internationalen Marketing, wie in vielen anderen Disziplinen auch, eine Fülle an analytischem, konzeptionellem und realisierungsorientiertem Fachwissen. Dieses muss erlernt werden. Das internationale Marketing hat jedoch eine zentrale Besonderheit. Nicht das instrumentelle und theoretische Wissen ist entscheidend für den Managementerfolg vor Ort. Es ist der Wille und die Fähigkeit, landesspezifische Besonderheiten rational und vor allem auch emotional zu erfassen, sie vorurteilsfrei wertzuschätzen, Situationen emphatisch wahrzunehmen, daraus sensibel Entscheidungen abzuleiten und diese mit Fingerspitzengefühl umzusetzen. Internationale Marketing-Manager brauchen die Fähigkeiten, Gegebenheiten vor Ort wie Kultur, Sprache, Religion, Geschichte, geographische Lage, Klima, politische Situation, Verhaltensweisen im persönlichen und geschäftlichen Umgang, sachlich zu verstehen und emotional zu erfassen. Um genau diese Fähigkeiten zu stärken, haben wir unseren neuen Wissens-Emotions-Ansatz entwickelt.

DER „WISSENS-EMOTIONS-ANSATZ“

Die neue Lernform besteht aus acht Elementen.

1. Internationale Motivation

Das Studium sowie die Praxis des Internationalen



Der „Wissens- Emotions-Ansatz“ – Eine moderne Lernform im Internationalen Marketing. Quelle: eigene Darstellung Prof. K. Kellner, T. Hauser, 2014

Marketing Managements erfordern vom einzelnen Studierenden bzw. Manager ein hohes Maß an internationaler Motivation. Die Faszination, sich mit anderen Ländern und Ethnien auseinanderzusetzen, die Bereitschaft zu reisen, unvorhergesehene Ereignisse als Herausforderung zu betrachten, eine hohe Einsatzfreude und Eigenmotivation sind wesentliche Voraussetzungen für den Erfolg in dieser Disziplin sowie auch für den Erfolg des Wissens-Emotions-Ansatzes als moderner Lernform.

2. Strukturiertes Fachwissen

Grundlage des Lernens ist ein deutsch- oder englischsprachiges Fachbuch zum Internationalen Marketing-Management, in dem das fachspezifische Instrumentarium in neutraler und systematischer Form dargestellt ist und somit propädeutisch erlernt werden kann.

3. Dozentenindividuelle Vorlesung

Die Dozenten an unserer Hochschule, seien es Professoren oder externe Dozenten, verfügen über einen fundierten angewandt-wissenschaftlichen Erfahrungsschatz, der aus Studium und eigener erfolgreicher internationaler Marketing-Management-Erfahrung gespeist wird. Jeder Dozent bringt damit seinen individuellen Blickwinkel ein, der sowohl sachlich, aber vor allem auch aufgrund des Selbsterlebten, emotional ist.

4. Studentische Referate

In jedem Semester gibt es ein Schwerpunktthema, aus dem heraus die Studierenden selbst individuelle Referatsthemen ableiten und vorschlagen. Empfehlenswert ist es, wenn zwei bis drei Studierende gemeinsam eine Themenstellung bearbeiten. Damit bleibt ein hoher Grad an Individualität gewahrt und gleichzeitig wird ein bestimmtes Maß an Teamfähigkeit erforderlich. Die Präsentationen sollten 20 Minuten nicht überschreiten, professionell vorgetragen sein und sehr aussagefähige Handouts beinhalten. Bei den Referaten wird Fach- und Methodenwissen gefordert, aber vor allem bleibt viel Raum für Emotionalität, da die Studierenden ja selbst ihre Themen entsprechend der Vorgaben, aber vor allem entsprechend ihrer eigenen Interessenslagen, wählen können.

5. Externe Spezialisten

Da es in jedem Semester einen anderen Themen- schwerpunkt aus dem Bereich des Internationalen Marketing-Managements gibt, entsteht Raum, unterschiedliche Spezialisten einzubinden. Auch hier entsteht wieder die Kombination aus Wissen und Emotion, da diese Referenten erstens über ihre Spezi- algebiete bestens Bescheid wissen und zweitens meist mit hohem persönlichem Engagement berichten.

6. Internationale Konferenzen

Unterschiedlichste Institutionen, wie z.B. IHKs, Ländervereine oder Hochschulen veranstalten fallweise oder regelmäßig Konferenzen zu internati- onalen Themenstellungen. Das angebotene Wissen ist meist sehr fundiert, breit und tief. Der Zugriff auf diese Angebote ist für Studierende sehr effizient. Man investiert einen Tag und bezahlt als Hoch-



„IHK-Mittelmeer-Wirtschafts- konferenz am Bodensee“ in Lindau, Marketingstudierende,
li.: Axel Sir (Leiter Geschäftsfeld International, IHK Schwaben),
re.: Prof. Kellner

schulgruppe oft keinen oder nur einen geringen Eintrittspreis.

7. Landesspezifische Exkursion

Die Königsdisziplin für eine wissens- und emotionsorientierte Erkenntnisgewinnung und Persönlichkeitsentwicklung ist die Reise in ein ausgewähltes Land. Vor Ort erlebt und spürt man die tatsächlichen Ausprägungen der in der Literatur so oft beschriebenen „Economic-, Cultural- and Political-Legal Environments“. Neben den vielfältigen Möglichkeiten der direkten rationalen Wissensgewinnung ergibt sich vor Ort die einzigartige Chance, die „Environments“ selbst zu spüren, mit allen Sinnen wahrzunehmen, sie emotional zu erleben. Voraussetzung dafür ist sicherlich die kluge und abgerundete Auswahl an Erkenntnis- bzw. Erlebnispunkten. Die Kombination, Wissen in großer Menge gebündelt sammeln zu können sowie persönlich und direkt ein Land zu spüren, ist für die Qualität der Erkenntnisgewinnung höchst wertvoll.

8. Evaluierung

Der Wissens-Emotions-Ansatz hat Erfolg, wenn die

Studierenden am Ende des Prozesses ein hohes Maß an internationaler Erkenntnisgewinnung realisieren konnten. Wenn sie über die Prinzipien des Internationalen Marketing Management viel gelernt haben, wenn sie Verständnis gewonnen haben für die Komplexität des internationalen Geschäfts, wenn sie ihren Blick geweitet haben für das Erkennen von Chancen und Risiken des Geschäfts in einem fremden Land, wenn sie ihre Sensibilität für landespezifische Individualitäten geschärft und vor allem, wenn sie ihre Freude am internationalen Marketing gesteigert haben.

ANWENDUNG UND TEST DES „WISSENS-EMOTIONS-ANSATZES“

Die 14 Studierenden der Vertiefungsrichtung Marketing Management International sowie die Dozenten Prof. Kellner und Hauser haben im Sommersemester 2014 den gesamten Prozess entwickelt, angewandt und getestet.

1. Die internationale Motivation der Studierenden war vom Grundsatz her bereits gegeben, da sie sich selbst für die Vertiefungsrichtung eingeschrieben hatten und teilweise über einen internationalen Hintergrund verfügen (Marokko, China, Türkei, Kasachstan, Griechenland).
2. Das strukturierte Fachwissen wurde über das Lehrbuch „Internationales Marketing Management“ (Roemer, Ellen; Stuttgart 2014) erlernt.
3. Die Vorlesungen von Prof. Kellner (Schwerpunkt: Profilorientiertes Internationales Marketing) und H. Hauser (Schwerpunkt: Vertriebsorientiertes Internationales Marketing) haben individuelle Blickwinkel eingebracht.
4. Die studentischen Referate hatten das Schwerpunktthema „Chancen und Barrieren für deutsche Unternehmen in einem selbstgewählten Land“. Die Studierenden wählten die Länder Russland, Südafrika, Schweden, Argentinien, Türkei, Ukraine und China.
5. Als externer Spezialist hat Axel Sir (Leiter Geschäftsfeld International, IHK Schwaben) einen Gastvortrag zum Thema „Internationalisierung, Chancen und Risiken aus Sicht der IHK“ gehalten.



Marketingstudierende mit Prof. K. Kellner und T. Hauser vor dem Königspalast in Rabat, Marokko.

Ein ganz besonderes Highlight waren die beiden Multimedia-Vorträge der Expertin für Afrika und Indien Frau Andrea Rössler. Sie hatte sich ein ganzes Jahr in Afrika aufgehalten und dabei, alleine auf sich gestellt, 24 afrikanische Staaten bereist. Das Gleiche tat sie ein Jahr lang in Indien. Authentischer können Länderberichte nicht dargeboten werden!

6. Am 05. Juni konnten wir an der ganztägigen „IHK-Mittelmeer-Wirtschaftskonferenz am Bodensee“ in Lindau teilnehmen. Die Geschäftsführer der Außenhandelskammern in Ägypten, Algerien, Frankreich, Italien, Marokko, Spanien, Türkei und Tunesien haben sehr kompetent, authentisch und spannend referiert bzw. diskutiert.
7. Das absolute Highlight des Semesters war unsere fünftägige Exkursion nach Marokko. Unser marokkanischer Student Omar Nouga hat mit Unterstützung des gesamten Studierendenteams sowie unserer Fakultät und Verwaltung eine hochspannende und faszinierende Exkursion in sein Land organisiert. Der Besuch in der Niederlassung des deutschen Globalplayers Wilo Pumpen brachte einen tiefen Einblick in die Art, wie Geschäfte in Marokko bzw. Nordafrika angebahnt und durchgeführt werden. Die wirtschaftlichen, kulturellen und sozialen Rahmenbedingungen konnten wir bei einem klug ausgewählten und straff geplanten Programm in den Städten Marrakesch, Rabat und Casablanca hautnah erleben. Vertieft wurden diese Erkenntnisse durch die Referate, die die Studierenden bereits zuhause ausgearbeitet hatten und die sie im Bus motiviert präsentierten. Ganz besonders haben wir uns alle über die private Einladung zum Abendessen bei Omar Nougas Familie in Rabat gefreut. Sein Bruder war während der gesamten Exkursion ein exzenter Reiseführer für uns. Wir danken der gesamten Familie sehr herzlich für die tolle Gastfreundschaft!
8. Der Erfolg des Ansatzes konnte sowohl anhand der guten Klausuren als auch der professionellen Referate evaluiert werden. Entscheidend war jedoch die entstandene sichtbare und spürbare Begeisterung für das Internationale Marketing Management sowie die Motivation fremde Länder zu erleben.

FAZIT

Die gemeinsame Entwicklung und der Test des Wissens-Emotions-Ansatzes im Sommersemester 2014 war ein spannender angewandt-wissenschaftlicher Prozess. Die Kombination der einzelnen Lernelemente hat sich in der Reflexion am Ende des Semesters als sehr wirkungsvoll erwiesen. Gemeinsam ist es gelungen, die in unseren Hochschulgrundsätzen angestrebten Sozialkompetenzen wie Verantwortung, Leistungswille, Aufgeschlossenheit, persönliche Weiterentwicklung und Teamgeist zu steigern. Die Studierenden wollten aktiv von anderen Kulturen lernen und waren prima Botschafter unserer Hochschule. Für uns Dozenten war es der größte Erfolg in diesem Semester, die Begeisterung der Studierenden für das Fach und für die Internationalität zu erleben. Der Ansatz hat funktioniert! So kann nun der Versuch unternommen werden, diese Lernform auch in zukünftigen Semestern anzuwenden. Sicherlich ergeben sich dabei wieder neue Erkenntnisse, die zu einer weiteren Verbesserung und Verfeinerung des Ansatzes führen.



Hassan II Moschee in Casablanca, Marokko.

Gewinnen von Auszubildenden – Rekrutierung der Generation Z

Nachwuchskräfte für morgen ausbilden – Unternehmen unter Druck durch die demographische Entwicklung und steigenden Studienwunsch



Prof. Dr. Erika Regnet

Hochschule Augsburg

Fakultät für Wirtschaft

Telefon +49(0)821 5586-2921
erika.regnet@hs-augsburg.de

Fachgebiete

- Personalentwicklung
- Führungsverhalten
- Demografische Entwicklung und Fachkräfte sicherung
- Neue Fortbildungsmethoden
- Weibliche Fach- und Führungskräfte
- Recruiting

Noch tun sich die Unternehmen schwer mit der Integration der Generation Y ins Arbeitsleben – zahlreiche Publikationen und Kongresse geben ein beredtes Bild davon ab. Hier steht v. a. das Spannungsfeld im Vordergrund, dass die Generation Y zwar leistungsorientiert ist, jedoch nicht besonders viel von Überstunden und langen Arbeitstagen hält und Arbeitszeit- und Arbeitsortflexibilisierung stärker im eigenen Sinne verstanden sehen will, als im Sinne des immer anspruchsvoller werdenden Kunden. Und während die Unternehmen noch keine klare Linie im Umgang mit der anspruchsvollen Generation Y gefunden haben, kommt schon die Generation Z auf uns zu: Auch hier ist die Definition nicht einheitlich, manche setzen die Zäsur beim Geburtsjahr 1995, andere bei der Jahrtausendwende und sprechen von der Generation der Millennials. Doch das sind erst einmal akademische Diskussionen. Deutlich ist, dass bei den Auszubildenden wieder eine andere Gruppe Jugendlicher auf die Unternehmen zukommt.

Wie ist diese gekennzeichnet? Mit welchen Medien wird nach Ausbildungsstellen gesucht? Wie sind die Vorstellungen und Erwartungen der Schüler?

Dieses Thema ist umso drängender, nachdem sich der so oft beschworene Fachkräftemangel aktuell weniger in fehlenden Bewerbern mit akademischen Quali-

fikationen, als vielmehr in einem deutlichen Rückgang der Auszubildenzahlen äußert. Abbildungen 1a und 1b veranschaulichen die Entwicklung der Ausbildungszahlen in den letzten 15 Jahren: Die Höchststände waren hier in den Jahren 1999 und 2007 zu verzeichnen, in den Jahren 2012 und 2013 war jedes Mal ein neuer Negativrekord zu vermelden. Eine Entwicklung, die bedenklich stimmt und die sicher nicht nur auf den demographisch bedingten Rückgang an Bewerbern für einen Ausbildungsplatz zurückzuführen ist.

Insbesondere im Bundesgebiet sieht man, dass mit der Finanzmarktkrise im Jahr 2008 die Ausbildungsverträge drastisch um knapp 10 Prozent gekappt wurden und dieser Trend weiter anhält. Im Jahr 2013 wurden bundesweit fast 100.000 Ausbildungsverträge weniger abgeschlossen als noch sechs Jahre zuvor, der Rückgang beträgt innerhalb dieser Frist mehr als 15 Prozent. Und Fachkräfte, die heute nicht ausgebildet werden, stehen in der Zukunft nicht zur Verfügung.

Parallel steigen die Studierendenzahlen auf immer neue Höchststände – im letzten Jahr lag die Studierendenanfängerquote bei 57,5 Prozent, d.h. mehr als jeder zweite junge Mensch eines Jahrgangs (nicht der Abiturienten) entscheidet sich für ein Studium. Betrachtet man die im Jahr 2014 noch weiter gestiegene Nachfrage

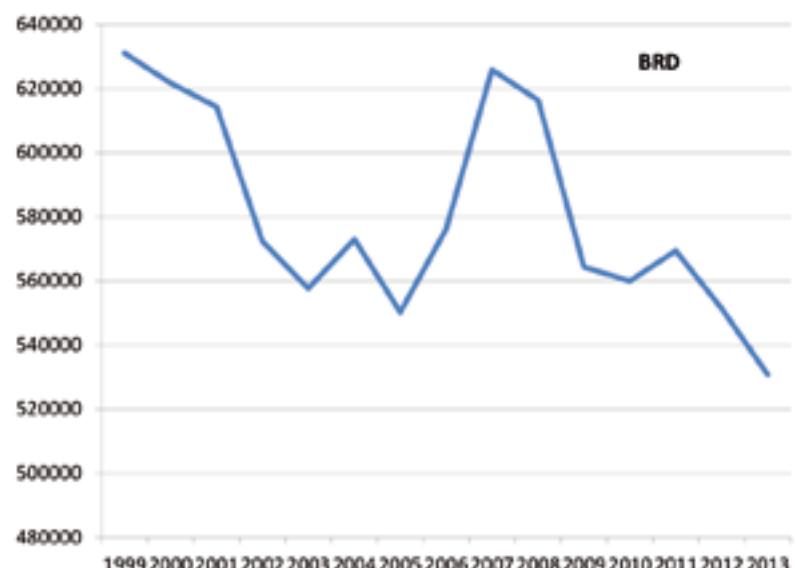


Abb. 1a: Rückgang der neu abgeschlossene Ausbildungsverträge seit 1999 (Quelle: BMBF, 2014, S. 13; Ulrich et al., 2014, S. 11).

nach Studienplätzen der Hochschule Augsburg, so dürfte dieser Trend noch länger anhalten. Inzwischen gibt es in der BRD mehr Studenten als Lehrlinge.

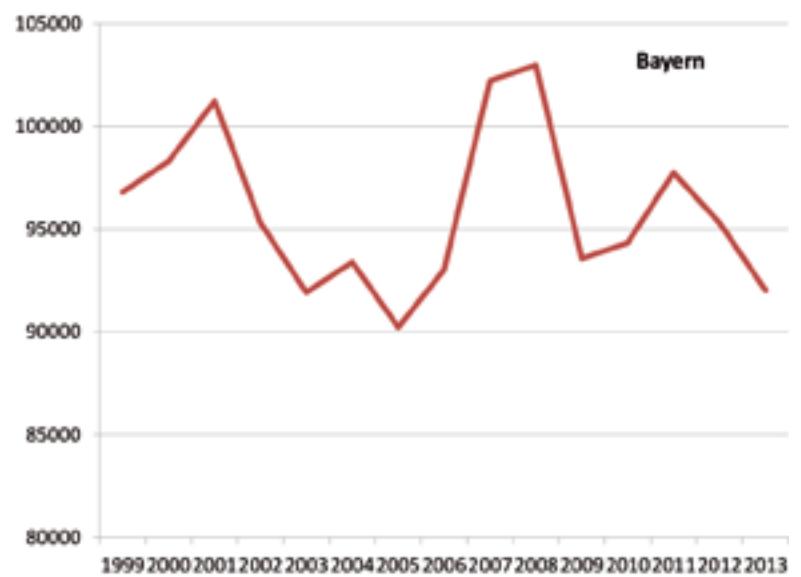
Auch in Bayern zeigt sich ein Negativeffekt bei den neu abgeschlossenen Ausbildungsverträgen. Die Schwankungen reichen von 90.219 im Jahr 2005 bis zum Höchststand von 102.987 im Jahr 2008. Der Rückgang ist allerdings weniger stark als im Bundesgebiet.

Allerdings wird es für Betriebe immer schwerer, speziell ihre Auszubildendenstellen zu besetzen – sie befinden sich in der Schere zwischen steigenden Studierquoten einerseits und einem quantitativen Rückgang der Schulabgängerzahlen aufgrund der demographischen Entwicklung andererseits. Im letzten Jahr mussten junge Menschen im Durchschnitt gerade einmal fünf Bewerbungen schreiben, um eine Einladung auf einen Ausbildungsplatz zu erhalten (Schneider et al., 2014, S. 25), bis zur endgültigen Entscheidung für einen Ausbildungsplatz sind es im Durchschnitt 21 Bewerbungen (Employour, 2014, S. 4). Es geht also darum, bei den Unternehmen dabei zu sein, an die diese wenigen Bewerbungsschreiben gerichtet werden. Allerdings zeigt eine aktuelle, gut kontrollierte Studie mit fiktiven Bewerbungen an 1794 Unternehmen auch, dass trotz der schwierigen Nachwuchssituation speziell Migranten weiterhin – auch bei gleichen Schulleistungen – signifikant benachteiligt werden (Schneider et al., 2014). Es besteht also noch Potenzial zur Verbesserung der HR-Arbeit.

WAS SPRICHT DIE GENERATION Z AN?

Im Rahmen einer studentischen Projektarbeit – durchgeführt im Auftrag der Stadtwerke Augsburg (swa), um das dortige Ausbildungsmarketing zu evaluieren und kritisch zu reflektieren – befragten wir 252 Schülerinnen und Schüler sowie 55 der aktuellen Auszubildenden der swa, die alle zu dieser Gruppe Generation Z zählen. Auf welchen Wegen suchen die jungen Menschen nach einem Ausbildungsplatz bzw. wovon fühlen sie sich angesprochen und was wünschen sie sich?

■ **Die Homepage der Unternehmen** wird mit 61,9 Prozent am meisten genutzt. Diese wird aufgerufen, sobald ein Arbeitgeber Aufmerksamkeit erzielen konnte. Natürlich stehen hier die speziellen Karriereseiten zur Berufsausbildung an erster Stelle.



- Bei Schülern, die aufgrund ihres Alters die Ausbildungsstelle regional suchen, folgt die **Zeitung zur Informationsgewinnung** mit 24,7 Prozent mit großem Abstand zur Homepage. Dieses Medium ist aber nicht zu vernachlässigen. Zum einen, da es am 2. Rangplatz steht; zum anderen, weil insbesondere Mitentscheider wie Eltern und die erweiterte Familie die Zeitung lesen dürfen.
- **Persönliche Empfehlungen** stehen mit 22,6 Prozent am 3. Rangplatz bei den Strategien der Ausbildungsplatzsuche. Hier weichen die swa übrigens deutlich ab – 58 Prozent der aktuellen Auszubildenden bei swa geben an, auf den Ausbildungsplatz über Empfehlungen (von Freunden, Familie, Lehrern) aufmerksam geworden zu sein. Dies spricht für virales Personalmarketing und die sog. „Mitarbeiter werben Mitarbeiter-Programme“. Stimmig dazu ist auch die beeindruckende Weiterempfehlungsquote: von den befragten 55 Auszubildenden empfehlen 95 Prozent die swa als Ausbildungsbetrieb weiter.
- Auch Informationen in und durch die Schule sind eine gerne genutzte Option, 12,8 Prozent suchen sich darüber Informationen zur Berufsausbildung – allerdings agieren hier viele Schulen ihrerseits restriktiv, um den Unternehmenszugang zu kanalisieren.

Abb. 1b: Neu abgeschlossene Ausbildungsverträge in Bayern seit 1999 (Quelle: BMBF, 2014, S.13; Ulrich et al., 2014, S.11).

Vergleich der Besucherzahlen zwischen 11:30 Uhr und 13:00 Uhr

Angabe in Personen; $n_{12} = 172$, $n_{13} = 105$

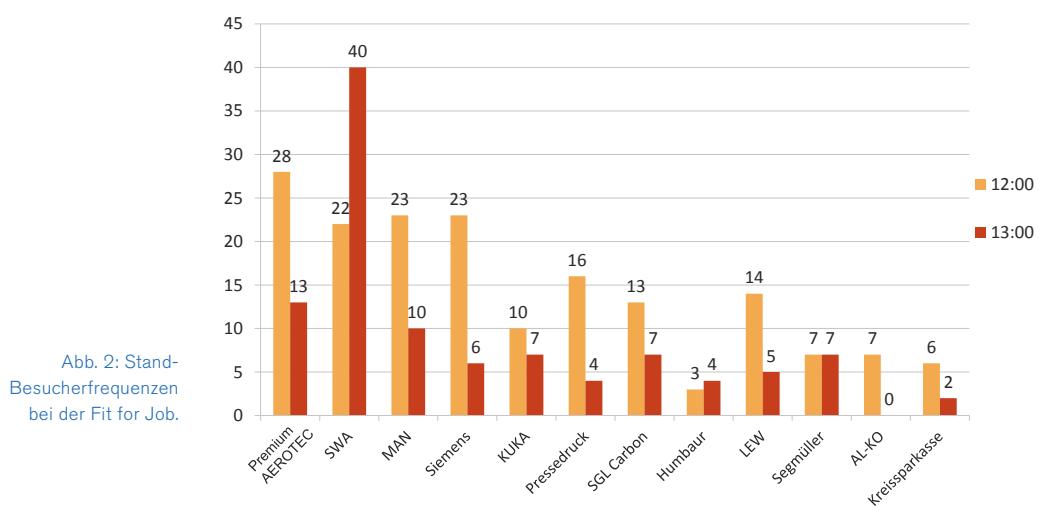


Abb. 2: Stand-Besucherfrequenzen bei der Fit for Job.

Als neue Varianten können sich die jungen Menschen vorstellen:

- **Speed-Dating** – also strukturierte Einzelgespräche, bei denen man komprimiert Informationen bekommen kann, z. B. in einem abgetrennten Raum bei einer Bewerbermesse. Dies spricht die jungen Menschen durchaus an, auch wenn bisher noch wenige Erfahrungen damit vorliegen. Um Hemmungen zu reduzieren, empfehlen die Auszubildenden das Gespräch nicht mit Personalverantwortlichen zu führen, sondern mit aktuellen Auszubildenden des Unternehmens.
- **Außenwerbung an öffentlichen Verkehrsmitteln**, also großflächige Folierung einer Tram oder eines Busses, wie es in diesem Jahr ALDI SÜD in verschiedenen Städten durchgeführt hat, erzeugt hohe Aufmerksamkeit.
- **Kurzvideos** – sowohl diejenigen, in denen sich das Unternehmen vorstellt, als auch solche, die sich den speziellen Ausbildungsberufen widmen. Hier geht es

darum, einen authentischen und gleichzeitig unterhaltsamen Einblick in das Unternehmen, das Betriebsklima und die Tätigkeit zu gewinnen. Kurz heißt dabei wirklich kurz: 2 bis max. 4 Minuten genügen. Also lieber mehrere kurze als ein langes Imagevideo.

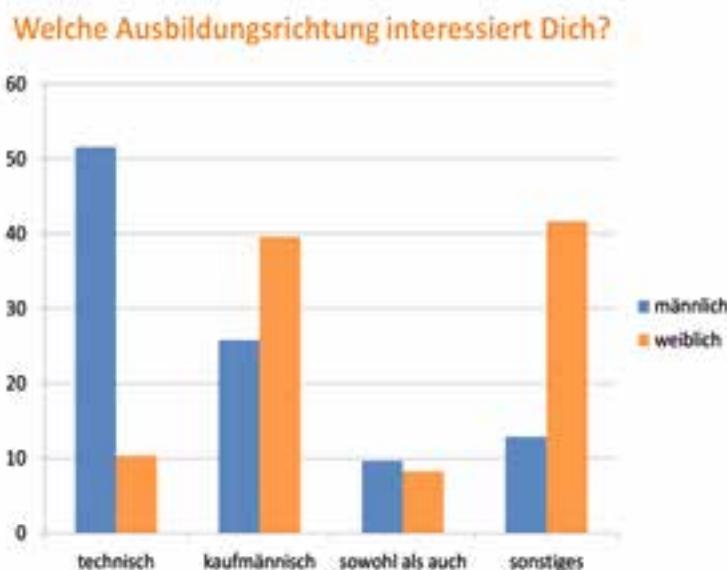
- **Thementage**, die bestimmten fachlichen Inhalten gewidmet sind.
- Speziell für die swa als Arbeitgeber könnte auch die Verknüpfung mit der Fahrplan-App des AVV Augsburger Verkehrsverbundes sinnvoll sein, da diese von jungen Menschen weitflächig genutzt wird, um jederzeit Streckenverbindungen zu eruieren. Hier könnte als Startbild die Werbung für Ausbildungsplätze integriert werden.

In den letzten Jahren haben viele Unternehmen viel Geld ausgegeben, um ihren Social Media Auftritt aufzubauen und zu professionalisieren. Kann man darüber die Generation Z erreichen? Nach unseren Analysen eindeutig nein. Soziale Plattformen werden zur Kommunikation mit Freunden genutzt und nicht zur Suche nach potentiellen Ausbildungsstellen. Zudem scheint die Generation Z eher Formate wie WhatsApp zu nutzen als Facebook, wo sich ältere Geschwister, Tanten und Eltern befreunden wollen. Auch ein Werbeeffekt wird hier nicht gewünscht. Es bleibt in den nächsten Jahren, wenn die Generation Z älter wird, zu beobachten, ob sich dieser Trend verstetigen wird oder ob Social Media lediglich bei der Suche nach Ausbildungsplätzen keine Bedeutung haben.

ANALYSE AUF DER MESSE FIT FOR JOB

Ende März fand in Augsburg wieder die Fit for Job statt. Bei dieser immer ausgesprochen gut besuchten Messe stellen sich zahlreiche Unternehmen vor. Hier nahmen wir Detailanalysen vor, hielten die Besucherströme fest

Abb. 3: Gewünschte Ausbildungsrichtung, die Unterschiede sind signifikant ($p < .001$), Angabe in Prozent.



und befragten sowohl 150 Schüler, die den swa-Stand besuchten, als auch 79 am Stand vorbeigehende Schüler im Alter von 14 bis 20 Jahren. Abbildung 3 veranschaulicht die beruflichen Interessen der jungen Menschen, die bei vielen schon recht klar sind. Offensichtlich sind die nach wie vor bestehenden genderbezogenen Präferenzen, die es Unternehmen schwermachen, junge Frauen für zukunftsträchtige technische Aufgaben zu gewinnen.

Bei der Fit for Job Messe haben die Jugendlichen eine Messehalle voller Firmen vor sich. Wo verweilen sie und warum? Dies ist wichtig, da speziell gute Schüler – wie oben dargestellt – nur wenige Bewerbungen schreiben müssen, um einen Ausbildungsplatz zu bekommen. Bekannte Unternehmen haben es leichter. Attraktive Give-Aways (insbesondere auch Essen und Getränke oder Milchprodukte) ziehen den Nachwuchs ebenso an wie Spiele. Gewinnspiele sind zudem eine einfache Möglichkeit, um viele Kontaktdaten zu sammeln. Abbildung 2 veranschaulicht die Besucherfrequenzen an verschiedenen Firmenständen zu zwei unterschiedlichen Zeitpunkten.

Im konkreten Fall der swa war der Stand groß und als Fußballarena gestaltet. Man konnte auf eine Torwand schießen und einen Schal des Vereins FC Augsburg gewinnen. Zudem waren viele Auszubildende sowie Personal als Gesprächspartner anwesend. Eine Wasserbar und kleine Give-Aways rundeten den ausgesprochen erfolgreichen Auftritt ab.

Zuweilen wird die Unselbständigkeit von jungen Menschen beklagt. Unsere Detailanalyse ergibt hier ein anderes Bild: Die meisten Schüler besuchten die Fit for Job alleine oder mit Freunden zusammen. Eltern sind zwar auch vertreten, kommen aber eher mit 13-, 14-Jährigen zusammen.

Offensichtlich wurde im Projekt, dass es für Unternehmen nicht reicht, eine gute Ausbildung anzubieten, sie muss auch erfolgreich kommuniziert werden. Deutlich wurde auch, dass neben den Arbeitsinhalten und -anforderungen vor allem Betriebsklima (incl. der Vorgesetzten, Kollegen und Kunden) und Arbeitsplatzsicherheit für den Nachwuchs relevant sind. Diese Motivation der Generation Z werden wir in den nächsten Jahren noch verstärkt untersuchen.

LITERATUR

- [1] BMBF (Hrsg.) (2014). Berufsbildungsbericht 2014. Bonn.
- [2] Employour GmbH (Hrsg.) (2014). Azubi.report 2014. Online verfügbar unter http://www.ausbildung.de/downloads/Ausbildung_Studie_Web_Farbe_Doppel-seiten.pdf.
- [3] Schneider, J. et al. (2014). Diskriminierung am Ausbildungsmarkt. Ausmaß, Ursachen und Handlungsperspektiven. Berlin.
- [4] Ulrich et al. (2014). Die Entwicklung des Ausbildungsmarktes im Jahr 2013. Zahl der neu abgeschlossenen Ausbildungsverträge fällt auf historischen Tiefstand. BIBB-Erhebung. Bonn.

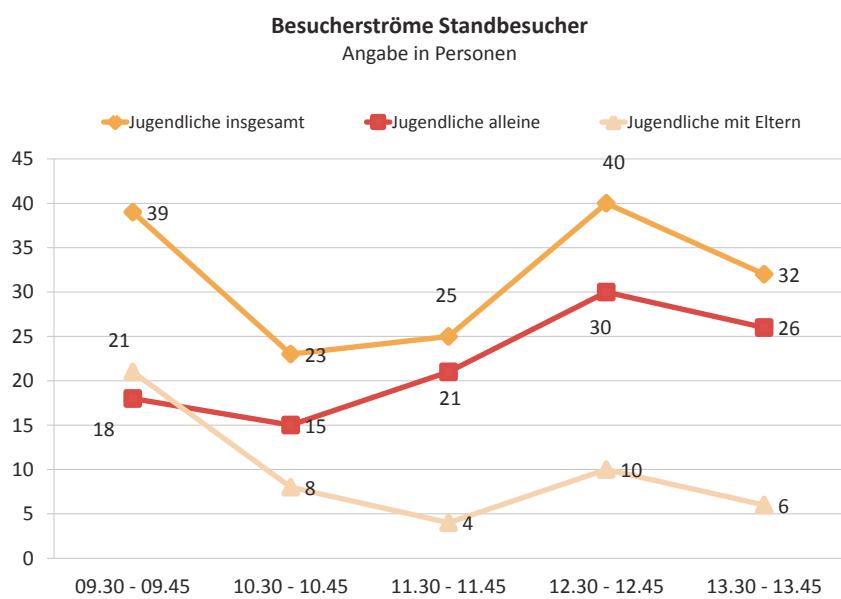


Abb. 4: Detailanalyse der Besucher am swa-Stand.

Rekrutierung von Ingenieuren – wie überzeugt man die Generation Y?

Nachwuchskräfte gewinnen durch erfolgreiches Personalmarketing – Hinweise für mittelständische Unternehmen und Hidden Champions



Prof. Dr. Erika Regnet

Hochschule Augsburg

Fakultät für Wirtschaft

Telefon +49(0)821 5586-2921
erika.regnet@hs-augsburg.de

Fachgebiete

- Personalentwicklung
- Führungsverhalten
- Demografische Entwicklung und Fachkräfte sicherung
- Neue Fortbildungsmethoden
- Weibliche Fach- und Führungskräfte
- Recruiting

Innerhalb der sog. MINT-Qualifikationen gelten die ingenieurwissenschaftlichen Abschlüsse als besonders gefragt. Unsere früheren Analysen an der Hochschule Augsburg zeigten, dass über 40 % der Studierenden dieser Fächer bereits Monate vor Studienabschluss ein konkretes Stellenangebot vorliegen haben (s. Lebrenz & Regnet, 2013). Die großen DAX-Unternehmen, die die Ranglisten der Employer-of-Choice-Rankings anführen, bekommen weiterhin genügend Bewerbungen. Sie haben das Problem der Auswahl. Anders stellt sich die Situation für Unternehmen dar, die auf diesen Ranglisten nicht oben auftauchen – weil sie klein sind, weniger bekannt, im B2B-Bereich tätig, an einem unattraktiven, z.B. ländlichen Standort angesiedelt sind oder als Ingenieurdienstleister kaum mit Kunden, Projekten und Produkten werben können.

Im Rahmen einer studentischen Projektarbeit im Auftrag des Ingenieurdienstleisters ALTEN GmbH untersuchten wir im Sommersemester 2014 deshalb

1. Im Rahmen einer Benchmarkanalyse die Personal- und speziell die Hochschulmarketing-Aktivitäten von 21 ausgewählten Unternehmen, die alle primär Ingenieure zu gewinnen suchen.

Abb. 1: Analyse der Unternehmensaktivitäten an Hochschulen.

	Projektgruppe Augsburg: An Hochschulen vorgefunden?			
	Häufig	Gelegentlich	Selten	Nie
Projekte		X		
Messen	X			
Stellenanzeigen				
- Praktikum	X			
- Abschlussarbeit	X			
- Festanstellung		X		
- Werkstudententätigkeit	X		X	
- Stipendium				
UN-Führung			X	
Persönlicher Kontakt				X

2. Die Stellensuche sowie die Entscheidungsmotivation für Ingenieurdienstleiter anhand einer Online-Befragung von Young Professionals.

PERSONALMARKETING UND HOCHSCHULMARKETING

Betrachtet wurden zunächst die Unternehmensauftritte an 12 bayerischen Hochschulen und Universitäten. Abbildung 1 veranschaulicht, dass die Unternehmen alle aktiv sind, um den Nachwuchs von sich zu überzeugen. Durchgehend präsentieren sie sich auf den Firmenkontaktmessen und bieten Arbeitsmöglichkeiten für Studenten an. Erstaunlicherweise werden jedoch Angebote für Festanstellungen nur gelegentlich an Hochschulen platziert. Auch Unternehmensführungen und Stipendien werden nur in Ausnahmefällen angeboten, personalisierte Kontaktformen bisher gar nicht. Hier zeigen sich erste Ansatzpunkte für ein zukunftsweisendes Personalmarketing, mit dem man sich von Bewerbern abgrenzen kann.

Hochschulmessen haben nach unseren Analysen übrigens für Studierende in ingenieurwissenschaftlichen Masterstudiengängen kaum mehr eine Bedeutung bei der Stellensuche. Wir gehen davon aus, dass die meisten Nachwuchskräfte in dieser Qualifikationsphase bereits „gebunden“ sind. Durch Praktika, Werkstudententätigkeiten u.ä. haben sie bereits einen geeigneten Arbeitgeber gefunden und begeben sich nicht mehr aktiv auf die Suche.

In einem weiteren Schritt wurden die Homepages und Social Media-Auftritte der ausgewählten 21 Unternehmen einer kritischen Betrachtung unterzogen. Abbildung 2 veranschaulicht einen Teil dieser Ergebnisse. Auffallend ist, dass viele Stellenangebote für Ingenieure inzwischen bei Dienstleistern sind, während die großen bekannten DAX-Unternehmen offensichtlich eher verhalten rekrutieren.

Bei den großen Unternehmen werden speziell die Facebook-Auftritte inzwischen stark nachgefragt. Allerdings ist davon auszugehen, dass es sich primär um Kundeninteressen und weniger um Stellensuchende handelt. Ingenieure über Facebook, Twitter etc. anzulocken, dürfte auch in den nächsten Jahren noch schwierig bis unmöglich sein. Anders sind Portale wie XING oder (für das Ausland) LinkedIn zu bewerten, da hier geeignete Kandidaten direkt angesprochen werden

	Audi	Deutsche Bahn	Bosch	Daimler	Infinion	KUKA	ALten	Bertrandt	euro eng.	FERCHAU
Anzahl MA BRD	52.563	194.000	107.000	116.000	k.A.	3.361	1.850	9.200	k.A.	k.A.
Gesamtzahl offene Stellen BRD auf HP	548	1.915	1.780	1.131	189	72	257	1.050	658	>100
Facebook										
- Anzahl „Gefällt mir“	65.719*	118.426	35.075*	78.680	3.557	40.222	530	5.681	5.488	6.748
- Anzahl Stellenangebote (01/14 - 04/14)	578 davon 242 Praktika**	0	1.606 davon 872 Praktika	14 nur Praktika, Ausbild., Trainee	18	0	141	10.220	4	0
Kununu										
Punktedurchschnitt Arbeitgeberbewertungen	3,89	3,37	3,91	3,79	3,65	3,94	3,47	3,25	3,73	3,77
Twitter	Audi Karriere	Deutsche Bahn AG	Bosch Global		KUKA Robotic Cor.				Ferchau Engineering	
- Anzahl Followers	3.201 Career Seite 76.800 allgemeine Seite	7.624	27.500	6.423 Career Jobs 1.531 Jobs	353	3.555			249	3.645

* Angaben beziehen sich nur auf die Karriereseite
 ** Nur Zeitpunktbeobachtung möglich

Abb. 2: Analyse von Homepages und Social Media Auftritten.

können, was insbesondere für weniger bekannte Unternehmen Vorteile bietet.

Besondere Aufmerksamkeit ist auch den Arbeitgeber-Bewertungsplattformen zu schenken, haben sie – wie die hohen Besucherclicks zeigen – doch einen enormen Hebel in der Außenwahrnehmung. Inzwischen liegen für die meisten größeren Unternehmen zahlreiche Bewertungen vor. Das Internetportal Kununu unterscheidet beispielsweise zwischen der Bewertung durch Mitarbeitende und durch Bewerber. Die Ergebnisse schwanken dabei durchaus stark. Leere Versprechungen der Unternehmen rächen sich in Zeiten von Social Media folglich schnell. Erforderlich ist, auch hinsichtlich Talent Management, Personalführung und Aufgabengestaltung den anspruchsvollen Erwartungen des Nachwuchses zu entsprechen. Sonst besteht die Gefahr, dass aufwendige Personalmarketingmaßnahmen ins Leere laufen.

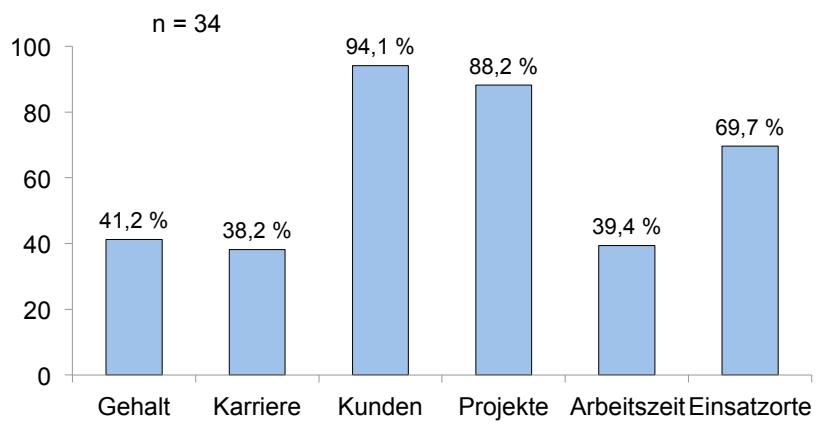
REKRUTIERUNG FÜR EINEN INGENIEURDIENSTLEISTER

Was den Nachwuchskräften besonders wichtig ist, analysierten wir bereits in unserer Studie im letzten Jahr (Lebrenz & Regnet, 2013). Warum entscheidet sich der Nachwuchs nun für einen Ingenieurdiensleister, bei dem in wechselnden Projekten mit verschiedenen Kunden gearbeitet wird? Wie kann man Young Professionals davon überzeugen, gewinnen und halten? Um dies zu beantworten, befragten wir 35 Personen (80 % davon männlich) im Alter von 24 bis 36 Jahren. Zentrales Kriterium war, dass der Arbeitsbeginn bei ALten im letzten halben Jahr erfolgt war.

Abbildung 3 verdeutlicht die Entscheidungsgründe bei der Arbeitgeberwahl. Die Young Professionals machen ihre Entscheidung vor allem von ihren konkreten Aufgaben, also den Projekten und den Kunden, für die sie vorgesehen sind, abhängig. An dritter Stelle folgt der Standort. Weniger Zustimmung erhalten die Bezahlung, Karrieremöglichkeiten und die Arbeitszeiten – dies kann bedeuten, dass diese Kriterien den Ingenieuren weniger wichtig sind, dass Gehälter für Ingenieure alle sehr gut sind oder aber, dass sie sich für die Stelle wegen der interessanten Inhalte entschieden haben und sie Abstriche bei Gehalt etc. dafür in Kauf nehmen.

Auf welchen Medien sind die Nachwuchskräfte zu erreichen? Wie suchen sie selbst bzw. wo können sie erfolgreich angesprochen werden? Abbildung 4 verdeutlicht, dass eine wichtige, auch heute häufig noch nicht

Abb. 3: Entscheidungsgründe für den Arbeitgeber.



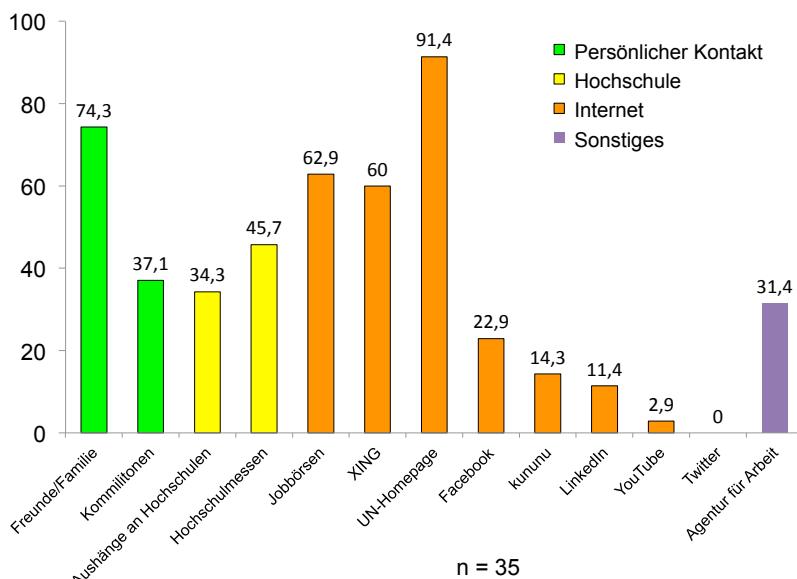


Abb. 4: Wie wird nach einer Stelle gesucht?

systematisch genutzte Quelle, die persönliche Empfehlung ist. Hierzu gehören „Mitarbeiter empfehlen Mitarbeiter-Programme“ ebenso wie virales Personalmarketing, also (online-)kontakte der Mitarbeiter und deren Empfehlungen. Mehrfach genannt wurde in der Befragung die Empfehlung über Kundenunternehmen, die aktuell gerade selbst keine freien Stellen haben.

Vor einer Bewerbung führt der erste Weg die jungen Menschen auf die Homepage, die demnach optimal gestaltet sein sollte. XING kommt auf relativ hohe Nutzungszahlen, was wohl vor allem darauf zurückzuführen sein dürfte, dass die Kandidaten hier ihr Profil einstellen und auf die Kontakte sowie Stellenangebote durch die Unternehmen warten (s.o.). Dies stellt eine Chance speziell für weniger bekannte Unternehmen und Hidden Champions dar.

Kununu wird noch erstaunlich selten zum Check eingesetzt. YouTube und Twitter sind bisher als Personalmarketingkanäle für die Zielgruppe Ingenieure zu vernachlässigen, LinkedIn ist im bundesdeutschen Gebiet weiterhin wenig genutzt.

Die Stellensuche mit Hilfe von Angeboten an den Hochschulen befindet sich im Mittelfeld, dies ließe sich durch Platzierung konkreter Stellen, die die Absolventen Monate vor Studienabschluss erreichen, sicher noch steigern (s.o.).

TIPPS FÜR DIE GESTALTUNG DER HOMEPAGE

Da die Homepage im Personalmarketing für alle Unternehmen unverzichtbar ist, ist die Fokussierung hierauf gerade bei begrenzten Ressourcen zu empfehlen. Aufgrund unserer o.g. Benchmarkanalysen lassen sich folgende Empfehlungen ableiten:

- Übersichtliche Gestaltung mit Links oder Kacheln und nicht mit Fließtext.
- Wenige Klicks zur Karriereseite.
- Aktuelle Stellenangebote auf der Karriereseite mit Such- und Filterfunktionen.
- Notwendigkeit zum Scrollen möglichst gering halten.
- Glaubwürdige Vermittlung der Unternehmenskultur und -philosophie durch Videos und Mitarbeiter-Statements.
- Glaubwürdige und realistische Aussagen zu Betriebsklima, Work-Life-Balance, Arbeitszeiten.
- Darstellung der Karrieremöglichkeiten und der Personalentwicklung.
- Aussagen zur Gehaltseinordnung und zur Sicherheit des Arbeitsplatzes.
- Darstellung von Benefits wie z.B. Möglichkeiten zur Telearbeit oder Maßnahmen zum Gesundheitsmanagement.
- Speziell für Ingenieure: Aussagen zu den vorgesehenen Aufgaben, Projekten, Produkten und Kunden – eine Variante hierzu können Erfahrungsberichte der Mitarbeiter sein.
- Persönliche Ansprechpartner nennen.

LITERATUR

- [1] Lebrenz, C. & Regnet, E. (Hrsg.). (2013). Arbeitgeberattraktivität 2013. Betriebsklima vor Gehalt: Was macht Arbeitgeber interessant? Die Sicht der Absolventen der Hochschule Augsburg. Projektbericht. Augsburg.

Internationales Marketing: Finnland Cool

Das Kulturgut Literatur und der internationale Buchmarkt

Es klingt wie eine Binsenweisheit aus der Betriebswirtschaft: Ein Unternehmen soll die richtigen Produkte, zum richtigen Zeitpunkt, zum richtigen Preis an den richtigen Kunden bringen. Ganz so einfach ist es aber nicht. Denn jedes Unternehmen muss sich im Wettbewerb behaupten und sich von seinen Konkurrenten abheben. Im Kern geht es darum, Kunden einen unverwechselbaren und individuell erlebbaren Nutzen zu verschaffen. Diese Herausforderungen gelten nicht nur für den Profit-Sektor. Auch Nonprofit-Organisationen setzen zunehmend auf Marketing-Management. Ein Beispiel: Das Kulturgut Literatur und der internationale Buchmarkt. Studenten der Hochschule Augsburg und der Haaga-Helia University in Helsinki nahmen die Anregung der Organisation Finnish Literature Exchange (FILI) auf, Vermarktungs- und Kommunikationsansätze für finnische Literatur in Deutschland zu entwickeln. Wie könnte es gelingen, mehr Leser für finnische Literatur zu erschließen und letztlich den Buchabsatz anzukurbeln? Anlass war die Frankfurter Buchmesse im Oktober 2014, bei der Finnland „Guest of Honour“ war. Das Motto von FILI: Finnland Cool.

Die Studierenden arbeiteten in zwei Phasen: einer Recherche phase im Wintersemester 2013/14 und einer Konzeptionsphase im Sommersemester 2014. Sie analysierten zunächst die allgemeine Perzeption Finnländs in Deutschland, suchten nach relevanten Rahmenbedingungen und verschafften sich zusammen mit ihren finnischen Kommilitonen vor Ort in Helsinki einen Eindruck über das dortige Bildungssystem sowie die Spezifika finnischer Literatur. Sie analysierten den Buchmarkt, die Besonderheiten der Sprachübersetzung und prüften, welche primären Wettbewerber es gibt. Die Teams ergänzten die empirischen Sekundärdaten durch Experteninterviews mit Buchhändlern und eine Leserbefragung. Alle Erkenntnisse wurden zu einer SWOT-Matrix verdichtet. Auffallend war, dass die Übersetzungshürde im Gegensatz zu schwedischer, norwegischer

und dänischer Literatur im Fall Finnländs besonders hoch ist. Die Folge: Der Übersetzungsmarkt Finnisch/Deutsch ist schwach ausgeprägt. Dazu kommt, dass das bei deutschen Lesern besonders beliebte Genre Fiktion von schwedischer Literatur bereits stark bedient wird. Schließlich ergaben sich kulturspezifische Unterschiede. Die in Finnland traditionell stark vertretene Kinder- und Jugendliteratur hat allerdings in Deutschland noch Vermarktungspotenzial. Die Bereitschaft der Buchhändler, finnland-spezifische Präsentationsformen zu realisieren, zeigte ebenfalls noch „Luft nach oben“.

Nach einem Rebriefing durch FILI machte sich die zweite Gruppe von März bis Juni 2014 an die Konzeption geeigneter Kommunikationsmaßnahmen. Die Hauptzielgruppen - Eltern, Lehrer und Schüler, junge Leute und v.a. Studenten - wurden hinsichtlich ihres Freizeit- und Mediennutzungsverhaltens analysiert. Die Studierenden schlügen beispielsweise vor, mittels einer „blue chair“-Aktion mit Büchern an ausgewählten Hochschulorten und einer Minibibliothek in einer mobilen Sauna für Aufmerksamkeit zu sorgen. Für Lehrer und Schüler verschiedener Jahrgangsstufen entwickelten die Studierenden die Idee und Details für einen Projekttag und einer „neverending story“ über finnische Themenfelder, die von Schulklassen schrittweise geschrieben und weitergereicht wird. Da sich Eltern und Kinder in Deutschland überdurchschnittlich oft in Zoos aufhalten, arbeitete ein Team eine Lese-Tour durch ausgewählte Tierparks aus und recherchierte konkrete Agenturpartner. Alle Ideen wurden mit konkreten Personal-, Zeit- und Kostenplänen versehen. Im Mittelpunkt stand stets, neue, unerwartete und zielgruppenspezifische Ideen zu finden, die Aufmerksamkeit für das „Produkt“ - finnische Literatur - zu erhöhen und seine unverwechselbaren Besonderheiten zu betonen.

Das internationale Marketing-Projekt war eine Zusammenarbeit der Hochschule Augsburg mit der Haaga-Helia University in Helsinki. Die Teams der Studierenden aus insgesamt neun Nationen arbeiteten in englischer Sprache zusammen und wurden von Pauli Lindström sowie Prof. Dr. Manfred Uhl betreut. Zur Ergebnispräsentation reiste die Gruppe im Juni 2014 nach Helsinki und stellte ihre Erkenntnisse mitsamt Empfehlungen persönlich vor.



Prof. Dr. Manfred Uhl

Hochschule Augsburg

Fakultät für Wirtschaft
Telefon +49(0)821 5586-2903
manfred.uhl@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- Internationales Marketing
- Unternehmenskommunikation

**FINNLAND. COOL.
FRANKFURT BOOK FAIR.
GUEST OF HONOUR 2014.**

Determinanten von Umweltinnovationen aus europäischer Perspektive

Eine Analyse auf der Basis des Community Innovation Survey (CIS)



Prof. Dr. Jens Horbach

Hochschule Augsburg

Fakultät für Wirtschaft

Telefon +49(0)821 5586-2908
jens.horbach@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- Umweltökonomie
- Arbeitsmärkte

Umweltinnovationen führen zu einer Verringerung von Umweltschädigungen oder zu einem geringeren Energieverbrauch und sind daher u.a. wichtig für die Lösung des Klimaproblems. In der letzten Zeit wurden die Bestimmungsgründe von umweltbezogenen Innovationsaktivitäten in Unternehmen für einzelne, ausgewählte Länder in umfangreicher Weise analysiert. Aufgrund fehlender Datengrundlagen existieren bislang jedoch kaum länderübergreifende Studien. Im Jahre 2009 wurde ein eigenes Modul zu Umweltinnovationen in die europaweite Innovationserhebung (Community Innovation Survey (CIS)) aufgenommen. Diese Datenbasis erlaubt nun einen Vergleich der Determinanten von Umweltinnovationen für 19 EU-Länder. Der vorliegende Beitrag konzentriert sich auf die osteuropäischen Transformationsländer, da es für diese Länder bislang noch keine systematischen Analysen zu Umweltinnovationen gibt.

Eine beschreibende Analyse der CIS-Daten in Bezug auf unterschiedliche Umweltinnovationsfelder zeigt, dass in fast allen Ländern Innovationen, die zu einem reduzierten Energieverbrauch führen, eine wichtige Rolle spielen. Dies gilt insbesondere für Deutschland, Ungarn und Schweden. Der Recyclingbereich ist besonders wichtig für Tschechien, Deutschland, Ungarn, Irland, Luxemburg und Portugal. Mit Ausnahme von Ungarn realisieren die osteuropäischen Länder im Vergleich zu den übrigen Ländern im Durchschnitt weniger Umweltinnovationen, was vor dem Hintergrund der niedrigen F&E-Ausgaben in diesen Ländern nicht überraschend ist.

Eine Aufschlüsselung nach unterschiedlichen Determinanten zeigt, dass staatliche Regulierungen vor allem in den osteuropäischen Ländern wichtig für die Realisierung von Umweltinnovationen sind. Dieses Ergebnis passt zu der Beobachtung, dass das Umweltbewusstsein in diesen Ländern immer noch relativ niedrig ist und dass, mit Ausnahme von Ungarn, die osteuropäischen Länder in höherem Maße von Subventionen abhängig sind, was die entscheidende Rolle des Staats für Umweltinnovationsaktivitäten in diesen Ländern unterstreicht.

Eine ökonometrische Analyse für alle 19 betrachteten Länder bestätigt ein wichtiges Ergebnis der bishe-

rigen Umweltinnovationsforschung: Umweltpolitische Maßnahmen sind vor allem wichtig für Innovationen in „End-of-pipe“ orientierten Technologiefeldern wie Luftreinhaltung, Lärm-, Boden- und Wasserschutz, während ihre Bedeutung für die Durchführung von Material- und Energieeinsparmaßnahmen geringer ist. Für die letztgenannten Felder spielen Kosteneinsparungen als Motivation in Verbindung mit firmeninternen F&E-Maßnahmen eine wesentlich wichtigere Rolle. Umweltbezogene Subventionen sind von hoher Bedeutung für Innovationen, die zu einer Verringerung der CO₂-Belastung führen.

In einem weiteren Schritt wurden die Besonderheiten der osteuropäischen Länder in Bezug auf ihre Umweltinnovationsaktivitäten analysiert. Zu diesem Zweck wurden zusätzliche Probit-Modelle für eine Gruppe „reicher“ Länder (Deutschland, Frankreich, Niederlande, Luxemburg) und für die verfügbaren ost-europäischen Länder geschätzt. Die Ergebnisse dieser ökonometrischen Analysen zeigen, dass für schon länger etablierte Technologiefelder wie Luft- und Wasserreinhaltung, Lärm- und Bodenschutz und Recycling in den osteuropäischen Ländern Regulierungsmaßnahmen im Vergleich zur Gruppe der „reichen“ Länder eine wichtigere Rolle spielen, was im Wesentlichen auf den Nachholbedarf der osteuropäischen Länder zurückgeführt werden kann.

In den zurzeit dynamischen Umweltinnovationsfeldern wie z. B. Energiespartechnologien spielen staatliche Regulierungsmaßnahmen in den osteuropäischen Ländern im Gegensatz zu den „reichen“ Ländern noch keine wichtige Rolle. In Deutschland hat beispielsweise das Erneuerbare-Energien-Gesetz in der letzten Zeit auch zu einer hohen Umweltinnovationsaktivität in diesem Bereich beigetragen. Gerade in den „jungen“ Umwelttechnologiefeldern wie Energiesparmaßnahmen sind die osteuropäischen Länder außerdem noch in hohem Maße von Informationen von Wettbewerbern und externen F&E-Aufträgen abhängig, was auf einen immer noch starken Technologietransfer von West nach Ost hindeutet. In den westlichen Ländern unterstreichen die ökonometrischen Ergebnisse dagegen die wichtige Rolle firmeninterner F&E-Maßnahmen für die Realisierung von Umweltinnovationen.

REFERENZEN

Der ausführliche Beitrag:

Horbach, Jens (2014): Determinants of Eco-innovation from a European-wide Perspective – an Analysis based on the Community Innovation Survey (CIS), SEEDS discussion paper 07/2014, Ferrara, <http://www.sustainability-seeds.org/papers/RePec/srt/wpaper/0714.pdf> wurde bei einer internationalen Zeitschrift mit Peer-Review-Verfahren eingereicht.

Die Ergebnisse des Forschungsprojekts wurden auf den folgenden Veranstaltungen vorgestellt:

- 15. January 2014: Seminar an der Universität Padua
- 15. Mai 2014: Workshop am University College London (UCL) zu "Finance and the Environment"
- 14. August 2014: Konferenz der International Society for Ecological Economics (ISEE) in Reykjavik



Fachkräftemangel im Umweltschutzsektor

Empirische Analyse auf Basis des Betriebspanels des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung in Nürnberg



Prof. Dr. Jens Horbach

Hochschule Augsburg

Fakultät für Wirtschaft

Telefon +49(0)821 5586-2908
jens.horbach@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- Umweltökonomie
- Arbeitsmärkte

Trotz der andauernden aktuellen Diskussion über einen Fachkräftemangel in Deutschland besteht immer noch ein Mangel an empirischen Analysen auf der Basis ökonometrischer Methoden. Der Beitrag untersucht die Determinanten des Arbeits- bzw. Fachkräftemangels im Umweltsektor. Dieser Wirtschaftsbereich umfasst Produkte und Dienstleistungen, die dazu beitragen, Umweltschädigungen zu verringern oder den Energieverbrauch zu senken. Ein Mangel an Arbeitskräften kann auftreten, wenn der Preismechanismus zu langsam ist, um Nachfrage und Angebot am Arbeitsmarkt ins Gleichgewicht zu bringen. Gerade der Umweltsektor kann von Fachkräftemangel betroffen sein, da er durch eine hohe Entwicklungsdynamik und Innovationskraft gekennzeichnet ist.

Die empirische Analyse nutzt Daten des Betriebspanels des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) in Nürnberg. Das Betriebspanel 2012 enthält eine Filterfrage, die es erlaubt, die Betriebe des Umweltsektors zu identifizieren. Etwa 15% (2350 Betriebe) aller Betriebe in der Stichprobe gaben an, zum Umweltsektor zu gehören.

Eine beschreibende Analyse zeigt zunächst, dass der Umweltsektor offenbar in überproportionaler Weise von Fach- bzw. Arbeitskräftemangel betroffen ist. Knapp 50 % der befragten Betriebe im Umweltsektor geben an, Schwierigkeiten bei der Suche nach qualifizierten Arbeitskräften zu haben, während dies nur für 36% aller Betriebe zutrifft (siehe Tabelle 1). Insbesondere die Umweltbereiche Lärmbekämpfung, Messtechnologien, Umweltforschung sowie Abfall/Recycling scheinen in überdurchschnittlicher Weise vom Fachkräftemangel betroffen zu sein.

Eine weitere Auswertung nach Qualifikation und Innovationsverhalten zeigt, dass der Arbeitskräftemangel in den verschiedenen Umwelttechnologiefeldern auf unterschiedliche Gründe zurückzuführen ist (siehe Tabelle 2). Der Abfall- und Recyclingbereich weist einen hohen Anteil (28%) von Beschäftigten ohne Berufsausbildung auf. In den gleichzeitig auch sehr innovativen Bereichen Umweltforschung oder Analytik und Umweltberatung ist dagegen der Anteil der Beschäftigten mit Universitätsausbildung hoch (38% bzw. 27%), was hier zu einem Fachkräftemangel führen kann.

Anhand eines ökonometrischen Modells wurden die Bestimmungsgründe von Fach- bzw. Arbeitskräftemangel untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass innovative Betriebe überdurchschnittlich von einem Fachkräftemangel betroffen sind. Eine Analyse der direkten Effekte unterschiedlicher Umweltbereiche auf die Variable Arbeitskräftemangel verdeutlicht, dass der Abfall und Recyclingbereich einen Arbeitskräftemangel bei niedrig Qualifizierten aufweist. Aufgrund geringer Produktivitätsniveaus können in diesem Bereich nur niedrige Löhne bezahlt werden, was zu einem Arbeitskräftemangel führt. Die ökonometrische Analyse zeigt darüber hinaus,

Tabelle 1: Fachkräftemangel im deutschen Umweltsektor im Jahre 2011.

Umwelttechnologiebereich	Schwierigkeiten, in den nächsten zwei Jahren Fachkräfte zu bekommen	Personalmangel in den nächsten zwei Jahren
	Anteil der Antworten „ja“ in %	
Gewässerschutz, Abwasserbehandlung	50,2	12,0
Abfallwirtschaft, Recycling	51,3	13,8
Luftreinigung	48,6	9,7
Klimaschutz, erneuerbare Energien, Einsparung von Energie	51,1	11,6
Lärmbekämpfung	57,1	10,7
Altlastensanierung, Bodenschutz	48,1	7,4
Naturschutz und Landschaftspflege	39,1	12,3
Mess-, Analyse- und Regeltechnik	58,7	11,1
Analytik, Beratung, Projektierung	41,3	6,7
Umweltforschung und -entwicklung	54,0	16,0
Sonstige Bereiche	43,7	11,4
Alle Betriebe in der Umweltbranche	49,9	12,0
Alle Betriebe in der Stichprobe	36,0	7,2

Quelle: IAB-Betriebspanel 2012.

dass eine hohe Produktnachfrage und ein hohes Investitionsniveau zu einem verstärkten Fachkräftemangel führen. Außerdem ist ein Fachkräftemangel positiv mit der Größe der Betriebe sowie mit dem Wettbewerbsdruck in der jeweiligen Branche korreliert.

Das hier verwendete ökonometrische Modell erlaubt auch eine genauere Analyse des Zusammenhangs zwischen den Innovationsaktivitäten eines Betriebs und einem möglicherweise daraus entstehenden Fachkräftemangel. Zunächst zeigt sich, dass mit Ausnahme schon lange etablierter Umwelttechnologiefelder wie Luftreinhaltung, Naturschutz und Wasserschutz alle anderen Umweltbereiche im Vergleich zu Betrieben, die keine Umweltschutztgüter und -dienstleistungen anbieten, überdurchschnittlich innovativ sind. Besonders in Technologiebereichen wie dem Klimaschutz, Analytik/Beratung oder Umweltforschung ist der Fachkräftemangel offenbar auf die Innovationsaktivitäten der Betriebe zurückzuführen, die hierfür hochqualifiziertes und spezialisiertes Personal benötigen.

REFERENZEN

Der ausführliche Beitrag:

Horbach, Jens (2014): Determinants of Labor Shortage – with particular Focus on the German Environmental Sector, IAB-Discussion Paper 22/2014, Nürnberg
<http://doku.iab.de/discussionpapers/2014/dp2214.pdf>
 wurde bei einer internationalen Zeitschrift mit Peer-Review-Verfahren eingereicht.

Die Ergebnisse des Forschungsprojekts wurden auf den folgenden Veranstaltungen vorgestellt:

- 28. Februar 2014: Seminar der deutschsprachigen Abteilung der European Regional Science Association in Matriei
- 31. Juli 2014: Konferenz des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) in Nürnberg:
 „Greening Economy – Arbeitsmarkt und Beschäftigung in Zeiten der Energiewende“

Tabelle 2: Qualifikation der Beschäftigten und Innovationstätigkeit im deutschen Umweltsektor 2011.

Umwelttechnologiebereich	Anteil der Beschäftigten (in %) mit ...		Anteil innovativer Betriebe (in %)
	Universitätsausbildung	Keine Berufsausbildung	
Gewässerschutz, Abwasserbehandlung	13,4	17,4	49,3
Abfallwirtschaft, Recycling	8,9	28,5	41,1
Luftreinigung	8,6	21,3	37,8
Klimaschutz, erneuerbare Energien, Einsparung von Energie	13,4	15,8	44,7
Lärmbekämpfung	13,1	26,2	49,3
Altlastensanierung, Bodenschutz	9,5	15,9	58,5
Naturschutz und Landschaftspflege	12,8	22,8	32,2
Mess-, Analyse- und Regeltechnik	16,4	13,3	57,0
Analytik, Beratung, Projektierung	26,8	14,9	52,3
Umweltforschung und -entwicklung	38,4	13,8	50,5
Sonstige Bereiche	12,1	23,3	54,2
Alle Betriebe in der Stichprobe	9,9	24,2	31,2

Quelle: IAB-Betriebspanel 2012.

► Kompetenzfeld Materialwirtschaft und Logistik

Ansprechpartner für logistische Fragestellungen in der Region und darüber hinaus



Prof. Dr. Michael Krupp

Das „Kompetenzfeld Materialwirtschaft und Logistik“ (KMUL) ist bereits seit 2010 an der Fakultät für Wirtschaft aktiv. Mittlerweile arbeiten im KMUL drei hauptamtliche Professoren der Hochschule Augsburg mit derzeit fünf Masterstudierenden zusammen 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 theoretischen Wissenschaft. Im Fokus der Arbeiten stehen Prozessmanagement, 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 Logistik heranzubilden,
- die Materialwirtschaft und Logistik als interessantes und „*Gefragtes Betätigungsfeld*“ darzustellen,



Prof. Dr. Peter Richard



Prof. Dr. Florian Waibel

- für Unternehmen im Bereich Materialwirtschaft und Logistik als „*Gefragte Logistiker*“ Projekte anzubieten.

Um diese Ziele möglichst praxisnah zu verwirklichen, bietet das KMUL Unternehmen eine Reihe von Kooperationsmöglichkeiten:

- Aufsetzen und Betreuen von Abschlussarbeiten
- Studentische Beratungsprojekte
- Aufbereitung und Veröffentlichung abgeschlossener Projekte in Fallstudien
- Aufbereitung von praktischen Fragestellungen in studentischen Seminare
- Professionelle Beratung im Rahmen von Drittmitteleinlagen

Alle Projekte können von Konzeption bis zur Umsetzung betreut werden.

WEITERE FORSCHUNGSGEBIETE

- Industrielle Dienstleistungen in Industrie 4.0
- Prozessoptimierung im Mittelstand
- Motivation im logistischen Umfeld
- Anpassung und Integration von ERP Systemen

Der Wastlhof

g'fühlig . g'miatlich . guat



WASTLHOF
VERWÖHN-AUSZEIT
3 ÜN inkl. Wohlfühlpension
und Wildschönaucard
ab 231,- Euro p.P. im
DZ Alpenrose



Ihr Wohlfühlhotel
in der Wildschönau.

Der Wastlhof****

Wildschönauerstr. Niederau 206 · A-6314 Wildschönau/Tirol
Telefon +43/(0)5339/8247 · info@hotelwastlhof.at · www.hotelwastlhof.at



► Kompetenzfeld Materialwirtschaft und Logistik

Optimierte Arbeitsplatzgestaltung durch die Einführung der 5A-Methode als Lean-Management-Tool

Prozessoptimierung in der Konfektionierung bei der MAN Diesel & Turbo SE



Prof. Dr. Peter Richard

Im Rahmen des Logistikprojektes zum Vertiefungsmodul Logistik und Supply Chain Management an der wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Hochschule Augsburg, analysierten Studierende aus den Studiengängen Betriebswirtschaftslehre und International Management die Prozesse innerhalb der Konfektionierung bei der MAN Diesel & Turbo SE.

In der Abteilung „Technische Dokumentation“ der MAN Diesel & Turbo SE wird nicht nur die Betriebsanleitung für das Kernprodukt „mittelschnelllaufender 4-Takt Dieselmotor“ erstellt, sondern auch sämtliche betriebsrelevanten Komponenten, Module und auch Systeme bis hin zu einer schlüsselfertigen Anlage dokumentiert.

Der hohe kundenspezifische Individualisierungsgrad setzt den Einsatz von hochqualifiziertem Fachpersonal voraus. Die „Konfektionierung“ bildet dabei das Ende des Dokumentationsprozesses. Hier werden die fertigen Dokumentationen auf Vollständigkeit und sachliche Richtigkeit überprüft. Aufgrund dieser Kontrollfunktion hat diese eine hohe Bedeutung im Hersteller-/Kundenverhältnis. Je nach Auftragsart umfassen die Dokumentationsunterlagen in ihrer Gesamtheit bis zu 200 breite Aktenordner in einfacher sprachlicher Ausführung.

Das umfangreiche Volumen der Dokumentationsunterlagen und die hohe Frequenz der Auftragseingänge stellt eine immense Anforderung an die logistischen Prozesse innerhalb der Konfektionierung dar. Es gilt das hohe Arbeitsvolumen effizient und schnell abzuarbeiten, bei gleichzeitiger Prozesssicherheit und Datenvollständigkeit. Der Konfektionierungsprozess kann nur



Prof. Dr. Florian Waibel

Das umfangreiche Volumen der Dokumentationsunterlagen und die hohe Frequenz der Auftragseingänge stellt eine immense Anforderung an die logistischen Prozesse innerhalb der Konfektionierung dar. Es gilt das hohe Arbeitsvolumen effizient und schnell abzuarbeiten, bei gleichzeitiger Prozesssicherheit und Datenvollständigkeit. Der Konfektionierungsprozess kann nur

effizient und fehlerfrei durchgeführt werden, wenn der Arbeitsplatz optimal organisiert ist.

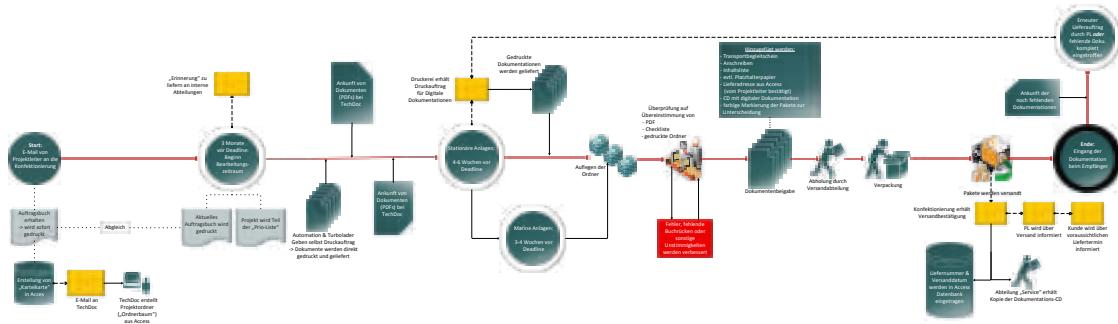
Um die Effizienz des Konfektionierungsprozesses bei MAN Diesel & Turbo SE zu untersuchen, bat das Unternehmen die Studierenden des Logistikprojektes der Hochschule Augsburg um Unterstützung. Zehn Studierende untersuchten ein Semester lang die Prozesse in der Abteilung und schlugen anschließend Verbesserungsmöglichkeiten und Umsetzungsmaßnahmen vor.

ABLAUF

Ziel dieses Projektes war es, die über Jahre hinweg natürlich gewachsenen und teilweise nicht dokumentierten Prozesse zu identifizieren, grafisch aufzubereiten und nach Lean-Management-Methoden zu optimieren. In enger Zusammenarbeit zwischen der Fakultät für Wirtschaft und der MAN Diesel & Turbo SE erarbeiteten und implementierten die Studierenden ein Konzept für eine optimale Arbeitsplatzgestaltung zur Steigerung der Effizienz und Prozesssicherheit.

Während des Praxisprojektes wurden die Prozesse innerhalb der Abteilung Konfektionierung analysiert und optimiert. Zunächst führte das Projektteam eine IST-Analyse des Konfektionierungsprozesses durch. Besondere Aufmerksamkeit wurde den Teilprozessen „auflegen“ – Ausbreiten der Unterlagen auf die dafür vorgesehene Arbeitsfläche – der Kontrolle, dem Verpacken und dem Versenden der Technischen Dokumentation gewidmet. Der Prozess wurde visuell als Flussdiagramm abgebildet. Im Anschluss analysierten die Studenten den Prozess, um Verschwendungen nach Lean-Management zu identifizieren. Dieses Vorgehen diente zur Erhebung wichtiger Pro-

Abb. 1: Die IST-Analyse des Konfektionierungsprozesses bei MAN Diesel & Turbo SE.



Hochschule Augsburg

Fakultät für Wirtschaft

Telefon +49(0)821 5586-2931
peter.richard@hs-augsburg.de

Telefon +49(0)821 5586-2911
florian.waibel@hs-augsburg.de

Telefon +49(0)821 5586-2975
katharinaulrike.macketanz@hs-augsburg.de

zessdaten. Die gewonnenen Daten waren Grundlage für die Modellierung abteilungsspezifischer Lösungsvorschläge.

Generell wurden während der Analyse des Prozesses Verbesserungspotentiale beim Prozess selbst, den Räumlichkeiten, Mitarbeitern, der IT und Arbeitsmitteln wahrgenommen. Die Verbesserungspotentiale äußerten sich durch die Verschwendungen von Arbeitszeit aufgrund langer und unnötiger Laufwege, durch aufwendige Nacharbeit bei nicht vollständigen Dokumentationen und lange Suchzeiten. Des Weiteren erschwerte die suboptimale Organisation des Arbeitsumfeldes die Einarbeitung neuer Mitarbeiter, die zur Bewältigung von Auftragsspitzen eingesetzt wurden. Aus den Erkenntnissen der IST- und Wertstromanalyse entwickelten die Studierenden anschließend spezifische Lösungsansätze für einen effizienten und schlanken Prozess.

ERGEBNISSE

Durch die Implementierung der „5A-Methode“ wurden Laufwege optimiert, die Verschwendungen von Arbeitszeit durch Nacharbeit und Suchzeiten vermieden und die Einarbeitungszeit neuer Mitarbeiter bei Auftragsspitzen reduziert. 5A ist ein Lean-Management-Tool, das Ord-

nung und Sauberkeit schafft und durch die Gestaltung, Organisation und Standardisierung von Arbeitsabläufen und dem Arbeitsumfeld eine nachhaltige Steigerung der Effizienz erzielt. Das Konzept der 5A wird dauerhaft in alle Arbeitsabläufe integriert und kontinuierlich angewandt. Charakteristisch hierfür ist das Befolgen fünf einfacher, aufeinander folgender Schritte: Aussortieren und Aufräumen, Arbeitsplatz säubern, Anordnung zur Regel machen und alle Punkte einhalten und verbessern. Somit ist die Methode als Kreislauf anzusehen, der wiederholt durchlaufen und ständig optimiert werden muss.

Im Verlauf des Sommersemesters 2014 haben sich die Studierenden zusammen mit den Mitarbeitern der MAN Diesel & Turbo SE die ersten beiden Punkte der 5A-Methode vorgenommen und in der Abteilung umgesetzt. Allein die Einführung dieser beiden Schritte ermöglichte die Reduktion von Komplexität und Kosten und führte durch einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess zu nachhaltigen Effekten. Die Struktur und Organisation der Abteilung wurde verbessert und potentielle Fehlerquellen und Verschwendungen vermieden. Der Konfektionsprozess konnte somit gesichert und die Effizienz der Abteilung gesteigert werden. Nun liegt es an den Mitarbeitern der Konfektionierung, die 5A weiter durchzuführen und somit die Arbeitsplätze optimal zu gestalten.

Das Projektteam bedankt sich für die hervorragende Zusammenarbeit mit der MAN Diesel & Turbo SE und für die detaillierte Einsicht in den Ablauf der Konfektionierung.



Katharina Macketanz
(Master of Applied Research)

Beteiligte Studierende

Carolin Esslinger, Viktoria Fleck (Projektassistenz), Philipp Gruber, Manuel Herrmann, Anne Hoffmann, Christopher Kutter, Katharina Macketanz (Projektleitung), Christine Melzer, Jacqueline Schneider, Serdar Sidal, René Wahl, Daniela Weiss



Abb. 2: Das Projektteam inklusive beteiligter Mitarbeiter der MAN Diesel & Turbo SE.

► Kompetenzfeld Materialwirtschaft und Logistik

Konzeptionierung eines Routenzuges als Optimierungsansatz in der Intralogistik

Analyse des innerbetrieblichen Werkverkehrs bei MAN Diesel & Turbo SE



Prof. Dr. Peter Richard

Im Logistikprojekt „Optimierung des innerbetrieblichen Werkverkehrs“ werden Verbesserungsvorschläge und Umsetzungsmaßnahmen zur schlankeren Handhabung des internen Werkverkehrs bei der MAN Diesel & Turbo SE von zehn Studierenden der Hochschule Augsburg erarbeitet. Dabei wird vor allem die wirtschaftliche Erweiterung eines Routenzuges betrachtet.

Die Optimierung des werkinternen Verkehrs ist für Firmen essentiell, denn dort entstehen schnell hohe Kosten und Verschwendungen, die sich anschließend durch die ganze Wertschöpfungskette fortsetzen. Dennoch werden anfallende Logistikkosten oft unterschätzt und ihnen nur ein geringer Wert zugemessen. Da diese Kosten sehr vielfältig ausfallen können, wird eine gesamte Optimierung aller Logistikkosten angestrebt. Diese können in Form langer Durchlaufzeiten, einer hohen Kapitalbindung durch Sicherheitsbestände, hohen Lagerhaltungskosten und Transportkosten auftreten.

Um diese Kosten zu verringern, hat die MAN Diesel & Turbo SE ein Projekt zur Optimierung des innerbetrieblichen Werksverkehrs gestartet und sich das **Kompetenzfeld Materialwirtschaft und Logistik** der Hochschule Augsburg zur Unterstützung geholt. In drei Gruppen wurden die Logistik und die Bahnhöfe in den Fertigungshallen, der Routen- und Sammeltransport und zuletzt die Organisation der Fahrer und des Schwerlastverkehrs optimiert. Das Besondere bei solchen Studentenprojekten – und ein Grund, weshalb auch Firmen immer wieder die Hochschule Augsburg zu Rate ziehen – sind die Lösungsansätze, auf die die Studierenden stoßen und die oftmals von den eigenen Mitarbeitern während des Tagesgeschäfts nicht mehr wahrgenommen werden.

ABLAUF

Ziel des Projekts war es, die Abläufe im Werk zu analysieren und mögliche Schwachstellen aufzuzeigen. Daraus sollten Verbesserungsansätze und Umsetzungsmaßnahmen entwickelt werden, die dann von der Firma angewendet werden können. Nach Projektabschluss sollten die innerbetrieblichen Logistikabläufe effizienter und kostengünstiger vorstatten gehen.

Die erste Maßnahme, um das auferlegte Ziel zu erreichen, war die detaillierte Analyse des bisherigen



Abb.1: Sarah Leinsle bei der Analyse in den Fertigungshallen bei der MAN Diesel & Turbo SE.

Werksverkehrs. Dazu wurden Daten von MAN Diesel & Turbo SE eingeholt und Mitarbeiter zur aktuellen Situation befragt. Die sieben Verschwendungsarten des Lean Managements waren hierbei zentrale Punkte.

ERGEBNISSE

Insgesamt konnten die Studierenden bei der Abschlusspräsentation bei MAN Diesel & Turbo SE sieben Schwerpunkte mit Lösungsmöglichkeiten aufzeigen. Einer davon betrifft die Verbesserungsmöglichkeiten für die Erweiterung eines Routen- und Sammeltransports im innerbetrieblichen Werkverkehr in Bezug auf seine Wirtschaftlichkeit.

Zwischen den Fertigungshallen der MAN Diesel & Turbo SE soll der Verkehr von Gabelstaplern weitestgehend reduziert und der Materialfluss im Werk op-

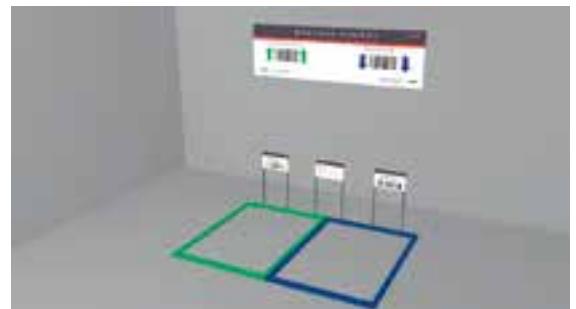


Abb. 2: Erarbeitetes Beispiel für die Darstellung der Anlieferungs- und Abholbahnhöfe in den Fertigungshallen.

timiert werden. Deshalb soll die Ware gesammelt und durch einen Routenzug transportiert werden.

Unter einem Routenzug versteht man ein System, das mehrere Anlieferorte mit Ware auf einer Fahrt beliefert oder Ware von mehreren Ablieferorten einsammelt. Der Routenzug verkehrt hierbei normalerweise auf einer festgelegten Strecke mit fest definierten Zeiten, innerhalb oder auch außerhalb von Werkshallen. Ganz nach Bedarf können verschiedene Routenzüge eingesetzt und kombiniert werden, die andere Punkte im Werk anfahren.¹

Um zu überprüfen, ob die Erweiterung eines Routenzuges für die MAN Diesel & Turbo SE wirtschaftlich sein würde, wurden zuerst die Daten des Staplerleitsystems ausgewertet, um die Größe der Volumenströme zwischen den Fertigungshallen bei MAN Diesel & Turbo SE zu ermitteln. Des Weiteren wurden auch die benötigten Ressourcen für eine Einführung eines Routenzuges genauer betrachtet, was sowohl Mitarbeiter, als auch die benötigte Bahnhofsfläche und die Taktungszeiten des zukünftigen Routenzuges betrifft.

Um alle Warenströme bei der MAN Diesel & Turbo SE abdecken zu können, ermittelten die Studierenden drei erforderliche Routen. Diese verbinden das Logistikzentrum mit den Fertigungshallen und auch mit dem Entsorgungszentrum, bei dem Leerpaletten gesammelt und anschließend wieder zum Logistikzentrum gebracht werden. Der Transport wird durch dieses System gebündelt und die Ver- und Entsorgung der Hallen kombiniert, was die Anzahl der Leerfahrten reduziert.

Die Einführung eines solchen Routenzugsystems für die MAN Diesel & Turbo SE würde, so das Ergebnis der Untersuchung, deutlich wirtschaftlicher sein. Es würden weniger Mitarbeiter benötigt und die Liefertreue von zwei Stunden in einer höheren Anzahl von Fällen könnte eingehalten werden. Weiterhin könnte eine Konzentration auf die nachgefragten Materialien

und Mengen stattfinden, Lagerkosten würden reduziert und man bräuchte in Folge auch weniger Bahnhöfe zum Verladen. Die Idee mit den drei Routen stieß bei den Mitarbeitern der MAN Diesel & Turbo SE, die nun für die Umsetzung zuständig sind, ebenfalls auf große Begeisterung.

DANKSAGUNG

Das Projektteam bedankt sich für die hervorragende Zusammenarbeit mit der MAN Diesel & Turbo SE und für die tiefe Einsicht in den Ablauf des innerbetrieblichen Verläufe.



Katharina Macketanz
(Master of Applied Research)

Beteiligte Studierende

Andreas Bersch, Isabella Braun, Julian Brunkens, Heiko Frieß, Darja Krüger, Magdalena Landgraf, Gerhard Lang, Sarah Leinsle, Katharina Macketanz (Projektleitung), Elvira Makarenko, Ina Schützsack

Abb. 3: Das Projektteam mit beteiligten Mitarbeitern der MAN Diesel & Turbo SE.



¹ Günther, W. A. (2012): „Stand und Entwicklung von Routenzugsystemen für den innerbetrieblichen Materialtransport, Ergebnisse einer Studie“, Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik (fmL), Technische Universität München, S. 15.

► Kompetenzfeld Materialwirtschaft und Logistik

Konzeptentwicklung von Demonstratoren im Logistiklabor für Intralogistik und Arbeitsplatzgestaltung

Studierende entwickeln praktische Demonstratoren für theoretische Lerninhalte der Vertiefung Logistik



Prof. Dr. Peter Richard

Im Rahmen der vertieften Praxis zum Vertiefungsmodul Logistik und Supply Chain Management der wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Hochschule Augsburg, erarbeiteten Studierende aus dem Studiengang Betriebswirtschaftslehre praktische Demonstratoren für Theorieinhalte aus der Intralogistik und Arbeitsplatzgestaltung.

Den Studierenden werden hier theoretische Inhalte aus allen Bereichen der Logistik intensiv näher gebracht, wie zum Beispiel die Intralogistik und Arbeitsplatzgestaltung in Unternehmen. Im Fokus liegt hier der Waren- oder Produktefluss durch ein Unternehmen. Dies reicht von der Lagerung in verschiedensten Lagersystemen unter Verwendung vielfältiger Packmittel über den wirklichen innerbetrieblichen Transport und die optimale Ausgestaltung von Arbeitsplätzen für die Durchführung der Unternehmensprozesse bis hin zur Prozessunterstützung durch IT-Systeme. Die in diesem Themenfeld verborgene Komplexität und die damit verbundenen Herausforderungen werden aus der Lehre der Theorie oft nicht direkt ersichtlich. Um den Studierenden diese Inhalte in Bezug auf die Praxis näher zu bringen, wurden von der Firma Almert Logistic Intelligence zusammen mit dem **Kompetenzfeld Materialwirtschaft und Logistik** (KMuL) Anschauungsmaterialien im Logistiklabor installiert. Diese sollen in Zukunft verwendet werden, um Inhalte, Komplexität und Herausforderungen theoretischer Vorlesungsinhalte am praktischen Beispiel ersichtlich zu machen. Daher erarbeiteten 25 Studierende im Rahmen der vertieften Praxis ein Semester lang praktische Demonstratoren für verschiedene Themen der Logistik unter Zuhilfenahme der Anschauungsmittel im Logistiklabor.

ABLAUF

Ziel des Projektes war es, theoretische Lehrinhalte praktisch darzustellen und damit für andere Studierende einfacher begreiflich zu machen. Um das Feld der Intralogistik und Arbeitsplatzgestaltung möglichst genau abzudecken, teilten sich die Studierenden in fünf Gruppen auf, die die Bereiche Lagersysteme, Packmittel, innerbetrieblicher Transport, Arbeitsplatzgestaltung und Prozessunterstützung durch IT-Systeme behan-

deln sollten. Hier wurde bereits mit Almert Logistics Intelligence zusammengearbeitet, um Themenfelder und Fokussierungen entsprechend praxisnah zu realisieren.

Von den Studierenden wurde die bereits in den Vorlesungen erlernte theoretische Basis erweitert und in Bezug auf den jeweiligen Bereich nochmals detailliert aufbereitet. Diese Erkenntnisse wurden gemeinsam mit dem Praxispartner, Herrn Almert von der Almert Logistics Intelligence, in der Zwischenpräsentation vorgestellt. Hier wurde allen Anwesenden durch die umfassende Vorstellung des Themenfeldes bewusst, wie umfassend das Feld der Intralogistik und Arbeitsplatzgestaltung ist.

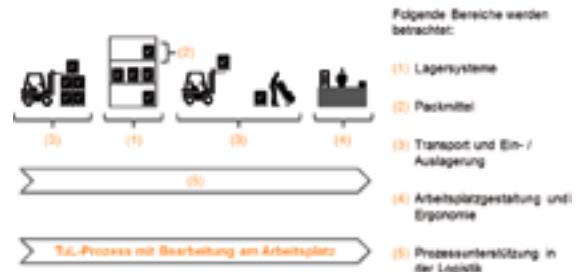


Abb. 1: Die betrachteten Bereiche der Intralogistik und Arbeitsplatzgestaltung.

Im nächsten Schritt nahmen die Studierenden eine Fokussierung vor, in der einzelne Teilbereiche ausgewählt wurden, um in diesen dann den jeweiligen Demonstrator zu entwickeln. Um den Praxisbezug zu garantieren, wurden fortwährend Abstimmungsgespräche der einzelnen Gruppen mit dem Praxispartner geführt. Parallel dazu fand ebenso eine Abstimmung mit den Betreuern des KMuL statt.

ERGEBNISSE

Als Ergebnis des Projektes entstanden fünf grundlegend verschiedene Demonstratoren für theoretische Bereiche der Intralogistik. Dabei entwickelten die Studierenden jeweils ein tiefgehendes Wissen zu den Inhalten und praxisrelevanten Bereichen, was den anderen Gruppen in der Zwischenpräsentation und der Abschlusspräsentation am praktischen Beispiel vermittelt wurde. In diesen fünf verschiedenen Bereichen wurden folgende praktische Demonstratoren entwickelt:



Abb. 2: Das Projektteam inklusive Inhaber der Almert Logistic Intelligence.

Beteiligte Studierende

Maximilian Glink, Tobias Keller, Markus Küpfer, Markus Wojtczyk, Carolin Esslinger, Manuel Herrmann, André Hörl, Julio Codes Mejuto, Daniela Weiß, Veronika Giesbrecht, Philipp Gruber, Sebastian Hanke, Serdar Sidal, Rene Wahl, Sandra Baumann, Verena Flatscher, Christine Melzer, Jacqueline Schneider, Carmen Stelzner, Doris Zikeli, Alexander Aue, Christopher Kutter, Mona Luthardt, Philip Micheler, Julian Schäble

- Für den Bereich Lagersysteme wurde ein Prüfbeispiel für Lagersysteme entwickelt und gleichzeitig das Thema korrekter Lagerung durch eigens erstellte Lehrvideos erschlossen.
- Im Bereich Packmittel wurde eine Eignungsmatrix der geläufigen Kleinladungsträger (KLT) für verschiedene Verwendungszwecke erstellt sowie die Auswirkungen optimierter KLT unter ROI-Gesichtspunkten dargestellt.
- Für den innerbetrieblichen Transport wurden die verbreiteten Transportsysteme Gabelstapler und Supply Train in einem kombinierten Demonstrator gegenübergestellt. Dies wurde durch eine praktische Verdeutlichung der jeweiligen Vor- und Nachteile im direkten Vergleich ergänzt.
- In Bezug auf Arbeitsplatzgestaltung wurde ein Optimierungsbeispiel für den Büroarbeitsplatz in Kombination mit der Darstellung der Arbeitsplatzoptimierung für Werker mit den Auswirkungen auf die Prozesszeit herausgearbeitet.
- Die Prozessunterstützung durch IT-Systeme wurde durch ein praktisches Vorgehen für die Identifizierung, Auswahl und Beschaffung eines möglichst optimalen ERP-Systems eingeführt. Zudem wurden

Vorteile und Herausforderungen bei der Installation und Einbindung der Systeme RFID und Barcode in Unternehmensprozesse am ERP-System gezeigt.

Insgesamt konnte die Vertiefung damit auf einen wichtigen Bestandteil der Logistik (den der Intralogistik) detailliert eingehen. Basierend auf dem Gedanken der kontinuierlichen Verbesserung besteht hier die Chance, die entwickelten Demonstratoren in einem weiteren Studentenprojekt zu erweitern oder zu verfeinern, um diese in der aktiven Lehre einzusetzen. Dies kann durch die weitere Entwicklung der Logistiksoftware im Logistiklabor noch zusätzlich unterstützt werden. Hier sind für das Wintersemester 2014/15 weitere Tätigkeiten im KMuL in Planung.

Das Projektteam bedankt sich für die hervorragende Zusammenarbeit mit der Almert Logistic Intelligence und für die vermittelten Einblicke in praktische Aspekte der Logistik. Insbesondere die Zusammenarbeit mit Herrn Almert stellte den hohen Praxisbezug der entwickelten Demonstratoren sicher.



Magnus Staar
(Master of Applied Research)

► Kompetenzfeld Materialwirtschaft und Logistik

Übertragbarkeit von Lean Management auf industriennahe Dienstleistungen

Kundennutzen wird zum primären Leitbild der Managementaktivitäten



Prof. Dr. Michael Krupp

Hochschule Augsburg

Fakultät für Wirtschaft

Telefon +49(0)821 5586-2942
michael.krupp@hs-augsburg.de

Telefon +49(0)821 5586-2931
peter.richard@hs-augsburg.de

Telefon +49(0)821 5586-2911
florian.waibel@hs-augsburg.de

Lean Management gilt aktuell als die Management-Methode zur Effizienzsteigerung in Unternehmen. In den 50er Jahren wurde Lean Management im „Toyota Produktionssystem“ in Japan aus einer Notlage entwickelt. Dabei ist es in der Linie früherer Ansätze, wie dem Taylorismus und dem Fordismus, zu verstehen. Standen früher möglichst feingliedrige Arbeitsteilung mit strikt funktional getrennten Aufgaben und eine Massenfertigung in sehr großen Produktionslosen im Fokus der Management-Bestrebungen, so orientiert sich Lean Management heute an kontinuierlich fließenden Prozessen - wenn nötig auch in kleinen und kleinsten Produktionslosen. Die Optimierung der Auslastung isoliert betrachteter Produktionskapazitäten weicht der Idee eines übergreifenden Prozessoptimums. Der Kundennutzen wird primäres Leitbild der Managementaktivitäten. Dies wird durch die Definition von Verschwendungen und deren konsequente Vermeidung unter Zuhilfenahme erprobter Werkzeuge operationalisiert.

KONZEPTIONELLE KERNELEMENTE DES LEAN MANAGEMENTS

Im Lean Management werden Managementphilosophien, konkrete Methoden und Verfahrensweisen zusammengefasst.

So kann Lean Management als Philosophie vom Vorstandbüro bis zum Fließband das ganze Unternehmen durchdringen oder in einzelnen Methoden angewandt werden.

Dabei fusst Lean Management auf bereits vorher bekannten Methoden und Management Ansätzen. In Six Sigma, einem Toolset aus dem Total Quality Management, wird Lean Management integriert, konkretisiert und weiterentwickelt.

LEAN MANAGEMENT IN INDUSTRIENAHEN DIENSTLEISTUNGEN

Im Produktionsumfeld ist Lean Management seit Jahren überaus erfolgreich im Einsatz. Von dort ausgehend kommt es immer wieder auch bei unterstützenden Dienstleistungen zum Einsatz. Dennoch wird die Übertragbarkeit von Lean Management Methoden auf Dienstleistungen konträrlicher in Frage gestellt. Ein Problem ist, dass Lean Management oft auf ganz konkrete Methoden reduziert wird. Dabei wird übersehen, dass die grundsätzliche Philosophie ohne Schwierigkeiten übertragbar ist. Ihre Leitgedanken sind:

- Orientierung am Kundennutzen
(Reduzierung von Verschwendungen)

Ansatz	Taylor und Ford	Ohno und Toyoda	Deming und Ishikawa	Welch
	Taylorismus/ Fordismus	Toyota Produktions- system	Total Quality Management	Six Sigma
Kern- elemente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Effiziente Organisierung von Arbeitsteilung ▪ Maximierung der Ausbringungsmenge ▪ Fließbandarbeit ▪ Standardisierung/ Industrialisierung von Arbeitsschritten 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Orientierung am Kundennutzen ▪ Vermeidung von Verschwendungen ▪ Kaizen/Kontinuierliche Verbesserung ▪ Integration der Mitarbeiter ▪ Implementierung der Flusslogik 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ PDCA (Plan, Do, Check Act) Methodik als Strukturierung der kontinuierlichen Verbesserung ▪ Ausrichtung der Prozessoptimierung an Ursachen ▪ Analyse von Ursache-Wirkungs-zusammenhängen wie Verschwendungen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Qualitätsmanagement ▪ Define – Measure – Analyze – Improve – Control (DMAIC)-Methodik ▪ Null-Fehler Prinzip
Adaption im Lean Management	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Taktung von arbeitsteiligen Prozessschritten ▪ Fließlogik 	Alle Ansätze gelten als Kern des Lean Managements	<ul style="list-style-type: none"> ▪ PDCA als Werkzeug ▪ Ishikawadiagramm zur Schwachstellenanalyse 	Six Sigma wird mit Lean Management-Methoden kombiniert und bietet somit eine Weiterentwicklung des Lean Managements

Tabelle:
Konzeptionelle Elemente des
Lean Managements
Quelle: Krupp (2014).

- Verbesserung in kleinen Schritten mithilfe aller Mitarbeiter (KVP)
- Verschwendungsarme und harmonische Prozesse (Fließlogik)
- Ursachenorientierte Problemlösung
- Integrierte Qualitätssicherung
- Standardisierung

Konkrete Methoden gilt es auf Anwendbarkeit im jeweiligen Umfeld zu überprüfen und ggf. anzupassen. Als Anwendungsfeld sind industrielle Dienstleistungen, wie z.B. der Aftersales Service oder die Logistik, sehr anspruchsvoll. Hier seien drei Aspekte herausgegriffen:

■ Externer Faktor

In Dienstleistungen haben die Objekte, an welchen die Dienstleistung verrichtet wird, erheblichen Einfluss auf Prozess und Ergebnisqualität. Externer Faktor kann der Kunde selbst (z.B. beim Frisör) oder ein Objekt des Kunden (Päckchen in der Logistik) sein. Die Beschaffenheit des externen Faktors liegt nicht im Einflussbereich des Dienstleisters und kann seine Arbeit erschweren.

■ Kundenbeziehung

Bei einer industriellen Produktion ist die Kundenbeziehung relativ einfach definiert: Kunde ist derjenige, der das fertige Produkt erwirbt. Prozesse und vor allem Produktqualität können am Kunden ausgerichtet werden. Bei Dienstleistungen können Kunden und Leistungsempfänger voneinander abweichen. So ist in der Logistik der Verlader bezahlender Kunde der Dienstleistung. Leistungsempfänger ist aber auch der Adressat der Sendung. In der Hochschulbildung ist der Kunde der Studierende, aber auch die einstellenden Unternehmen und in letzter Konsequenz auch der Staat als zahlender Auftraggeber.

■ Leistungsbewertung

Produkte können hinsichtlich der Leistungsqualität in der Regel objektiv bewertbar definiert werden. Dienstleistungsqualität liegt immer auch in der subjektiven Wahrnehmung des Kunden und der Kunden.

Nichtsdestotrotz kann Lean Management als Leitgedanke helfen, Dienstleistungen effizienter abzuwickeln. Damit kann Lean Management einen wesentlichen Beitrag zu Industrialisierung von Dienstleistungen liefern.

FORSCHUNGSAKTIVITÄTEN IM KMUL

Das *Kompetenzfeld Materialwirtschaft und Logistik* (KMUL) der Hochschule Augsburg widmet sich in Projekten der angewandten Forschung seit seiner Gründung der Übertragung von Lean Management auf industrielle Dienstleistungen. Im Fokus stehen dabei logistische Dienstleistungen, die sowohl inhouse durch Verlader in Eigenregie durchgeführt, aber auch externe Dienstleistungen, die von Logistikdienstleistern im Auftrag von Verladern abgewickelt werden. In den Projekten werden logistische Prozesse analysiert und auf Schwachstellen untersucht. Im weiteren Schritt werden Lean Management Methoden auf Anwendbarkeit geprüft und ggf. angepasst. Ziel ist dabei immer die Steigerung der Effizienz der betrachteten Prozesse und die Vermeidung von Verschwendungen.



Prof. Dr. Peter Richard



Prof. Dr. Florian Waibel

LITERATUR

- Krupp, M. (2014): „Lean Logistics – Industrialisierung von Dienstleistungsprozessen“; In: Kille/Barkawi (Hrsg.): „Landmarken zur Navigation in der komplexen Welt der Logistik – Artikel, Aufsätze, Berichte und Kommentare aus Wissenschaft und Praxis“; Springer, vrssl. Oktober 2014.
- Maas, S.; Weidner J. (2011): „Lean Management – Worthülse oder Erfolgskonzept?“. Stuttgart: Fraunhofer Verlag.
- Ohno, T. (1988): „Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production“. Productivity Press.
- Womack, J.; Jones, D.; Roos, D. (1990): „The Machine that changed the World: The Story of Lean Production“. New York: Harper Collins.

► Kompetenzfeld Materialwirtschaft und Logistik

Prozessoptimierung in der Bauindustrie

Verbesserung der Abläufe durch Standardisierungsansätze



Prof. Dr. Michael Krupp

Hochschule Augsburg

Fakultät für Wirtschaft

Telefon +49(0)821 5586-2942
michael.krupp@hs-augsburg.de

Projektpartner

EIGNER
Bauunternehmung GmbH
Weinmarkt 7/8
86720 Nördlingen



In der Baubranche herrschen denkbar schwierige Bedingungen für die Gestaltung standardisierter, effektiver und effizienter Prozesse, wie man sie beispielsweise aus der stationären Automobilindustrie kennt. Der morphologische Kasten in der Tabelle skizziert die Rahmenbedingungen anhand einiger Merkmale, die für das Management der Produktion wesentlich sind.

Auf der rechten Seite der Tabelle werden die Eigenschaften beschrieben, die tendenziell gesehen eine effiziente Abwicklung erleichtern. Die blau hinterlegten Felder beschreiben die in der Bauindustrie vorherrschenden Eigenschaften. Es wird also sehr deutlich, wie schwer es die Bauindustrie im Vergleich mit anderen Industrien hat, zu effizienten und planbaren Abläufen zu kommen. In der Tabelle nicht berücksichtigt sind Standardisierungen, die nicht das Produkt betreffen, sondern Arbeitsabläufe fokussieren.

STANDARDISIERTE ARBEITSABLÄUFE IN DER BAULOGISTIK
Trotz der schwierigen Rahmenbedingungen sind auch im Umfeld der Bauindustrie standardisierte Abläufe machbar. Dazu sind nicht zwangsläufig standardisierte Produkte notwendig. Einige Prozesse laufen unabhängig von den Baumaßnahmen repetitiv ab. Dies ermöglicht auch in diesem schwierigen Umfeld Standardisierungen und damit verbundene Effizienzgewinne.

Ein zentraler Prozess in der Bauindustrie ist die Fertigung von Gebäuden. Aber durch die Eigenschaft als ortsungebundene Produktion (vgl. Tabelle) müssen nahezu alle Produktionsfaktoren zum Ort der Baumaßnahme verbracht werden. Dies spiegelt sich auch in der Zeit wieder, die Bauarbeiter mit logistischen Prozessen verbringen. Diese wird auf ca. 30% der gesamten Arbeitszeit geschätzt¹. Gerade in den logistischen Abläufen bieten sich daher Maßnahmen zur Standardisierung an. Zentral sind hier Materialversorgung der Baustelle und Entsorgung von Materialien von der Baustelle sowie die Bereitstellung von Hilfsmitteln, Werkzeugen und Maschinen. Als zentrale Drehscheibe wird für die logistischen Prozesse der Bauhof genutzt. Hier laufen die meisten Prozesse zusammen und werden geplant, gesteuert und überwacht. Fehlende Standardabläufe treiben hier die Komplexität, steigern Störanfälligkeit

und Fehlerraten und kosten somit Zeit und letztlich auch Geld. Aufwände, die heute zur flexiblen Gestaltung und Abwicklung dieser Prozesse genutzt werden, können künftig für weitere gezielte Wertschöpfung genutzt werden.

FORSCHUNGSPROJEKT DES KMUL ZU STANDARDISIERUNG IN DER BAUINDUSTRIE

Das Projekt „Standardisierungspotenziale bei der Eigner Bau GmbH“ setzt auf dem Projekt zur Verbesserung der Tätigkeiten von Polieren aus dem Sommersemester 2013 logisch auf (vgl. Forschungsbericht der Hochschule Augsburg 2013). Es wurde gemeinsam mit der Eigner Bauunternehmung GmbH in Nördlingen durchgeführt. Im Projekt wurden folgende Bereiche nach Standardisierungspotenzialen untersucht:

- Kommunikation zwischen Bauhof und Baustelle.
- Standardisierungspotenziale in Prozessabläufen, insb. auf dem Bauhof.
- Standardisierungspotenziale bei der Erstversorgung der Baustelle (Baucontainer).

Für die Kommunikation zwischen Bauhof und Baustelle wurden Vorschläge erarbeitet. Diese können in Teilschritten zunächst ohne IT-Unterstützung und in späterer Ausbaustufe mit spezieller Soft- und Hardware umgesetzt werden.

Bei den Abläufen auf dem Bauhof haben sich klassische logistische Prozesse als besonders interessant erwiesen. Bestandsmanagement in Verbindung mit Lagerhaltungskosten und Kapitalbindung unterliegt keinem standardisierten Ablauf. Diese Schwachstelle konnte aufgezeigt werden und wird aktuell weiter verfolgt.

Ein großer Kostenblock im betonverarbeitenden Baugewerbe ist das Management von Schalungselementen. Diese werden bei Orthbeton auf der Baustelle benötigt, um Hohlkörper (z.B. spätere Wände) zu formen, in die dann der Beton gegossen wird und aushärtet. Schalungselemente sind Grundausstattung von Bauunternehmen, werden jedoch auch bei Bedarf gemietet. Bezuglich des Managements von Schalungen gibt es kein einheitliches Vorgehen bei der Beplanung einzelner Maßnahmen. Ein Standardvorgehen konnte nicht entwickelt werden, aber die Anforderungen für ein solches Vorgehen wurden definiert. Voraussetzung

¹ Vgl. Boenert, L.; Blömeke, M. (2003).



hierfür ist die lückenlose Verfolgung (Tracking and Tracing) der Schalungsbewegungen zwischen Baustellen/Bauhof und Mietschalungsanbietern. Hier ist noch kein durchgängiges technisches Hilfsmittel, wie z.B. Barcode oder RFID im Einsatz.

Baucontainer gehören zur Ersteinrichtung von Baustellen. Hier sind Minimalausstattungen für Baustellen enthalten, zum Beispiel Werkzeuge, die immer und auf jeder Baustelle benötigt werden. Bisher gibt es keine Standardkonfiguration der Baustellencontainer oder Konfigurationen, die auf besondere Baustellentypen zugeschnitten sind. Um Fragestellungen in diesem Bereich deutlich herauszuarbeiten, wurde gemeinsam mit einem Praxispartner ein Workshop mit Polieren veranstaltet. Hier wurden Anforderungen und Gestaltungssaspekte eines standardisierten Baucontainers erarbeitet.

LITERATUR

- Höppner, G. (2012): „Baulogistik“ In: Klaus, Krieger, Krupp (Hrsg.): „Gabler Lexikon Logistik“, Wiesbaden.
- Schmidt, N. (2003): „Wettbewerbsfaktor Baulogistik: Neue Wertschöpfungspotenziale in der Baustoffversorgung“, Deutscher Verkehrsverlag.
- Höppner, G.; Krupp, M.; et al. (2010): Baulogistikmanagement in der Bauwirtschaft, In: Borrman, Günther (Hrsg.) (2010): Digitale Baustelle – innovativer Planen, effizienter Ausführen, Springer, Heidelberg
- Boenert, L.; Blömeke, M. (2003): „Logistikkonzepte im Schlüsselfertigbau zur Erhöhung der Kostenführerschaft“ In: Bauingenieur, Bd. 78, Nr. 6, 2003, 277–283.

Workshop zur Standardisierung von Baucontainern.
Foto: KMU

Merkmal	Merkmalsausprägung				
Standardisierungsgrad	Kundenindividuelle Produkte		Standardprodukte mit kundenindividuellen Varianten	Standardprodukte mit anbieterindividuellen Varianten	Standardprodukte
Auftragsauslösungsart	engineer-to-order		make-to-order	assemble-to-order	make-to-stock
Fertigungsart	Einzelfertigung		Serienfertigung		Massenfertigung
Struktur der Erzeugnisse	Mehrteilig komplexe Produkte		Mehrteilig einfache Produkte		Geringteilige Produkte
Automatisierungsgrad	Manueller Prozess	Mechanisierte Prozesse	Maschinisierte Prozesse	Teil-automatisierte Prozesse	Voll-automatischer Prozess
Ortsgebundenheit der Produktion	Ortsungebundene Produktionsfaktoren (Baustellenfertigung)			Ortsgebundene Produktionsfaktoren (anlagengebundene Produktion)	



Viktoria Fleck

viktoria.fleck@hs-augsburg.de

Tabelle:
Rahmenbedingungen
in der Bauindustrie
Quelle: Eigene Darstellung
Höppner (2012) und
Schmidt (2003).

► Kompetenzfeld Materialwirtschaft und Logistik

Vorteile eines logistikgerechten Produktes

Erläutert am Beispiel einer Anlagenfertigung und -distribution



Prof. Dr. Michael Krupp



Heiko Frieß

Hochschule Augsburg

Fakultät für Wirtschaft

Telefon +49(0)821 5586-2942

michael.krupp-augsburg.de

heiko.friess@hs-augsburg.de

Um den gesamten Wertschöpfungsprozess über die Produktlebensphasen kostenoptimal gestalten zu können, müssen alle Materialien und Bauteile durch die gesamte Logistikkette „fließen“ können. Durch kontinuierliche Bewegung der Produkte durch die Fertigungsprozesse (das „Fließen“) werden Verschwendungen verhindert. Verschwendungen wäre demnach der Aufbau von Materialpuffern (liegende Produkte), Nacharbeit von Fehlern (flussaufwärts fließende Produkte), etc. Damit bei den logistischen Prozessen ein störungsfreier Ablauf stattfinden kann, muss bereits bei der Produktentwicklung darauf geachtet werden, dass die gesamte Produktstruktur auf die logistischen Anforderungen aller Fertigungsanlagen und Transportwege in den Produktlebensphasen ausgerichtet ist. Obwohl dies in der Massenfertigung einfacher zu realisieren ist, kann ein logistikgerechtes Produkt auch in der Einzel- und Anlagenfertigung dazu beitragen, dass die Materialien besser durch die Wertschöpfungskette fließen können und Kosten reduziert werden. Dabei müssen sich auch Kunden- und Logistikorientierung bei der Entwicklung neuer Produkte nicht gegenseitig ausschließen. Der Kunde erwartet besonders bei technischen Produkten in erster Linie Funktionalität. Die Passigkeit auf logistische Prozesse ist davon meist nicht betroffen.

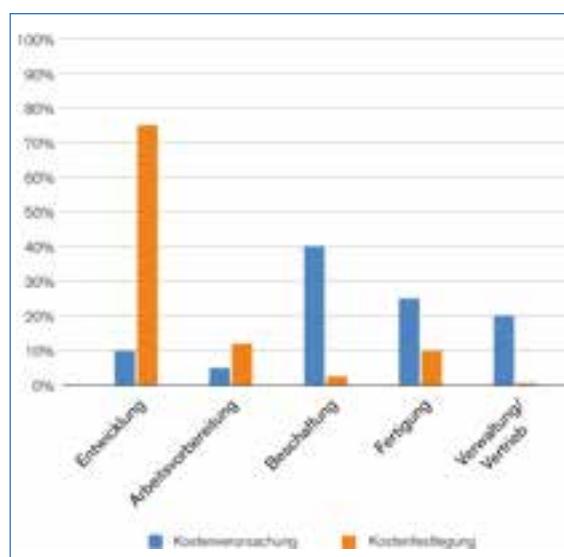


Abb. 1: Kostenverursachung und Kostenfestlegung nach H. Optiz (1970)

DURCH HÖHERE INVESTITIONEN IN DER ENTWICKLUNG LOGISTIKKOSTEN EINSPAREN

Bei der Konstruktion liegt die größte Verantwortung für den späteren Erfolg neuer Produkte. Bereits in der Entwicklung werden etwa 75 % der gesamten Herstellungskosten determiniert, während lediglich 10 % der Gesamtkosten hier verursacht werden.

Daher sind Einsparungen in diesem Bereich für den strategischen Erfolg eines Produktes eher kontraproduktiv. Für ein logistikgerechtes Produkt gibt es Kriterien, welche bei der Entwicklung berücksichtigt werden müssen.

Eine hohe Komplexität logistischer Prozesse lässt sich durch eine begrenzte Anzahl von Produktvarianten vermeiden. Ein Angebot standardisierter Produkte, welche mittels Baugruppenmodulen so zusammengesetzt werden können, dass sie jedes erwünschte Leistungsspektrum abdecken, führt zu standardisierten und sich wiederholenden logistischen Prozessen in den Produktlebensphasen. Durch Gleichteilemanagement wird erreicht, dass die Produkte aus so wenig verschiedenen Einzelteilen und Komponenten wie möglich zusammensetzen. Das Ziel besteht darin, wenige Bauteilevarianten für viele Produktvarianten verwenden zu können. Es könnten beispielsweise die Varianten der verwendeten Schrauben begrenzt werden. Sollte dann eine neue Schraubenvariante bei der Produktentwicklung benötigt werden, muss diese im Vorfeld genehmigt werden.

LOGISTIKGERECHTE PRODUKTE FÜHREN ZU EINSPARUNGEN IM GESAMTEN WERTSCHÖPFUNGSPROZESS

Durch das Gleichteilemanagement lassen sich unterschiedliche Vorteile in der Supply Chain erzielen. Da insgesamt weniger unterschiedliche Teile benötigt werden, reduziert sich auch die Anzahl der zu betreuenden Lieferanten. Dadurch können die Lieferanten effizienter betreut und besser in die Wertschöpfungskette integriert werden. Gleichzeitig reduziert sich die Anzahl der Bestellungen. Weil die benötigten Bauteile aber variabler und an mehreren Stellen verwendet werden können, steigt die Abnahmemenge. Dies wiederum kann bei Preisverhandlungen zu günstigeren Bezugspreisen führen. Und da weniger unterschiedliche Materialien

und Bauteile weniger unterschiedliche Lagerplätze benötigen, reduziert sich der gesamte Lagerbedarf.

Bei der Beschaffenheit und den Ausprägungen der Produkte spielen besonders die logistischen Anforderungen in Bezug auf die Fertigungsanlagen und den gesamten Transportweg durch die Logistikkette eine wichtige Rolle. Das Hauptziel ist die Gewährleistung eines störungsfreien Materialflusses mittels eines Produktes, welches optimal an die logistischen Prozesse angepasst ist. Dabei sind auch die verfügbaren Fertigungsmaschinen zu berücksichtigen, um jedes Bauteil auf einer Fertigungsmaschine komplett fertig bearbeiten zu können. Durch das Gleichteilemanagement und die Variantenreduzierung können die Fertigungsmaschinen dauerhaft für die gleichen oder ähnlichen Bauteile verwendet werden, was zu Einsparungen bei den Rüstzeiten führt.

HOHE LOGISTIKKOSTEN IM ANLAGENBAU NACH DER FERTIGUNG

Im Bereich Anlagenbau spielen insbesondere der Transport und die Montage am Zielort eine große Rolle bei der Betrachtung der logistischen Anforderungen und Kosten. Da in der Praxis bei der Entwicklung neuer Anlagen der Fokus auf die Erfüllung der Leistungsansprüche des Kunden gelegt wird, sind diese aufgrund ihrer Dimensionen und ihres Gewichtes häufig schwierig zu transportieren. Das Problem wird bisher häufig auf die Logistik abgewälzt. Durch Sondertransporte muss die Anlage mit großem zeitlichem und finanziellem Aufwand zum Kunden befördert werden. Die Transportkosten können in manchen Fällen sogar einen Anteil von zehn Prozent der Gesamtkosten verursachen.

Um diesen Kostenblock zu verringern macht es durchaus Sinn, bereits bei der Produktentwicklung darauf zu achten, dass das Produkt so transportgerecht wie möglich konstruiert wird. Dafür muss ein Bewusstsein für den gesamten Transportweg und die verwendeten Transportmittel beim Konstrukteur geschaffen werden. Er muss berücksichtigen, welche maximale Traglast die verwendeten Transportmittel innerhalb und außerhalb vom Werk besitzen und welche Engstellen zu passieren sind. Beim Transportweg muss er abwägen, welche Kombination der verfügbaren Verkehrsmittel und Ver-

kehrswege die geringsten Kosten verursacht, und wie er das Produkt zu entwerfen hat, dass diese Verkehrsmittel am effizientesten genutzt werden können.

Weitere Schritte im Produktlebenszyklus die in die Überlegungen zum logistikgerechten Produkt integriert werden sollten sind Montage, Inbetriebnahme, Betrieb und Demontage einer Anlage. Jede Lebensphase hat andersgelagerte logistische Herausforderungen, die durch gezielte Planung bereits im Produktentwicklungsprozess kostengünstig gemeistert werden können.

LITERATUR

- Opitz, H. (1970): „Moderne Produktionstechnik“. Stand und Tendenzen, Essen, 1970.
- Pawellek, G. (2007): „Produktionslogistik“. Planung – Steuerung – Controlling, München, 2007.
- Pawellek, G. (2013): „Integrierte Instandhaltung und Ersatzteillogistik“.

► Kompetenzfeld Materialwirtschaft und Logistik

Hocheffektive Schmuggler-Netze als Beispiel für legale logistische Lösungen

Logistische Netze der Drogenkartelle sind extrem anpassungsfähig – kann legale Logistik von deren Anpassungsfähigkeit lernen?



Prof. Dr. Michael Krupp

Immer wieder schaffen es spektakuläre Drogenfunde in die Schlagzeilen. Dabei werden von Fahndungsbehörden eindrucksvolle Tonnagen und Marktpreise der beschlagnahmten Ware vermeldet. Frustrierend ist dabei, dass sich diese vermeindlichen Erfolge allenfalls kurzfristig auf die Konsumentenmärkte auswirken. Der Preis bleibt stabil oder stabilisiert sich sehr schnell wieder. Ein deutlicher Hinweis, dass die Versorgung stabil ist oder wiederhergestellt wurde. Diese Anpassungsfähigkeit ist eine Eigenschaft, die auch legale Unternehmen in ihren Versorgungsnetzen etablieren wollen, um Bedrohungen zu begegnen. Der vorliegende Artikel wirft einen kurzen Blick auf die logistischen Netze der Kartelle und prüft die Übertragbarkeit der positiven Eigenschaften auf legale Strukturen. Die Arbeiten sind in Vorbereitung auf einen Vortrag des KMuL auf dem 7. Logistik Forum Nürnberg entstanden.

HINTERGRUND – LERNEN VON SUPRAADAPTIVEN SCHMUGGLERNETZEN?

Supraadaptivität ist eines der jüngsten Ziele im Supply Chain Management. Dahinter verbirgt sich das Erreichen sehr hoher Anpassungsfähigkeit von Versorgungsstrukturen. Diese wird insbesondere dann benötigt, wenn kurzfristig und unvorhersehbar Veränderungen notwendig werden, etwa wegen Versorgungsgengäßen, die beispielsweise durch Naturkatastrophen oder politische Veränderungen entstehen können. Der Tsunami in Japan mit der anschließenden atomaren Katastrophe und die teils bürgerkriegsähnlichen Umstürze in den Maghreb-Staaten sind prominente Beispiele hierfür.

Anpassungsfähigkeit im Sinne einer Supraadaptivität besteht dabei aus:

- Elastizität als Anzahl der Zustände eines Systems.
- Flexibilität als Reaktionsfähigkeit auf Veränderung.
- Agilität als Geschwindigkeit, mit der reagiert wird
- Resilienz als Stabilität bei Störungen.

Hohe Anpassungsfähigkeit im Sinne dieser Aspekte ist eine geradezu charakteristische Eigenschaft von Schmugglernetzen, insbesondere im Bereich des illegalen Handels mit Betäubungsmitteln. Die permanente Bedrohung durch Militär, Grenzschutz, Zollbehörden und Polizei wird u.a. mit extremer Flexibilität gekon-

tert. Das führt dazu, dass selbst bei vermeintlich großen Fahndungserfolgen kaum Preisschwankungen auf den Konsumentenmärkten zu erkennen sind. Setzt man die Marktgesetze voraus – wovon auszugehen ist – scheint die Versorgungslage stabil zu sein. Als Grund kann die extreme Anpassungsfähigkeit der logistischen Netzwerke vermutet werden.

In allen genannten Aspekten der Anpassungsfähigkeit sind Versorgungsketten des Drogenhandels extrem gut. Die Frage lautet also, wie es in logistischen Netzwerken im Drogenhandel gelingt, diese hohe Anpassungsfähigkeit herzustellen und ob sich diese Lösungsansätze auf legale Versorgungsketten übertragen lassen.

ABLAUF – VERGLEICHENDE ANALYSE DER LOGISTISCHEN NETZWERKE

Um die Fragestellung an einem konkreten Fall ausarbeiten zu können, wurden der Kokainhandel zwischen Süd- Mittel und Nordamerika fokussiert. Hintergrund der Fokussierung ist, (1) dass sich diese Handelsrouten relativ leicht isoliert betrachten lassen, (2) dass die Handelsrouten nur unwesentlich mit anderen Handelsrouten verwischen, (3) dass die Handelsrouten relativ stabil sind und (4) dass es eine relativ transparente Datenlage gibt. Zur Recherche wurden unterschiedliche Quellen ausgewertet. Als wichtigste Quellen haben sich der „World Drug Report“ der UNO, Veröffentlichungen der Strafverfolgungsbehörden und einige einschlägige Monografien herausgestellt, aber auch Meldungen aus der Tagespresse sowie populärwissenschaftliche Beiträge wurden ausgewertet. Dennoch konnten einige Teilfragen aufgrund der schwierigen Informationslage nur vage beantwortet werden.

Zunächst wurde das logistische Netzwerk der Drogenhändler analysiert. Zentral waren dabei drei Facetten des Netzwerkes:

- Klassische logistische Aspekte (Quellen und Senken, Lieferbeziehungen, Transporte, Bestände, etc.).
 - Aspekte der Wertschöpfung entlang der Versorgungskette.
 - Organisationsstruktur und Steuerungslogik.
- Aufbauend auf der Analyse dieser Punkte wurden Parallelen zu legalen Netzwerken gezogen und Möglichkeiten der Übertragbarkeit aufgezeigt.



Magnus Staar

Hochschule Augsburg

Fakultät für Wirtschaft

Telefon +49(0)821 5586-2942

michael.krupp@hs-augsburg.de

Telefon +49(0)821 5586-2975

magnus.staar@hs-augsburg.de

ERGEBNISSE – EXTREME GEWINNMÖGLICHKEITEN IN LOSEN STRUKTUREN

Trotz des illegalen und menschenverachtenden Charakters des Kokainhandels sind die logistischen Strukturen auf abstrakter Ebene, denen legaler Unternehmen nicht so unähnlich, wie vielleicht angenommen werden könnte.

Wesentliche Unterschiede, die auf den ersten Blick und auch im Detail die Vergleichbarkeit stark einschränken, sind extrem hohe Gewinnmargen sowie die Abwesenheit staatlichen Eingriffs, also faktisch Anarchie in den Hierarchien und Steuerungsmechanismen.

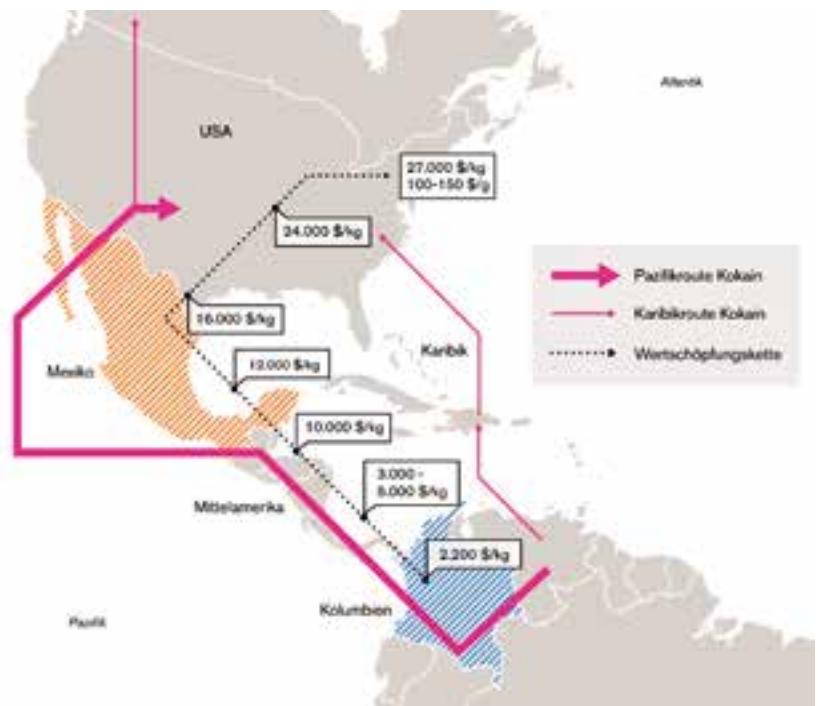
Dennoch lassen sich einige interessante Erkenntnisse aus der im Folgenden vorgestellten Analyse gewinnen. Dabei beziehen sich alle gezeigten Ergebnisse auf den Kokainhandel zwischen Süd- und Nordamerika.

DIE „DRUG SUPPLY CHAIN“ WEIST KLASISCHE MUSTER AUF

Der Markt für Kokain in Nordamerika wird auf ca. 5 Mio. Konsumenten geschätzt. Das sind 2% der erwachsenen Bevölkerung (weltweit ca. 16 Mio. und ca. 0,3%). Konsumiert werden ca. 180 Tonnen jährlich (weltweit ca. 470 Tonnen), damit wird im Großhandel ein Umsatz von ca. 4,5 Mrd. USD generiert. Im Einzelhandel sind es ca. 54 Mrd. USD. Damit ist der nordamerikanische Markt weltweit der bedeutendste Markt für Kokain. Diese logistische Senke wird im Wesentlichen aus drei benachbarten Quellen in Südamerika versorgt.

Hier werden auf ca. 151.000 Hektar Kokapflanzen angebaut. Die Fläche verteilt sich auf Peru (41%), Kolumbien (38%) und Bolivien (21%). Die Verteilung der Produktion ist anders gewichtet, so werden in Kolumbien mit 1.060 Tonnen jährlich ca. 60% der weltweiten Produktion hergestellt. Die effizientere Nutzung der Fläche liegt nicht nur am Klima, sondern an der effizienteren Nutzung des Anbaugebietes. Ein Ergebnis gezielter Forschung!

Quellen und Senken werden durch Transportnetze verbunden. Im Wesentlichen erstrecken sich nach Nordamerika zwei Routen. Eine verläuft über die Karibik (Atlantikroute) und die andere entlang der mittelamerikanischen Landenge über Mexiko nach Nordamerika (Pazifikroute). Herausforderungen entlang der Transportrouten finden sich ähnlich auch in legalen Transportnetzen, sind aber anders gelagert:

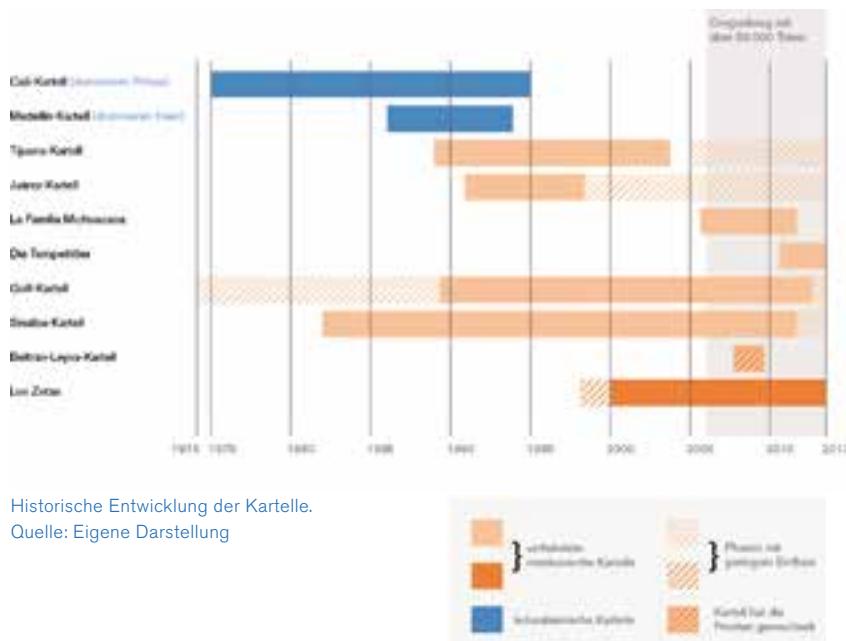


- Aufbau grenzüberschreitender stabiler Lieferbeziehungen.
- Schutz vor Bedrohungen v.a. durch Verpackungsmanagement.
- Effiziente Abwicklung der Lieferbeziehungen.
- Zollabfertigung.

Zur Vereinfachung soll hier nur die Pazifikroute vorgestellt werden: Insgesamt wird auf dieser Route eine Strecke von ca. 4.000 km zurückgelegt. Es werden ca. 140 Tonnen Kokain jährlich auf dem Landweg oder entlang der mittelamerikanischen Küsten nach Mexiko transportiert. Mexiko wird anschließend als Knoten zur Verteilung auf die verschiedenen Grenzübergänge nach Nordamerika genutzt.

Es werden u.a. herkömmliche Transportmittel genutzt. In diesem Falle werden die Drogen in oder an „normalen“ Waren versteckt. Es kommen aber auch Schnellbote und U-Boote zum Einsatz, die ausschließlich zum Drogenschmuggel genutzt werden. Die wichtige Hürde auf dieser Route ist die Überwindung der 3.144 km langen Grenze in die USA, bei der unterschiedliche Transportmittel zum Einsatz kommen,

Transportrouten und Wertschöpfung des amerikanischen Kokainhandels. Quelle: Eigene Darstellung nach UNODC (2012)



darunter Dünen-Buggies, Leichtflugzeuge, Katapulte, Kräne und Schmuggeltunnels. Diese Möglichkeiten der „Zollabfertigung“ sind nur zum Teil ein Zufallsprodukt. In der Regel liegt diesen auch gezielte Forschung zu Grunde. Deutlich wird dies durch die Funde von speziell konstruierten halbschwimmenden Einweg-U-Booten.

ENTLANG DER KETTE WERDEN EXTREME WERTE GENERIERT

Betrachtet man die Wertschöpfung entlang der Lieferkette, so wird deutlich, dass die Werte nicht durch die Transformation der Ware gesteigert werden, sondern durch die Reduzierung des Entdeckungsrisikos. Die Produktion umfasst einige relativ einfache chemische Schritte, die direkt im Umfeld der Anpflanzungen durchgeführt werden. Die größten Wertsteigerungen erfährt das Produkt bei Grenzüberschreitungen, insbesondere von Mexiko in die USA.

Das Entdeckungsrisiko ist beachtlich, ca. 77% der produzierten Menge wird beschlagnahmt. Der größte Teil davon wird direkt im Erzeugungsland sichergestellt und nicht etwa an der US-amerikanischen Grenze. Die

beschlagnahmte Menge entspricht einem Umsatzverlust von ca. 15,25 Mrd. USD.

Unbesehen der Verluste durch Beschlagnahmung bieten die enormen Verdienstmöglichkeiten einen hohen Anreiz, ausgefallene Lieferverbindungen umgehend zu ersetzen. Zudem bieten die Gewinnmargen immense Möglichkeiten, Aktivitäten politisch, militärisch und durch Innovationen zu decken.

FLEXIBLE ORGANISATIONSSTRUKTUR STÜTZT DIE ANPÄSSUNGSFÄHIGKEIT

Den anpassungsfähigen Lieferstrukturen liegen extrem effiziente Organisationsstrukturen und Steuerungsmechanismen zu Grunde. In der Historie sind starr hierarchisch organisierte Kartelle losen Netzwerken gewichen. Mexikanische Kartelle nutzten diese Organisationsformen und ihre geografische Lage, um kolumbianische Kartelle in deren Vorherrschaft abzulösen.

Als lose Netzwerke agieren kleine Zellen, die über Abgaben einem Kartell zugerechnet werden und dessen Schutz und Verbindungen nutzen können. Das Kartell organisiert so den eigenen Aktionsraum und finanziert sich über die Abgaben. Die Machtbasis des Kartells sind (politischer) Einfluss und rohe Gewalt. Diese werden durch einfache Regelwerke manifestiert.

Eine Steuerungslogik ist nicht klar zu erkennen. Allerdings weist einiges darauf hin, dass im Hintergrund entschieden und gelenkt wird: So deuten die stabilen Preise auf dem Konsumentenmarkt auch darauf hin, dass Schwemmen bewusst vermieden werden. Offenbar werden über Marktstudien Einflussgebiete im Hintergrund verteilt. Machtkämpfe auf der Straße brechen offenbar nur dann auf, wenn die Verteilung nicht gelungen ist.

Aktuell tobtt in Mexiko ein Drogenkrieg zwischen den staatlichen Organisationen und den Kartellen, der seit 2006 über 50.000 Todesopfer gefordert hat. Die Grenzen zwischen den beteiligten Parteien sind dabei mitunter fließend.

ERKENNTNISSE FÜR DIE LEGALE WIRTSCHAFT

Eine Übertragung von Ergebnissen ist schwierig, da gerade die extremen Gewinnmargen Dinge ermöglichen, die in anderen Wirtschaftsbereichen schlicht unmöglich

sind. Der Verlust von jährlich 77% der ursprünglich angebauten Rohstoffe zeigt auch, dass dieses Geschäftsmodell nicht auf Effizienz achtet oder nicht achten muss. Hinzu kommt, dass der Drogenhandel sich faktisch außerhalb des staatlichen Zugriffs bewegt und somit Freiheitsgrade aufweist, die in legalen Unternehmen zum Glück völlig undenkbar sind.

Auf abstrakterer Ebene lassen sich doch einige Hinweise finden, die auch für legale Unternehmen interessante Gedanken beinhalten (siehe folgende Thesen):

- Fast schon banal ist der Hinweis, dass sich durch Redundanzen stabile Netze aufbauen lassen. Dies ist hier möglich, da Redundanzen problemlos finanziert werden können. Für legale Unternehmen stellt sich also die Frage, gegen welche Ausfallwahrscheinlichkeiten und Ausfallkosten die Kosten der Redundanzen gerechnet werden müssen. (**These 1:** Redundanzen erhöhen die Resilienz einer Versorgungskette.)
- Sichere Kommunikationsverbindungen sind kritischer Erfolgsfaktor der Kartelle. Erreicht wird dies durch eine dezentrale Steuerung, die auf einfachen Regeln basiert. Eine Strategie ist die Reduzierung der Kommunikation auf ein Minimum. IT-Sicherheit hat auch in legalen Unternehmen hohe Bedeutung. Dezentrale Strukturen mit einfachen Regeln können auch hier ein Weg zu hoher Anpassungsfähigkeit und geringer Störanfälligkeit sein. (**These 2:** Sichere Kommunikation reduziert Störanfälligkeit. **These 3:** Dezentrale Steuerung erhöhte alle Aspekte des Supraadaptivität. **These 4:** Dezentrale Steuerung ist effektiver mit einfachen, zentral formulierten Regeln.)
- Lose Strukturen sind ein Erfolgsrezept der heute vorherrschenden mexikanischen Kartelle. Ähnliche lose Netzwerke werden seit Jahren von theoretischen Arbeiten zum Supply Chain Management besprochen. In der Praxis finden sich allerdings sehr wenige Beispiele. Ein Grund ist, dass das Supply Chain Management gleichzeitig dazu tendiert, stabile und komplexe Lieferverbindungen als Kooperationen zu etablieren. Eine zukünftige Frage wird sein, wie diese effizienten aber starren Strukturen abgelöst werden können. (**These 5:** Wirtschaftlich gerichtete Netzwerke mit losen Verbindungen sind – in ihrer

Gesamtheit – stabiler und effektive als starr hierarchische Strukturen.)

- Innovationen ermöglichen seit den 70er Jahren ein fortwährendes Katz-und-Maus-Spiel der Kartelle mit den Fahndungsbehörden. Basierend auf dem Fahndungsdruck und den Gewinnaussichten sind also enorme kreative Leistungen vollbracht worden. Gerade im Bereich der Innovationen wird der „legalen“ Logistik immer wieder Nachholbedarf diagnostiziert. (**These 6:** Es besteht eine positiver Zusammenhang zwischen Innovationsfreudigkeit und Supraadaptivität.)

LITERATUR

- Benini, S. (2013): „Drogen, Krieg, Mexiko. Der gefährlichste Ort der Welt“; Echtzeit Verlag, 2013.
- Congressional Research Service (2011): „Latin America and the Caribbean: Illicit Drug Trafficking and U.S. Countering Programs“; Congressional Research Service, 7-5700, www.crs.gov, R41215.
- Günthner, W. (Hrsg.) (2007): „Neue Wege in der Automobillogistik: Die Vision der Supra-Adaptivität“. Wiesbaden.
- Hays, J. (2011): “Cocaine, Coca Cultivation, Trade and Anti-Drug Efforts”; <http://factsanddetails.com/world/cat54/sub348/item1214.html>; 07.07.2014.
- Niemetz, A. (1990): „Die Kokain Mafia“; Bertelsmann, München.
- Nutt, D.; King, L., Saulsbury, W.; Blakemore, C. (2007): “Development of a rational scale to assess the harm of drugs of potential misuse” In: Lancet. 369, Nr. 9566.
- Schmidt, M. ; Shanker, T. (2012): „To Smuggle More Drugs, Traffickers Go Under the Sea“; In: New York Times, 10.09.2012.
- Stewart, S. (2013): “Mexico’s Cartels and the Economics of Cocaine”; In: Security Weekly, Januar 3, 2013.
- UNODC (2012): „World Drug Report 2012“, UN, New York.

► Kompetenzfeld Materialwirtschaft und Logistik

Industrie 4.0 für industrielle Dienstleistungen

Herausforderung und Chance



Prof. Dr. Michael Krupp

Hochschule Augsburg

Fakultät für Wirtschaft

Telefon +49(0)821 5586-2942
michael.krupp@hs-augsburg.de

Telefon +49(0)821 5586-2931
peter.richard@hs-augsburg.de

Telefon +49(0)821 5586-2911
florian.waibel@hs-augsburg.de

Mit den Schlagworten „4. industrielle Revolution“ bzw. „Industrie 4.0“ wird eine „Revolution“ industrieller Prozesse verbunden. Diese betrifft nicht nur industrielle Prozesse direkt, sondern indirekt auch das große Feld industrie-naher Dienstleistungen (vgl. Eickelpasch, A. (2012)). Nimmt man alleine die Logistik als industrienahe Dienstleistung, so repräsentiert diese in Deutschland einen Umsatz von 223 Mrd. € und 2,8 Millionen Beschäftigte (vgl. Kille, C.; Schwemmer M. (2013)). Mit AfterSales Dienstleistungen wird weltweit ein Umsatz von 1.500 Mrd. USD generiert (vgl. Vigoroso, M. (2003)). Heute ist nicht klar, wie sich Industrie 4.0 auf industrielle Dienstleistungsbereiche auswirken wird. Aktuelle Betrachtungen fokussieren klar industrielle Prozesse und IT-Services, während externe MRO-Dienstleistungen und Kontraktlogistik eher am Rande betrachtet werden.

HERAUSFORDERUNG FÜR INDUSTRIELLE DIENSTLEISTUNGEN

Trotz vieler Arbeiten und Diskussionen zur Industrie 4.0 ist kein einheitliches Verständnis der Veränderungen entstanden, die durch sie auf die deutsche Industrie zu kommen. Je nachdem, welchen Hintergrund ein Experte hat, wird eine völlig andere Vision von Industrie 4.0 gezeichnet. Dabei ist eine sehr technische Sicht auf die Entwicklungen vorherrschend. Auch das Bild des VDI, das einen umfassenden Blick vermittelt, integriert die Dienstleistersicht nur in Teilen (vgl. Abbildung 1). Industrienahe Dienstleistungen lassen sich nur bedingt in eine Life-Cycle Logik einbetten oder dem Internet der Dinge und Dienste zuordnen. Die gezeigte Architektur gilt zwar auch für Dienstleister, ist für diese aber wenig aufschlussreich.

Insgesamt erinnert die aktuelle Diskussion stark an die Geschichte der sechs Blinden, die einen Elefanten ertasten und beschreiben sollen.¹ Eine Gesamtsicht, welche die Auswirkungen auf Arbeitsteilung, Geschäftsmodelle und neue Leistungsangebote, insbesondere

auch bei Dienstleistungen integriert, fehlt bisher.

Dabei ist bereits heute abzusehen, dass Innovationen, die unter Industrie 4.0 subsummiert werden, auch industrienahe Dienstleistungen revolutionieren werden. Neue Angebote werden möglich und erforderlich. Da Dienstleister aber typischerweise keine Technologietreiber sind, drohen diese von den angesprochenen Neuerungen überrollt zu werden. Es fehlt ein Modell, mit dem - aufbauend auf innovativen Technologien - auch neue Dienstleistungen entwickelt werden können.

Für Dienstleister wäre zudem wesentlich, eine Entwicklungsagenda zu erhalten, die mögliche Szenarien aufzeigt und Schritte vorgibt, mit welchen sich die Unternehmen auf die Neuerungen einstellen können. In diese Richtung wird im produzierenden Gewerbe bereits gearbeitet, aber auch hier werden industrielle Dienstleistungen bisher nur am Rande betrachtet.

DIGITALER WIRTSCHAFTSRAUM AUGSBURG

Der Wirtschaftsraum Augsburg besitzt geradezu ideale Voraussetzungen, um Vorreiter im Bereich Industrie 4.0 zu werden. Die Region verfügt über einen Branchenmix, durch den eine ideale Kombination von Kompetenzen gegeben sind. So sind hier sowohl hochinnovative industrielle Produktionsunternehmen ansässig, als auch innovative Anbieter industrieller Dienstleistungen. Diese Unternehmen sind bereits heute in ihren Geschäftstätigkeiten verwoben und haben ein starkes Interesse daran, gemeinsam zukunftsorientiert zu arbeiten. Neben üblichen Geschäftstätigkeiten kooperieren Unternehmen der Region in Verbänden. Die so vernetzte Praxis ist zudem mit Institutionen aus Wissenschaft und Forschung verbunden. So findet sich im Wirtschaftsraum Augsburg ein fruchtbare Umfeld für dienstleistungsorientierte Forschung im Bereich Industrie 4.0.

FORSCHUNGSAKTIVITÄTEN DES KMUL

Die oben herausgearbeitete Forschungslücke hat das **Kompetenzfeld Materialwirtschaft und Logistik** zu vier Forschungsthemen konkretisiert:

1. Entwicklung eines einheitlichen Verständnisses in verschiedenen Szenarien sowie die Beschreibung und deren Auswirkung auf die unterschiedlichen Dienstleistungsangebote industrienaher Dienstleistungen.

¹ Die sechs Blinden ertasten den Elefanten, einer am Bein, einer am Rüssel, einer am Bauch usw. Der Eine beschreibt den Elefanten wie einen Baum. Der Andere wie eine Wand und der Dritte wie eine Schlange etc. Alle haben Recht, das Gesamtbild ist aber ein völlig anderes. Vgl. John Godfrey Saxe: „The Blind Men and the Elephant“, basierend auf einem südasiatischen Gleichnis.



Abb. 1: Industrie 4.0 aus Sicht des VDI.

Quelle: Eigene Darstellung nach VDI



Prof. Dr. Peter Richard

2. Erarbeitung von Methoden zur Entwicklung neuer Dienstleistungen für Industrie 4.0 und Entwicklung von Dienstleistungs-Blaupausen für Industrie 4.0.
3. Entwicklung von Geschäftsmodell-Blaupausen für die Anbieter industrienaher Dienstleistungen im Umfeld von Industrie 4.0.
4. Ausarbeitung eines Entwicklungskorridors für Dienstleistungen und Dienstleister hin zu Industrie 4.0.

Diese Themen werden in den kommenden Semestern eingebettet in deutsche Forschungsnetzwerke und gemeinsam mit Partnern bearbeitet. Die Region Augsburg ist geradezu prädestiniert für Aktivitäten in diesem Umfeld. Damit leistet das KMuL einen dienstleistungsfokussierten Beitrag zu angewandten Forschung im Rahmen der Diskussion um Industrie 4.0.

LITERATUR

- Kille, C.; Schwemmer M. (2013): „Die Top 100 der Logistik 2012/2013“; DVZ.
- Vigoroso, M. (2003): „Service Parts Management: Unlocking Value and Profit in the Service Chain“. Tech. rep., Aberdeen Group.
- Eickelpasch, A. (2012): „Industriennahe Dienstleistungen Bedeutung und Entwicklungspotenziale“; Friedrich Ebert Stiftung, S. 8.



Prof. Dr. Florian Waibel

► Kompetenzfeld Materialwirtschaft und Logistik

Analyse der Prozesse im Zentrallager und der Fertigung der Aumüller Aumatic GmbH

Analyse der innerbetrieblichen Prozesse



Prof. Dr. Florian Waibel



Maria Russo
(Master of Applied Research)

In diesem Logistikprojekt werden Optimierungspotenziale in den Prozessen des Wareneingangs, der Kommissionierung und des Warenausgangs bei der Aumüller Aumatic GmbH in Thierhaupten von sieben Studierenden der Hochschule Augsburg ausgearbeitet und umgesetzt. Dabei werden die erarbeiteten Handlungsempfehlungen sowohl qualitativ als auch quantitativ gemessen.

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 wiederspiegeln.

ABLAUF

Um den Kundenanforderungen gerecht zu werden, spielt die Durchlaufzeit eine wichtige Rolle. Drei Projektteams befassten sich daher mit jeweils individuellen Aufgabenstellungen. Folgende Vorgehensweisen, Aufgaben und Ziele waren verbindlich:

WARENEINGANG

Um einen optimalen Produktions- und Materialfluss gewährleisten zu können, bedarf es in der Fertigung und Logistik eines jeden Unternehmens einer optimalen 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 die Ordnung am Arbeitsplatz (Saubерkeit) resultieren und die Pufferplätze nahezu eliminiert werden.

KOMMISSIONIERUNG

Ein System zur optimalen Fertigungssteuerung und -anordnung sowie Lagerhaltung, um einen optimalen Produktions- und Materialfluss gewährleisten zu können, ist die kanbangesteuerte Fertigung.

Aufgabe dieses Teams war es hier, den Kanbanprozess für die Handlagerware in der Aumüller Produktion einzuführen. Das bedeutet: Wird das entsprechende Teil in einer Produktionsstufe verbraucht, dient der Kanban als Bestellkarte, mit der die vorgelagerte Produktionsstufe zur erneuten Herstellung dieses Teils veranlasst wird.

Ziel des Projektes war es einerseits, die lokalen Bestände von Vorprodukten in und nahe der Produktion zu reduzieren, die dort in Produkten der nächsten Integrationsstufe verbaut werden. Zum anderen sollte eine optimale Materialversorgung gewährleistet sein.

WARENAUSGANG

Der Fokus lag darauf, die termingerechte Auslieferung der Ware sowie einen reibungslosen Fluss der Materialien zu gewährleisten. Die Projektaufgabe sah vor, den IST-Prozess aufzunehmen und daraus resultierend Optimierungspotenziale im Warenausgang, insbesondere in Anbetracht der Pufferplätze und dem Kommissionierungsprozess aufzuzeigen. Auch sollte die vorhandene Lagerstruktur überdacht und gegebenenfalls angepasst bzw. optimiert werden. Entscheidend war hierbei, die Durchlaufzeiten zu reduzieren sowie unnötige Pufferplätze zu eliminieren.

Der erste Schritt aller drei Teams bestand darin, eine detaillierte IST-Analyse der bestehenden Prozesse und Abläufe darzustellen.

Dafür wurde eng mit den Mitarbeitern der einzelnen Bereiche der Aumüller Aumatic GmbH zusammengetragen und die notwendigen Informationen und Daten angefragt.

ERGEBNISSE

Im Rahmen der Kanban-Einführung führten die Studierenden eine ABC-/XYZ-Analyse durch, um den wertmäßigen Anteil der Güter zu ermitteln.

- A-Güter = wertvolle Güter mit wertmäßigen Anteil von 80%-90%
- B-Güter = wichtige Güter mit einem Werteanteil von 10%-20%
- C-Güter = Güter mit Werteanteil von ca. 5% am Jahresverbrauchswert

Im zweiten Schritt erfolgte die XYZ-Analyse der Güter.

- X-Güter: Artikel mit regelmäßigerem Verbrauch; sehr genau vorhersagbar
- Y-Güter: saisonaler Verbrauch
- Z-Güter: unregelmäßiger Verbrauch, nicht genau vorhersagbar, planbar

Das Ergebnis dieser Analyse ergab für die Aumüller Aumatic GmbH, dass bei AY-Gütern eine Kanbansteuerung möglich wäre, jedoch mit einer hohen Wertanbindung verbunden ist. BY sowie CX-Teile, z.B. Stifte und Stopfen, sind bei der Aumüller Aumatic GmbH ideal mittels Kanban steuerbar.

Im Bereich Warenausgang wurde die Anordnung der einzelnen Bereiche überarbeitet, so dass nun ein reibungsloser Materialfluss erfolgen kann.

Die Herausforderung war, dass der Versandbereich mit unnötigen und sperrigen Gegenständen vollgestellt war, was einen reibungslosen Arbeitsablauf unmöglich machte (s. Abbildung 1). Die Palletten waren hier getrennt von der Pallettiermaschine angeordnet, was unter anderem zusätzliche Laufwege bedeutet.

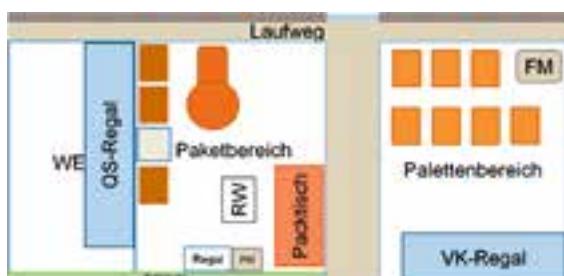


Abb.1: Anordnung Warenausgang Vorher.

Dem Vorschlag der Studierenden zufolge konnte der Versandbereich in einen Paletten- und Paketbereich aufgeteilt werden (s. Abbildung 2). Die nötigen Arbeitsmittel und Regale im Versand wurden entsprechend umstrukturiert, wodurch sich eine Erleichterung im Arbeitsablauf durch eine effiziente Gestaltung des Arbeitsbereiches ergab.

Die Umstellung erfolgt durch die Nutzung bereits vorhandener Mittel und Materialien, so dass hierdurch keine großen finanziellen Investitionen erforderlich waren.

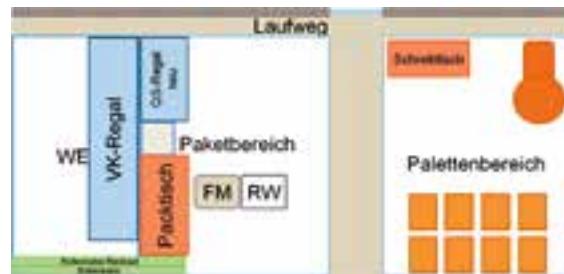


Abb. 2: Anordnung Warenausgang Nachher.

Insgesamt konnten die Studierenden 18 aus der IST-Analyse ausfindig gemachten Auffälligkeiten umsetzen und dadurch ein Einsparpotenzial von 100 Stunden/Monat generieren.

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.

Abb. 3: Das Projektteam inklusive beteiligter Personen der Aumüller Aumatic GmbH.



Beteiligte Studierende

Verena Flatscher, Veronika Giesbrecht, Maximilian Glink, Markus Küpfer, Philipp Micheler, Maria Russo (Projektleitung) Carmen Stelzner, Markus Wojtczyk

► Kompetenzfeld Materialwirtschaft und Logistik

Handbuch fasst gängige Methoden zur Aufnahme und Visualisierung von Prozessen zusammen

Kompakter Überblick über Methoden und Tools



Frédéric Erben, B.A.

frderic.erben@outlook.com

Um Prozesse analysieren, steuern und verbessern zu können, müssen diese transparent und verständlich sein. Nur so können Schwachstellen und deren Ursachen im Prozessablauf identifiziert und zielgerichtete Steuerungs- und Verbesserungsmaßnahmen abgeleitet werden. In Form einer Veröffentlichung werden daher die gängigsten Methoden zur Aufnahme, Darstellung und Analyse von Prozessen gesammelt und beschrieben. Dies ermöglicht sowohl Einsteigern in das Prozessmanagement wie auch Studenten einen kompakten Überblick über Methoden und Tools und ermöglicht ein gezieltes Abtauchen in einzelne Themengebiete.

Der Erfolg eines Unternehmens kann in vielerlei Hinsicht mit dem Vorankommen eines Segelschiffes verglichen werden. Die Segelmanöver entsprechen den Prozessen im Unternehmen. Werden sie beherrscht, kann viel Zeit und Energie eingespart werden. Sind die notwendigen Aktionen bekannt, kann man auch unter erschwerten Voraussetzungen agieren. Dabei ist man in der Lage bestehende Manöver/Prozesse zu verbessern und neue zu erlernen.

Transparenz und ein einheitliches Verständnis aller Prozessbeteiligten sind daher eine der entscheidenden Voraussetzungen, um Manöver/Prozesse erfolgreich ausführen oder verbessern zu können. Bevor Prozesse analysiert und optimiert werden, sollten sie zunächst strukturiert erfasst und übersichtlich dargestellt werden. Das Arbeitspapier fasst sechs gängige Methoden zur Aufnahme und sieben Methoden zur Darstellung von Prozessen zusammen und bietet ein systematisches Vorgehen zur Schwachstellenanalyse. Für einen schnellen Überblick und eine unkomplizierte Handhabung beginnt jedes Kapitel mit einer kurzen Beschreibung des Tools/der Methodik. Im weiteren Verlauf werden das Ziel der Methode, die Vorgehensweise sowie Vor- und Nachteile kompakt beschrieben. Zudem bieten alle Kapitel zum Schluss weiterführende Literaturhinweise.

Prozesse können zum einen durch eigene Beobachtungen und zum anderen durch Mitarbeiterbefragungen erfasst werden. Die verschiedenen Methoden haben Vor- und Nachteile und eignen sich für unterschiedliche Einsatzbereiche und Zielsetzungen. Ziel ist es, dem Leser die schnelle Auswahl der für seine Bedürfnisse am besten geeigneten Methode zu ermöglichen. Daher wird

jede Methodik nach deren Eignung zur Erfassung von Abläufen, Zuständigkeiten, Zeiten, Schwachstellen und Engpassen bewertet. Die Ergebnisse der Auswertung sind in einer Übersichtstabelle dargestellt.

Nach der Aufnahme muss sichergestellt werden, dass alle Beteiligten ein gemeinsames Verständnis der Prozesse entwickeln. Visualisierungen helfen dabei, Zusammenhänge und Schnittstellen schnell zu erfassen und zu verstehen. Bei der Darstellung werden unterschiedliche Ziele verfolgt. So können entweder Abläufe, Zuständigkeiten oder Knoten und Häufungen abgebildet werden. Um dem Leser hier eine zielgerichtete Auswahl der passenden Methode zu ermöglichen, werden auch diese Tools anhand der oben genannten Kriterien bewertet und in Form einer Tabelle veranschaulicht.

Da aufgenommene und visualisierte Prozesse alleine wenig aussagekräftig sind, werden sie noch hinsichtlich ihres Optimierungspotenzials analysiert. Hierfür wird eine standardisierte Vorgehensweise beschrieben, mit deren Hilfe zunächst sämtliche potenzielle Schwachstellen eines Prozesses abgefragt werden. Häufig werden jedoch nur Symptome diskutiert und nicht die zugrundeliegenden Ursachen. Diese gilt es zu analysieren und anschließend zu priorisieren, da nicht alle Ursachen gleichzeitig angegangen werden können.

Wurden die Prozesse aufgenommen, visualisiert und die Prozessschwachstellen ermittelt und priorisiert, kann mit der Optimierung der Prozesse begonnen werden. Das hierfür systematische Vorgehen steht allerdings nicht im Fokus dieser Veröffentlichung.

Durch die vorgestellte Vorgehensweise und beschriebenen Methoden zur Aufnahme und Visualisierung von Prozessen können – s. das Beispiel Segelschiff – die Manöver der Crew transparent und übersichtlich dargestellt werden. Nicht zielführende Handlungen lassen sich identifizieren und Fehler zukünftig vermeiden. So kann sichergestellt werden, dass auch neue Crew-Mitglieder schwierige Manöver schnell erlernen und das Unternehmen (bzw. Segelschiff) auch durch stürmische Zeiten manövrieren, denn:

»Wer die Prozesse im Unternehmen nicht beherrscht, beherrscht das ganze Unternehmen nicht« William Edward Deming



Anna Pfefferle, B.A.

anna_pfefferle@outlook.de

Betreuer

Prof. Dr. Michael Krupp
Prof. Dr. Peter Richard

Hochschule Augsburg

Fakultät für Wirtschaft
Telefon +49(0)821 5586-2942
michael.krupp@hs-augsburg.de
Telefon +49(0)821 5586-2931
peter.richard@hs-augsburg.de



Ob in
New York oder
Neu-Ulm

Bild: Fotolia/jorisvo7zstefew

Immer am Puls
der regionalen Wirtschaft.



B4B SCHWABEN
KIOSK APP

Die regional führenden Businessmedien jetzt kompakt
in einer App.

- Das Wichtigste aus der heimischen Wirtschaft mobil abrufbar
- Information in neuer Dimension mit zeitgemäßer Aufbereitung
- Auf allen Tablets wie iPad etc. und Smartphones verfügbar

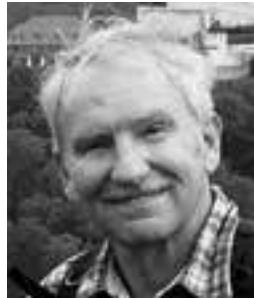
→ Jetzt **gratis** downloaden im Apple-
und Google-Store oder einfach diesen
QR-Code einscannen



B4B SCHWABEN
www.B4BSCHWABEN.de/kiosk

Anfangsschwierigkeiten von Ingenieurstudierenden und Fehlverständnisse in Mathematik und Naturwissenschaften*

Studie an vier bayerischen Hochschulen für angewandte Wissenschaften



Prof. Dr. Matthias R. Risch

Hochschule Augsburg

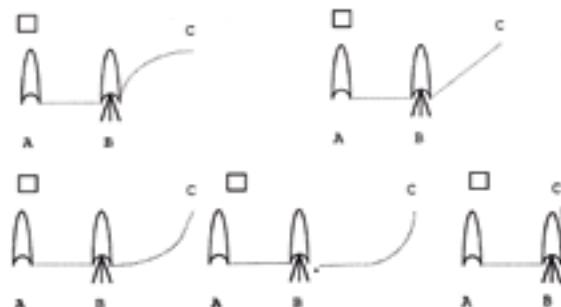
Fakultät für
Allgemeinwissenschaften
Telefon +49 (0) 821 431774
matthias.risch@hs-augsburg.de

Anhand empirischer Forschung wird der bildungssoziologischen Fragestellung nachgegangen, welche Anfangsschwierigkeiten Ingenieur-Studierende in Mathematik und Physik haben und wie diese mit der Schulbildung zusammenhängen. Im Folgenden werden psychologische Gründe für diese meist auf Fehlverständnissen gründenden Anfangsschwierigkeiten erörtert.

Die Pädagogik beschäftigt sich seit langem mit dem Problem der falschen oder naiven Vorverständnisse in der Mathematik und Physik. Z.B. wurden Fehlkonzepte über die Bewegung von Objekten bei Studierenden vom amerikanischen Psychologen McCloskey et. al., Halloun und Hestenes untersucht. Um die Anfangsschwierigkeiten von Ingenieurstudierenden zu analysieren, wurde ein vierseitiger einheitlicher Fragebogen zu Beginn des Studiums an 941 Studierende der vier bayerischen Hochschulen für angewandte Wissenschaften Amberg-Weiden, Augsburg, München, und Nürnberg ausgegeben. Die Studierenden wurden gebeten, diesen anonym und spontan durch Ankreuzen entsprechender Kästchen auszufüllen. Sie wurden darauf aufmerksam gemacht, dass keine Rechnungen zur Beantwortung nötig sind. Der Fragebogen sollte in 15 Minuten ausgefüllt werden und bestand aus 4 Seiten = 4 Teilen: 6 Fragen zur Schulbildung, 3 Fragen zur Mathematik, 2 Fragen zur Mechanik und 3 Fragen zu Optik, Akustik und Elektrizität. Die erste Frage mit drei Teilfragen im Teil Mechanik betraf eine im Weltraum treibende Rakete, wie sie von Halloun und Hestenes als auch Gunstone untersucht wurde. Diese Frage sollte das Verständnis der Newtonschen Prinzipien der Mechanik im Gegensatz zu einem naiven Vorverständnis der Art von Impetustheorie (eine „impetus“ Art Kraft, die notwendig wäre, um eine konstante Bewegung aufrecht zu erhalten, entgegen Trägheits-Prinzip) prüfen.

Quelle

* Auszüge aus Kapitel 9 in:
Ludwig Huber, Arne Pilniok,
Rolf Sethe, Birgit Szczyrba,
Michael Vogel (Hg.): Forschendes Lehren im eigenen Fach:
Scholarship of Teaching and Learning in Beispielen.
Thema 125. Reihe: Blickpunkt Hochschuldidaktik dghd;
Bielefeld: Bertelsmann, 2014,
ISBN 978-3-7639-5305-9.



Frage 4a: Im Weltraum treibt eine Rakete ohne Wirken von Kräften (ohne Antrieb) von Punkt A nach Punkt B. Im Punkt B werden die Triebwerke gezündet und brennen gleichmäßig. Welchem der gezeigten Wege folgt die Rakete von Punkt B nach Punkt C?

Antwort auf Frage 4a:

	Studierende	%	Lehramt	%
keine Antwort	8	0,9	-	-
(scharfer Knick bei Zündung)	56	6,0	1	12
(gerade Linie)	179	19,0	1	12
(aufwärts gebogen ohne Knick)*	519	55,2	6	75
(aufwärts gebogen nach Gerade)	92	9,8	-	-
(senkrecht nach oben)	86	9,1	-	-

Statt den Prinzipien der Newtonschen Mechanik zu folgen (Kräfte verursachen beschleunigte Bewegung, aufwärts gebogen in diesem Fall) verfallen viele Studierende der naiven Impetustheorie von einer durch die Kraft verursachten gleichförmigen Bewegung, wie durch mittelalterliche Physiker gelehrt wurde. Außerdem folgen einige Studierende dem Glauben an eine verzögerte Bewegung (Kraft zuerst, Bewegung später, aufwärts gebogen nach gerader Bewegung in diesem Fall) so, wie es häufig im Kinder-Trickfilm gezeigt wird. Diese Vorverständnisse von Bewegung widersprechen Newtons Gesetzen und scheinen auch durch gründlichen Schulunterricht nicht ausgemerzt zu werden. Das liegt an der Stärke und Leichtigkeit einfacher visueller Vorstellungen im Gegensatz zu der Mühseligkeit von Anwendung wissenschaftlicher Konzepte.

Zur Bewertung des Erfolges der einzelnen Studierenden bei Beantwortung der Fragen wurden die richtigen Antworten in den drei Kategorien gezählt. Jede der beiden Mathematik- Fragen sowie jede der 12 Physik- Fragen wurde mit je einem Punkt bewertet, in der Kategorie Abstraktion wurde die richtige Antwort mit max. 4 Punkten bewertet.

In den verschiedenen Ingenieurfächern und an den verschiedenen Hochschulen wiesen die Ergebnisse nur geringe Abweichungen voneinander auf. Die Korrelation der Ergebnisse in Mathematik, Abstraktion und Physik zueinander war jeweils hoch, wie auch zu erwarten war. Über den Zusammenhang von Schultyp und Schulzweig mit den

Studierende	Hochschulzugangsberechtigung	Mathematik	Abstraktion	Physik
3	keine Antwort	*	*	*
51	Gymnasium (allgemein, Gesamtschule)	0,471	1,49	5,73
44	neusprachlich	0,546	1,55	6,77
193	mathematisch-naturwissenschaftlich	0,606	1,80	6,96
9	altsprachlich (humanistisches Gy.)	0,667	1,22	5,56
7	sozialwissenschaftlich	0,429	1,86	5,71
4	wirtschaftlich	*	*	*
14	musisch	0,429	1,29	6,71
...322	(Gymnasium gesamt)			
15	Fachoberschule ohne weitere Angabe	*	*	*
349	Fachoberschule Technik	0,562	1,66	7,06
47	Fachoberschule Wirtschaft	0,255	1,36	5,21
31	Fachoberschule Sozialwesen	0,387	1,29	5,39
...442	(Fachoberschule (FOS) gesamt)			
1	Berufsoberschule ohne weitere Angabe	*	*	*
137	Berufsoberschule Technik	0,453	1,45	7,74
5	Berufsoberschule Wirtschaft **	0,400	1,60	5,80
3	Berufsoberschule Sozialwesen **	0,333	2,67	5,00
...146	(Berufsoberschule (BOS) gesamt)			
3	Fachschule der Bundeswehr **	0,667	0,67	7,33
4	Abendgymnasium / Bayernkolleg	1,250	1,25	7,50
24	Sonderformen der Hochschulzugangsberechtigung (siehe nebenstehend)	0,292	1,92	6,46

Die Gruppe der Studierenden mit Sonderformen der Hochschulzugangsberechtigung umfasst z. B. Telekolleg (Technik, etc.), Studienkolleg oder Technikerschule.

Verständnisproblemen anhand der vorgelegten Fragen gibt folgende Tabelle Auskunft. Absolventen von Gymnasium allgemein bzw. Gesamtschule sind in der Regel nicht aus Bayern. Einige Schultypen sind wegen geringer Fallzahl nicht ausgewertet worden (*) oder die Ergebnisse werden wegen geringer Fallzahlen als nicht signifikant angesehen (**).

Aus psychologischen Experimenten ist ersichtlich, dass der Lernprozess keineswegs eine passive Aufnahme des Lernstoffes durch den Lernenden mittels Zuhörens oder Zusehens ist, sondern vielmehr ein aktives Bearbeiten oder Verarbeiten des Gehörten oder Gesehenen in bestimmten Gehirnprozessen erfordert.

Das Überwinden solcher Fehlkonzepte erfordert einen Konzeptwechsel bei dem Lernenden. Jener ist schwer, weil er meist ein Umdenken von der ontologischen Kategorie „Sache“ oder „Ding“ zur Kategorie „Prozess“ erfordert (Chi et. al.). Ein Konzept wird vielmehr erst dann vom Lernenden abgelegt oder überwunden, wenn es eine Klasse von Problemen erzeugt, bei denen es dem Konzept offensichtlich an Möglichkeiten zur Lösung mangelt: „Central concepts are likely to be rejected when they have generated a class of problems which they appear to lack the capability to solve“ (Posner). Ein verbreitetes Beispiel sind Fehlkonzepte über die Newtonsche Mechanik, weil vom Lernenden Kraft und Bewegung von der Alltagserfahrung her als ständigem Wirken von Reibungskräften ausgesetzt erfahren und konzeptioniert werden, im Gegensatz zum Konzept der Trägheit. „Das Fahrzeug fährt nur solange es getrieben wird - fehlt der Antrieb, bleibt es stehen“, „Kraft proportional Geschwindigkeit“ statt Beschleunigung. Dieses Fehlkonzept röhrt von den täglichen Lebenserfahrungen mit überwiegendem und stetigem Einfluss der Reibung her, welche Newtons Axiome im Leben verschleieren. Verbreitet ist auch, dass Studierende sich ihnen gestellte Probleme als Präpositionen oder Bilder repräsentieren, was die Anwendung von zentralen Konzepten wie

Newton's Axiomen verhindert, wie z. B. in den Gedanken-Experimenten mit der Rakete. Der Reformpädagogen Wagensein entwickelte nach der Mitte des 20. Jahrhunderts am Reformgymnasium Odenwaldschule und an der Pädagogischen Hochschule bzw. Universität Frankfurt die sogenannte „genetische Methode“ des Lehrens von Mathematik und Naturwissenschaften mit exemplarischem Lehren (Skovsmose). Diese basiert auf Entwickeln des Lehrstoffes aus einem Beispiel oder einer Erfahrung des täglichen Lebens heraus mittels sokratischer Fragen und Antworten (Heymann). Dazu eignen sich für unsere heutigen Studierenden Bewegungsabläufe und Fortbewegung mit Fahrzeugen besonders gut. Dies sind aus dem täglichen Leben vertraute Ansatzpunkte, aus denen heraus die Lösung eines physikalischen Problems entwickelt werden kann (Schiewe). Denn zum Einstieg in ein Lehrgebiet ist Wagensein zu Folge ein möglicherweise kompliziertes Problem aus dem Alltag besser geeignet als ein Anfang mit den meist nur scheinbar einfachsten Grundlagen. Kern der genetischen Methode ist: „ausgehend von wirklichen Problemen und in der produktiven Suche, dem Finden und dem kritischen Prüfen das Zustandekommen echter Einsichten wirklich nachvollziehen lassen“ (Schuberth).

Diesen Ideen folgend können z.B. die entscheidenden Experimente rekonstruiert werden, welche zur Geburt der modernen Physik bei Galilei durch Erkenntnis des Trägheitssatzes führten. Diese können Lehrende wie Lernende nachvollziehen, um naive Vorverständnisse der Studierenden über Bewegungsvorgänge zu überwinden. Nachbilden der Erkenntnisschritte der Menschheit werden also dem lernenden Studierenden am besten zum Konzeptwechsel und damit zum nachhaltigen Unterrichtserfolg verhelfen, entsprechend der Forderung von Wagensein zur „Rettung der Phänomene“. Dazu taugt im Besonderen das von Wagensein beschriebene Experiment mit einem vom Schiffsmast fallenden Stein (Rumpf et. al.).

Begeisternd Führen

Ein Führungsmodell wird zur Anwendung gebracht



Prof. Dr. Mahena Stief

Hochschule Augsburg

Fakultät für
Allgemeinwissenschaften
Leitung Zentrum für
Sprachen und Interkulturelle
Kommunikation
Telefon +49(0)821 5586-2991
mahena.stief@hs-augsburg.de

Fachgebiete

- Soziale Kompetenzen / Psychologie

Forschungsgebiete

- Personalentwicklung
- Führen
- Change Management

Führungskräfte stehen im Fokus. Die Erwartungen von Unternehmen an Führungskräfte steigen, auch in Verbindung mit dem „new leadership approach“, dem zur Zeit vorherrschenden Führungsparadigma. Viele Mitarbeiter sind unzufrieden mit ihrer Führungskraft und hegen sehr hohe Erwartungen an ihre Chefs und Chefinnen. Betrachtet man diese gestiegenen Anforderungen vor dem Hintergrund der aktuellen Krankenreports, stellt sich die Frage, wie die Führungskräfte selbst ihre Lage sehen. Denn die Zahlen zeigen seit Jahren auf, dass die Gefahr wächst, dass auch Manager ihren Aufgaben nicht mehr gewachsen sind und psychische Erkrankungen entwickeln.

Das Forschungsfeld „Begeisternd Führen“ an der Fakultät für Allgemeinwissenschaften beschäftigt sich mit modernen Führungskonzepten vor dem Hintergrund aktueller Trends. Wir gehen unter anderem der Frage nach dem Zusammenhang von Führungsstilen mit der Gesundheit der Führungskräfte nach oder der Frage, was Führen mit Werten eigentlich genau bedeutet. Dabei interessiert uns die Anwendung dieses Wissens in der Praxis, wie beispielsweise die Frage „Wie können Unternehmen Führungskräfte unterstützen, den modernen Anforderungen an Führungsverhalten gerecht zu werden und ihre Gesundheit zu erhalten?“

Aktuelle Führungskonzepte, wie das Konzept von Bass des „Full Range of Leadership“ (Bass & Riggio, 2006), beschreiben, was ideales Führungsverhalten ausmacht und legen dabei die Latte für gutes Führen immer noch höher: Erfolgreiche Führungskräfte sind anwesend und ansprechbar, wirken und handeln in jeder Lage souverän und gestalten gute „Austauschbeziehungen“. Sie sorgen also für Verlässlichkeit und das richtige Maß an Belohnung, Lob und Feedback (= transaktionale Führung). Außerdem optimieren sie laut Sprenger (2012) ständig die Rahmenbedingungen für gute Leistungserbringung, geben jedem den richtigen Handlungsspielraum und überprüfen selbst immer wieder, ob sie nicht durch das bloße Führen Transaktionskosten verursachen und sich nicht eigentlich lieber zurückziehen sollten.

Damit ist die Anforderungsliste noch nicht zu Ende. Gerade in den letzten Jahren wurde wieder der Ruf laut nach charismatischem Führen und Führen mit Wer-

ten. Führungskräfte sollen inspirieren, die Mitarbeiter intellektuell stimulieren und die individuelle Entwicklung jedes Einzelnen fördern. So sieht es das Modell des „transformativen Führens“. Seit einiger Zeit gibt es diesen Trend nun schon in den USA und seit einigen Jahren werden nun auch deutsche Forscher und große Unternehmen immer aufmerksamer für diese Konzepte. Bringt transformatives und transaktionales Führungsverhalten so viel wie es verspricht? Es gibt genügend Anzeichen dafür, dass es so ist. Studien zeigen, dass dieses Führungsverhalten einen positiven Einfluss auf die Zufriedenheit, Leistungsbereitschaft und Leistung sowie die Gesundheit usw. der Mitarbeiter hat.

Eine unserer eigenen Studien rund um Führen und Persönlichkeit von Christine Tenter (2014) befasste sich mit dem Thema „Narzistische Führung“. Sie brachte zu Tage, dass junge Erwachsene mit ersten Berufserfahrungen bereits sehr häufig Erfahrung mit extremen Führungspersönlichkeiten gemacht haben. Negative Folgen solchen Führungsverhaltens wurden auch hierbei ganz deutlich sichtbar.

PESÖNLICHKEIT - FÜHRUNGSTIL - WERTE - GESENDHET
Was uns nun stark interessiert: Wie steht es um die Führungskräfte selbst? Prof. Dr. Stief hat vor zwei Jahren begonnen, zusammen mit einigen Master- und Bachelorstudentinnen das Themenfeld „Persönlichkeit, Führungsstil, Werte und Gesundheit“ genauer unter die Lupe zu nehmen, da es bisher dazu wenig empirische Befunde gibt.

Fragen, die uns beschäftigen, sind: Was ist das genau: Führen mit Werten? Was verstehen Führungskräfte darunter? Wie geht es Führungskräften in Unternehmen heute, insbesondere dem mittleren Management?

Dabei interessiert besonders die Anwendung. Welche Konzepte lassen sich denken, beides zu vereinbaren: Der Wunsch und die Anforderung gesund zu bleiben mit dem steigenden Druck auf Führungskräfte? Denn die steigenden Zahlen psychisch Erkrankter unter Mitarbeitern führen zu immensen betriebswirtschaftlichen und menschlichen Folgen. Auch immer mehr Führungskräfte sind davon betroffen.

Die gemeinsame Studie von Katharina Kriens (2014) und Eva Schmid (2014) erbrachte erste span-

nende Ergebnisse. Insbesondere Führungskräfte, die selbst davon überzeugt sind mehr transformational zu führen, sind auch psychisch gesünder. Es gibt also weniger körperliche Warnsignale. Sie sind insgesamt optimistischer und resilenter und damit widerstandsfähiger. Besonders ist uns in der Studie aufgefallen, dass der erlebte Belastungsdruck in der von uns untersuchten Stichprobe von gut 100 Befragten enorm ist. Ein zufälliger Befund oder ein alarmierendes Signal? Außerdem spannend: Wir haben erste Hinweise gefunden, dass gerade das „verlässliche, transaktionale Führen“ (Führen durch Stabilität, Austauschbeziehungen, ausreichend Lob und Feedback) mit höherem erlebtem Druck bei den Führungskräften einhergeht.

TRANSFORMATIONALES FÜHREN BIETET CHANCEN

Nicht aber beim transformationalen Führen, das mit Werten, Inspiration, Visionen und individueller Förderung arbeitet. Tatsächlich kann also im transformationalen Führen eine Möglichkeit liegen, Führungskräfte zu entlasten. Dazu müssen sie aber in der Lage sein, dieses Führungsverhalten sinnvoll und authentisch ins eigene Verhalten zu integrieren. Wer beispielsweise lediglich ein Mal pro Jahr seine Mitarbeiter fragt, wie es ihnen geht, wirkt aufgesetzt, aber nicht authentisch. Gerade hier ist also Aufmerksamkeit des Unternehmens geboten. Hier lässt sich etwas tun. Gerade das mittlere Management sollte dabei unterstützt werden, erfolgreich zu führen, da es sich um eine sehr wirkmächtige Gruppe handelt.

AUSBLICK

Wir planen gerade zukünftige Studien und kooperieren dabei gerne mit Unternehmen, die eine Bestandsaufnahme bei sich machen wollen bezüglich Führungsstil im Unternehmen und Situation der Führungskräfte. Beispielsweise, um danach die aktuellen Instrumente der Führungskräfteentwicklung zu überprüfen und ggf. den neuen Anforderungen anzupassen.

Prof. Dr. Stief wendet die Ergebnisse bereits in Trainings- und Beratungskonzepten an. Trainingsreihen und Coachings können Führungskräfte dabei unterstützen einen authentischen Führungsstil entwickeln, der zu den eigenen Werten und dem Unternehmen passt. Gleichzeitig ist es für Führungskräfte heute wichtig,

Beispiel für Trainingsmodule

1. Die Gesundheit der Führungskräfte erhalten und fördern

- Was ist psychische Gesundheit?
- Wie wird man widerstandsfähig?
- Persönliche Bestandsaufnahme
- Sich fit machen für die Zukunft

2. Stabile Führungsrolle und gute Austauschbeziehungen

- Eine stabile Rolle und Haltung finden
- Führen mit Wertschätzung
- Führen mit Zielen
- Erfolg ermöglichen durch indirektes Führen

3. Transaktional Führen

- Persönliche Bestandsaufnahme
- Führen mit Werten und Führen mit Visionen
- Führen als Vorbild: Best Practice
- Mitarbeiter-Portfolios (Persönlichkeiten, Motivation, Kompetenzen)
- Wege Mitarbeiter individuell zu fördern
- Führen durch Hinterfragen und intellektuelle Stimulierung

Tabelle: Trainingsmodule einer Führungsreihe zu Führen und Gesundheit.

sich beständig weiterzuentwickeln, indem sie lernen, die vier modernen Führungsverhaltensweisen sinnvoll in ihr tägliches Tun zu integrieren. Trainingsmodule dazu sind in Anwendung und Erprobung.

LITERATUR

- Bass, B. M. & Riggio, R. E. (2006). Transformational Leadership. Mahwah: Erlbaum.
- Sprenger, R. (2012). Radikal führen. Frankfurt: Campus.

Graduiertenzentrum an der Hochschule Augsburg gegründet

Zusätzliches Angebot für den wachsenden Anteil kooperativer Doktoranden an der Hochschule Augsburg



Prof. Dr.-Ing. Rita Hilliges

Leiterin Graduiertenzentrum

Hochschule Augsburg

Fakultät für Architektur
und Bauwesen

Fachgebiet Wasserrwirtschaft
und Umwelttechnik

Telefon +49(0)821 5586-3114
rita.hilliges@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- Siedlungswasserwirtschaft
- Abwasserreinigung
- Deammonifikation
- Mikroschadstoffe
- Umgang mit
Niederschlagsabläufen
- Regenwassermanagement

Derzeit haben die Hochschulen in Bayern kein Promotionsrecht. Durch die Möglichkeit der kooperativen Promotion ist der Anteil der Doktoranden an der Hochschule Augsburg mittlerweile jedoch immerhin im niedrigen zweistelligen Bereich angekommen. Aktuell promovieren 15 junge Wissenschaftler kooperativ an der Hochschule. Um für diese wachsende Zahl der Promovenden zusätzlich zur fachlichen Betreuung eine hochwertige Ausbildung garantieren zu können, wurde im Sommersemester 2014 ein zentrales Graduiertenzentrum für die Förderung der Promovierenden gegründet. Aufgaben des Graduiertenzentrums sind die Förderung der Nachwuchswissenschaftler sowie deren Vernetzung. Außerdem dient das Graduiertenzentrum als weiteres Werkzeug, um die Qualität des Promotionsprozesses zu sichern und weiterzuentwickeln.

PROMOTIONSRECHT

Bereits seit der umfassenden Reform des Bayerischen Hochschulrechts (2006) bzw. ausdrücklich seit der Hochschulrechtsnovelle 2009 und 2011 sowie weiteren Änderungen in 2012 wird die kooperative Promotion zwischen Universitäten einerseits und Fachhochschulen andererseits im Gesetz ausdrücklich definiert. Die Universitäten werden verpflichtet, die kooperative Promotion, also die Mitwirkung eines Fachhochschulprofessors an einem Promotionsverfahren, in ihrer Promotionsordnung zu regeln.

Professoren einer Universität sowie einer Hochschule verständigen sich hier auf die gemeinsame Betreuung der Promotion eines (HAW)-Absolventen.



Impressionen vom
ersten Brown-Bag-Meeting im Juli 2014.



Hochschulprofessoren sind als Gutachter am förmlichen Promotionsverfahren der Universität beteiligt.

In Schleswig-Holstein, Baden-Württemberg und Hessen wird aktiv an neuen Wegen zur Promotion gearbeitet. Im Rahmen der sog. „Experimentierklausel“ soll einem Zusammenschluss von Hochschulen für angewandte Wissenschaften (HAW) das Promotionsrecht befristet und thematisch begrenzt verliehen werden. Anlässlich eines Besuchs an der Hochschule Neu-Ulm im Februar 2014 sagte der bayerische Staatsminister für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst, Ludwig Spaenle, im Interview, dass intelligente Lösungen auch in Bayern gefunden werden müssten. Trotz des anderen Profils der Hochschulen sollte diesen der Bestendurchgang bis zur Promotion hin ermöglicht werden.

GRADUIERTENZENTRUM

Die Hochschule Augsburg geht davon aus, dass die Zahl der Doktoranden in den nächsten Jahren ansteigen wird. Über zwei Dritteln der 15 Doktoranden an der Hochschule verteilen sich etwa gleich auf die Fakultäten für Maschinenbau und Verfahrenstechnik sowie Elektrotechnik. Die anderen finden sich an den Fakultäten Allgemeinwissenschaften und Informatik.

Seit dem Sommersemester 2014 wird neben dem fachlichen Angebot durch die betreuenden Professoren mit dem Graduiertenzentrum ein zusätzliches Angebot bereitgestellt. Es handelt sich um ein freiwilliges und kostenloses Angebot, das auf die speziellen Bedürfnisse der Promovierenden abgestimmt ist. (Leitung: Prof. Dr.-Ing. Rita Hilliges).

Im Zwei-Monats-Rhythmus finden sog. Brown-Bag-Meetings zur Mittagszeit statt, bei denen sich die Doktoranden in lockerer Atmosphäre austauschen können.

Zusätzlich werden Kurse in Form von Workshops angeboten, die die Fähigkeiten der Doktoranden in den Bereichen Wissenschaftskompetenz, Soft Skills / Persönlichkeitsentwicklung und Führungskompetenzen stärken sollen. Das jeweilige Programm wird nach den Wünschen der Doktoranden zusammengestellt.

Im Wintersemester 2014/15 wird es Kurse zur statistischen Auswertung von Daten sowie eine gezielte Vorbereitung für Vorträge auf englischsprachigen, wissenschaftlichen Konferenzen geben.

Ästhetisch motivierte Gestaltung als persuasives Element in interaktiven Medien

Synergien aus der Zusammenführung zweier grundverschiedener Disziplinen

Anwender können beim Erreichen persönlicher Ziele durch Software unterstützt werden, indem expressive, ästhetische Gestaltungsansätze zum Einsatz kommen. Weil Computertechnologie eine dynamische Charakteristik hat, ist dabei allerdings ein adaptives Visualisierungssystem erforderlich.

Hinsichtlich der Vermarktung haben Software-Entwickler ein Interesse daran, dass sich ihr Produkt von anderen abhebt und Menschen so begeistert, dass sie es aus eigenem Antrieb heraus nutzen und darüber sprechen, d.h. es weiter verbreiten. Aus Sicht des Anwenders spielt die Begeisterung für das Produkt eine ebenso wichtige Rolle wenn es darum geht, mit Hilfe von unterstützender Software persönliche Ziele zu erreichen, wie es z.B. bei virtuellen Fitness-Trainern, Ernährungsratgebern, Energiesparassistenten und anderen Empfehlungssystemen der Fall ist. Das Forschungsfeld des „Persuasive Computing“ beschäftigt sich mit Mechanismen, die einen Anwender zu einem selbst gesteckten Ziel führen.

Bisher dominierten in der Informatik sachliche (d.h. messdatennahe) Darstellungsformen als Grundlage von Visualisierungen. Hierfür stellt die Arbeit zwei neuartige Graphen vor, die sich eignen, um mehrdimensionale Daten so darzustellen, dass sie sowohl zeitliche Veränderungen als auch Mengenrelationen abbilden. Zudem wird diesem Ansatz die Rolle von ästhetischer Gestaltung gegenübergestellt. Diese verfügt über eine emotionale Komponente, die sich unterstützend auf das Mensch-

Maschine-Verhältnis auswirkt und somit als persuasives Werkzeug dienen kann. Hierbei spielt weniger die rationale Effizienz als vielmehr die erzählerische Eigenschaft eine Rolle, die sich wiederum besonders gut für dramaturgische Inszenierungen (z.B. Computerspiele) eignet.

Weil der klassische statische Gestaltungsprozess nicht auf die Dynamik interaktiver Medien eingehen kann, wird ein Ansatz zu adaptiver grafischer Formgebung vorgestellt, mit dem sich die visuelle Expressivität einer virtuellen Inszenierung in Echtzeit an eine inhaltliche Dramaturgie anpasst. Durch Anbindung einer dynamischen Grafik an Energieverbrauchsdaten zeigt der Transfer in ein Alltagsszenario wie ästhetische Darstellungsformen Aussagen zur Bewertung des eigenen Verhaltens transportieren können.

Konzepte der Spielifizierung bauen auf Wettbewerbs- sowie Kollaborationseffekte auf, die sich in der Weiterentwicklung des ästhetisch motivierten Ansatzes potentiell für eine Wirkungsverstärkung eignen. Virtuelle Agenten lassen sich zudem einsetzen, um durch Personifizierung eine starke emotionale Bindung zu generieren. Hier wurde ein Satz virtueller Charaktere entwickelt, der bereits erfolgreich in einer internationalen Lernsoftware zum Einsatz kam.

Die Dissertation entsteht in Zusammenarbeit mit der Universität Augsburg – Lehrstuhl für Human Centered Multimedia – sowie u.a. mit der Universität von Waikato (Neuseeland) im Kontext des Forschungsprojekts IT4SE.



Dipl.-Inf. (FH) Dipl.-Des. (FH)
René Bühling, M.Sc. M.A.

rene@buehling.org

Betreuer

Prof. Dr. Thomas Rist

Hochschule Augsburg

Fakultät für Informatik

Telefon +49(0)821 5586-3249
thomas.rist@hs-augsburg.de

Fachgebiete

- Aesthetic Technology
- Digital Storytelling
- Entertainment Computing



Virtuelles Gartenszenario, das den gemessenen Energieverbrauch mit ästhetischer Grafik darstellt:

Links: Zustand bei ressourcenschonendem Verhalten. Rechts: Zustand bei hohen Verbrauchswerten. Durch Adaptionsverfahren ist ein stufenloser Übergang zwischen beiden Extremen möglich.

Identifikation und Aufbereitung von Wissensstrukturen

Entwicklung von Szenarien zur Evaluierung konkreter Abhangigkeiten zwischen Computerspiel und Lerneffekt



Alexander Graf

alexander.graf@hs-augsburg.de

Betreuer

Prof. Dr. Rainer Kelch

Hochschule Augsburg

Fakultät für
Allgemeinwissenschaften

Telefon +49(0)821 5586-3476
rainer.kelch@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- Wissensmanagement
 - E-Learning
 - Prozessmodellierungssprachen

Kooperative Promotion

mit UFRJ, Brasilien,
Prof. Dr. Maria Luiza Campos

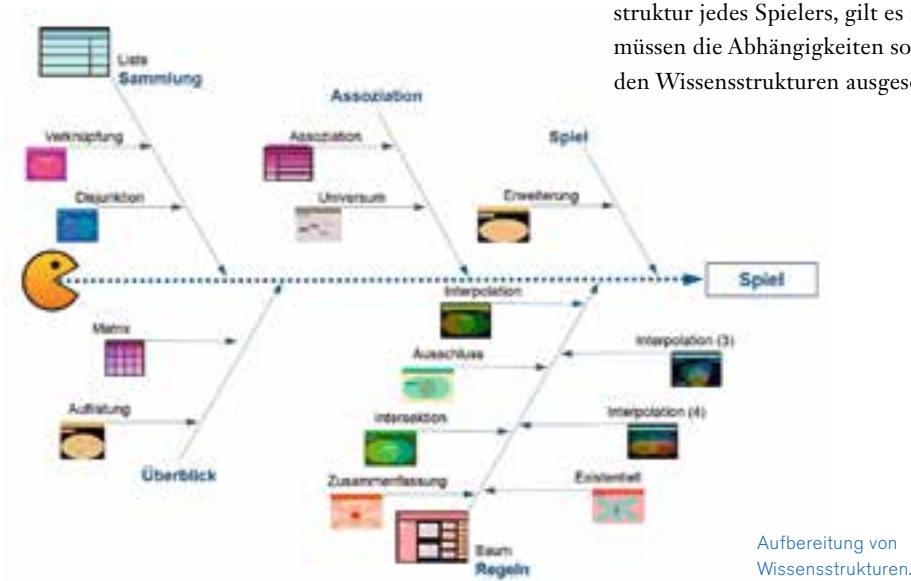
Die Entwicklung von Lernsoftware zur Unterstützung des Lernprozesses stellt Software-Entwickler vor fachfremde didaktische Herausforderungen. Software und IT können den Lernprozess in vielerlei Hinsicht unterstützen sowie den Lernprozess verbessern. Dies gilt gleichermaßen für die Lehrenden wie auch für die Lernenden. Ziel dieser Forschungsarbeit ist die granulare Identifikation von Lernelementen innerhalb einer Lernanwendung sowie verschiedener Wissensstrukturen. Die Entwicklung diverser Szenarien zur Evaluierung konkreter Abhängigkeiten zwischen Computerspiel und Lerneffekt bildet die Grundlage für dieses Forschungsvorhaben.

Heutige CBL (Computer Based Learning) / CAL (Computer Assisted Learning) Technologien erlauben unterschiedliche Lernszenarien dynamisch zu erzeugen und auf verschiedene Lerntypen einzugehen. Moderne Infrastrukturen ermöglichen just-in-time in Abhängigkeit von Lernstatus, Niveau und Lernenden aufbereitete Inhalte bereitzustellen. Die Qualität der Inhalte hängt u.a. von der Lerntypenklassifizierung, der Qualität der Aufbereitungsmöglichkeiten und dem bekanntem Wissen über Einflüsse der Aufbereitung auf das Lernverhalten des individuellen Lerntyps ab. Die Identifikation von vorhandenen Wissens- und Lernstrukturen der Lernenden stellt hierfür eine wesentliche Voraussetzung dar.

Eine Lernstruktur, wie beispielsweise eine Liste oder eine Zusammenfassung kann inhaltsabhängig (Fakten- bzw. Methodenwissen) und lerntypenabhängig gezielt angesprochen werden und so der Lerneffekt maximiert werden. Durch die gezielte Eliminierung und Reduzierung von Struktur-Wissenslücken kann der Wissensaufbau des Lernenden sukzessive verbessert werden. Dies bezieht insbesondere Wissen, welches notwendig ist um Transfer-, Entscheidungs- und Handlungsfähigkeit zu gewährleisten, mit ein.

Als erster Ansatz, um oben genannte Zusammenhänge detaillieren zu können, wurden in einem Versuch Wissensstrukturen durch Spiele ohne Regeln geschaffen. Probanden entwickeln dabei mit Hilfe von Spielmaterial ein Spiel. Zu Beginn des Versuchs sind keinerlei Regeln vorgegeben. Die entwickelten Spiele sind mannigfaltig, da die Regeln dynamisch von den Spielern selbst entwickelt werden. Als Spielmaterial stehen diverse Teile zur Verfügung.

Nach Versuchsende wird das Vorgehen bei der Spielentwicklung analysiert und Wissensstrukturen zugeordnet, angefangen von einer einfachen Liste, einer Baumstruktur bis zu komplexen Strukturen. Die identifizierten Wissensstrukturen können nun mit Hilfe von einfachen Computerspielen analysiert werden. Einflüsse der entwickelten Spiele auf das Wissens- und Entwicklungs niveau, abhängig von der individuellen Wissensstruktur jedes Spielers, gilt es zu identifizieren. Ferner müssen die Abhängigkeiten soweit möglich zwischen den Wissensstrukturen ausgeschlossen werden.



Entwicklung eines Modells zur Simulation von Lernprozessen bei E-Learning-Kursen

Wissensaufbau steigern, Lernfortschritte visualisieren und Motivation fördern

Der Denkprozess im Gehirn hängt vom vorhandenen Wissen ab. Ein E-Learning Framework für beliebige Lerninhalte kann mittels intelligenter Agentensysteme im Hintergrund auf Nutzer eingehen und das Lernen unterstützen. Diese Forschungsarbeit zielt darauf ab, die Denkprozesse im Gehirn zu identifizieren um somit E-Learning-Inhalte auf Denkstrukturen anpassen zu können.

Ein intelligentes Agentensystem bildet Denkstrukturen im Gehirn ab, um Lernmuster und das Verhalten bei fehlendem und vorhandenem Wissen zu vergleichen. Unter Zuhilfenahme ontologischer Modellierungskonzepte wurde ein Modell entwickelt, dessen Umsetzung in einem neuronalen Netzwerk die grundlegenden Funktionen des menschlichen Gehirns simulieren kann. Durch Analyse des grundlegenden Lernprinzips wurden einem Wissensfraktal-Vergleich sechs Ereignisphasen im Denkprozess zugeordnet: Die Kollektion vorhandener Wissensfraktale und Erkenntnisse, die Assoziation der Erkenntnisse zueinander, die Operation auf verfügbare Assoziationen, die Definition als Ergebnis der Operationen als Erkenntnis, das Abspeichern der Definitionen sowie die Transformation der Wissensfraktale aufgrund neuer Erkenntnisse wurden ontologisch als Regelkreis modelliert und farblich hervorgehoben.

Durch einen Lernkursaufbau unter Berücksichtigung der sechs Ereignisphasen im Denkprozess-Regelkreis, ist es möglich, Wissen so aufzubereiten, dass ein

Framework im Hintergrund (bspw. durch Quizfragen oder Wissensmappen), die Verfügbarkeit notwendiger Sachverständnisse (Kollektion) für eine vollständige Assoziation prüfen kann. Die Durchführbarkeit von Operationen kann durch Aufgabenstellungen nach Erkennung fehlender Erkenntnisse im Kurs direkt abgefragt werden, um die Transformation des gegenwärtigen Wissens zu unterstützen. Die Unterstützung wird durch ein sogenanntes Empfehlungssystem (Recommender-System) gewährleistet. Ähnlich wie beim Cross-Selling-Algorithmus von Amazon, kann der Kursteilnehmer beim Wissensaufbau begleitet und sein Fortschritt sowie seine Motivation messbar gemacht werden. Durch die Visualisierung des eigenen Lernfortschritts im Vergleich der Lernfortschritte anderer Kursteilnehmer kann die Lernmotivation, ähnlich wie die angestrebte Motivation bei Computerspielen, erheblich gesteigert und damit eine höhere Leistung erzielt werden.

LITERATUR

- [1] Guizzardi, G. (2005). Ontological foundations for structural conceptual models, volume no. 015 of Telematica Instituut fundamental research series.
- [2] Sporns, O. (2011). Networks of the brain. MIT Press, Cambridge and Mass.
- [3] Ricci, F. et. al. (2011). Recommender Systems Handbook. Springer US.

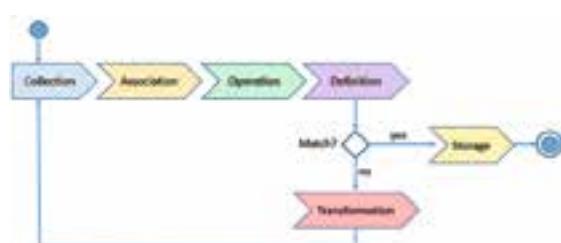


Abb. 1: Regelkreis für einen Denkprozess.

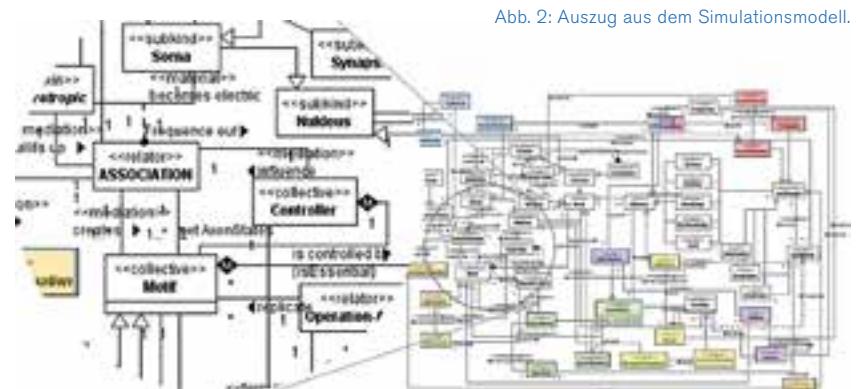


Abb. 2: Auszug aus dem Simulationsmodell.



Harald Kisch

harald.kisch@hs-augsburg.de

Betreuer

Prof. Dr. Rainer Kelch

Hochschule Augsburg

Fakultät für
Allgemeinwissenschaften

Telefon +49(0)821 5586-3476
rainer.kelch@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- Wissensmanagement
- E-Learning
- Prozessmodellierungssprachen

Kooperative Promotion

mit UFRJ, Brasilien
Prof. Dr. Claudia Motta

Radarbasiertes Bildgebungsverfahren mit hoher Winkelauflösung für Messsysteme mit geringer Antennenanzahl

Dissertation Hochfrequenzmesstechnik



Angeregt durch das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Forschungsvorhaben „UWB- und MIMO-Radar“ entstand die nun erschienene Dissertation. Im Rahmen einer kooperativen Promotion mit der Ruhr-Universität Bochum wurde untersucht, mit welchen Maßnahmen die Genauigkeit von mehrdimensional messenden Radarsystemen bei gleichzeitiger Kosten- und Aufwandsreduzierung gesteigert werden kann. Füllstandsmeßsysteme können auf dieser Basis zuverlässiger arbeiten.

Dr.-Ing. Stephan Kolb

Hochschule Augsburg

Fakultät für Elektrotechnik
Labor für Hochfrequenztechnik
Telefon +49(0)821 5586-1052
stephan.kolb@hs-augsburg.de

Radarsysteme sind bei einer Vielzahl von Applikationen äußerst nützliche Sensoren. Bei der von dieser Arbeit adressierten Anwendung der industriellen Füllstandsmesstechnik vereinen sich die Eigenschaften einer hohen Präzision, einer Autarkie von Sichtverhältnissen und der Möglichkeit einer kontaktlosen Messung bei Einsatz eines radarbasierten Messsystems. Allerdings können etablierte monostatische Systeme teilweise nicht zwischen der Reflexion des eigentlichen Füllstands und weiteren Störreflexionen, verursacht z.B. durch Tankinbauten, unterscheiden. Dieser Umstand hat eine reduzierte Zuverlässigkeit der Messeinrichtung zur Folge. Die Schlüsselfunktion zur Verbesserung der Ausfallsicherheit liefert ein abbildendes Radarsystem durch die Bereitstellung von mehrdimensionalen Messdaten. Die Anforderungen an die Genauigkeit für die erweiterten Dimensionen definieren die Ausdehnung des eingesetzten Sensors in seiner Realisierung als Gruppenantenne. Im Allgemeinen darf der Abstand der Einzelantennen dabei nicht die halbe Wellenlänge der Mittenfrequenz überschreiten, so dass eine hohe Aperturausdehnung gleichbedeutend ist mit einer hohen Antennenanzahl. In entsprechendem Maß steigen die Kosten für ein derartiges System. Ansätze zur Reduzierung der Antennenanzahl sind infolgedessen für eine wirtschaftliche Umsetzung von bildgebenden Radarsystemen erforderlich und wurden im Rahmen dieser Dissertation untersucht.

Eine Verletzung der Einzelabstandsregel führt zu unterbesetzten Gruppenantennen, die bei schmalbandigen Messungen aufgrund von Mehrdeutigkeiten nicht einsetzbar sind. Es kann jedoch gezeigt werden, dass mit Anhebung der Messbandbreite jene Sekundärmaxima des Abbildungsverhaltens in ein erhöhtes

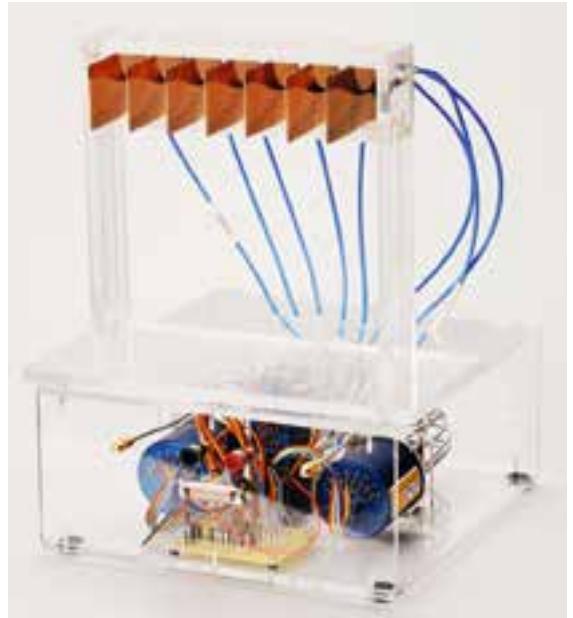
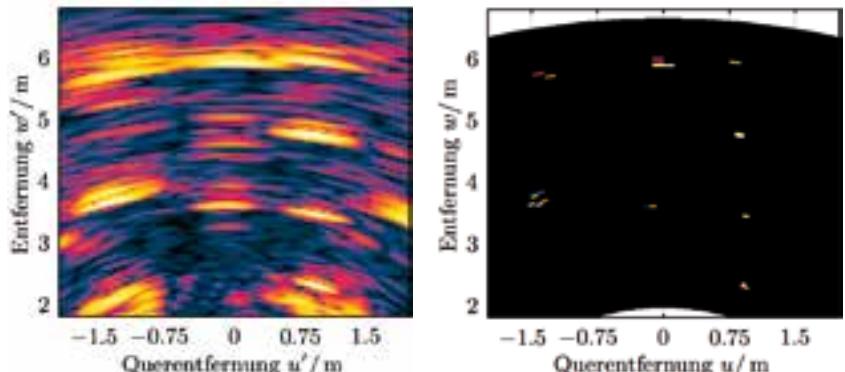


Abb.1: Radarprototyp bestehend aus Gruppenantenne mit 7 Elementen und Koaxialschaltmatrix als Multiplexer.

Nebenmaximalniveau umgewandelt werden können. Dieser vermeintliche Nachteil ist allen Maßnahmen zur Reduzierung der benötigten Einzelantennen gemein (z.B. Antennengeometrien mit minimaler Redundanz) und führt unweigerlich zur Maskierung von Radarzielen mit niedriger Reflektivität durch dominante Reflexionen. Der Zusammenhang ist deterministisch und kann mithilfe eines systemtheoretischen Ansatzes beschrieben werden. Zu diesem Zweck wird das frequenzabhängige Verhalten der Gruppenantenne und des nachfolgenden Radarsystems in Form einer Zielimpulsantwort zusammengefasst, die Radarziele im Raum und die resultierenden Messdaten miteinander verknüpft. Somit kann eine lineare Abhängigkeit zwischen Eingangs- und Ausgangsgröße eines bildgebenden Systems angegeben werden, die der Operation einer Faltung folgt. Mit Durchführung einer inversen Faltung kann aus den Messdaten auch auf maskierte Radarziele zurückgeschlossen werden. Im Allgemeinen sind inverse Probleme nicht-trivial zu lösen und müssen durch die Einprägung von sinnvollen Nebenbedingungen stabilisiert werden. In diesem Zusammenhang kann die Tatsache ausgenutzt werden, dass in Relation zu dem zu beo-



bachtenden Raum meist eine verhältnismäßig geringe Anzahl von Reflektoren vorliegt – das Radarszenario ist also bei diskreter Darstellung dünnbesetzt.

Anhand simulationsgestützter Testreihen konnte bei Betrachtung typischer Fehlerkriterien die Anwendbarkeit von unterbesetzten Antennensystemen in Verbindung mit breitbandig messenden Radarsystemen und der vorgeschlagenen Signalverarbeitung belegt werden. Für eine messtechnische Verifikation wurde außerdem ein Demonstrator aufgebaut (Abbildung 1), der auf Basis eines frequenzbereichsmessenden Radarsystems die Untersuchung unterschiedlicher Antennengeometrien

zulässt. Während das herkömmliche Verfahren durch die unterbesetzte Struktur der Gruppenantenne Mehrdeutigkeiten aufweist (Abbildung 2a), zeigt das Ergebnis der neuen Methode eine trennscharfe und eindeutige Reflexionsverteilung (Abbildung 2b). Das größte Einsparpotential kann dabei mittels einer Antennengeometrie mit minimaler Redundanz erzielt werden, deren Grundabstand der Einzelantennen zu einer unterbesetzten Struktur skaliert wurde.

Abb. 2a (links): Rohdaten einer Radarmessung.

Abb. 2b (rechts): rekonstruiertes Radarszenario.

WIR GEHEN INS DETAIL.

GENAUIGKEIT BEFLÜGELT.

Sie sind technikbegeistert und detailverliebt, so wie wir bei FERCHAU? Dann werden Sie Teil des technologischen Fortschritts und beweisen Sie Ihr Können in vielfältigen Projekten quer durch alle Disziplinen und Branchen.

Folgen Sie Deutschlands Engineering-Dienstleister Nr. 1 mit mehr als 6.000 Mitarbeitern an über 60 Standorten. Bewerben Sie sich jetzt unter der Kennziffer HP14-003-9023 bei Frau Karoline Janik oder bei Frau Julia Sambeth.

FERCHAU
ENGINEERING

FERCHAU Engineering GmbH
Niederlassung Augsburg
Frau Karoline Janik, Neuburger Straße 29, 86167 Augsburg
Fon +49 821 27243-0, Fax +49 821 27243-19, augsburg@ferchau.de

Geschäftsbereich AVIATION
Augsburg
Frau Julia Sambeth, Pröllstraße 14, 86157 Augsburg
Fon +49 821 650888-0, Fax +49 821 650888-10, aviation.aug@ferchau.de

FERCHAU.DE/GO/KARRIERE
WIR ENTWICKELN SIE WEITER

Objekterkennung mit FPGAs und neuronalen Netzen

Industrielle Fertigung und Montage: Bauteile sicher erkennen und unterscheiden



In der industriellen Fertigung und Montage ergibt sich häufig das Problem, dass Bauteile, die beliebig auf einem Förderband verteilt sein können, von einem Roboter erfasst und verarbeitet werden müssen. Für die Erkennung der Objekte bieten sich optische Kameras an. Die Stücke auf dem Förderband sind jedoch ungeordnet und können beliebig rotiert oder teilweise verdeckt sein. Das verwendete Computer-Vision-System muss deshalb in der Lage sein, die Bauteile sicher zu erkennen und zu unterscheiden.

Victor Lomas

Doktorand

**Nationale Autonome
Universität von mexiko**

Institut für Angewandte
Mathematik und
Systemforschung

Betreuer

Prof. Dr. Gundolf Kiefer

Hochschule Augsburg

Fakultät für Informatik

Telefon +49(0)821 5586-3329
gundolf.kiefer@hs-augsburg.de

Forschungsbiete

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

aufenthalts an der Hochschule Augsburg im Jahr 2013 arbeitete Lomas eng mit den Augsburger Experten an diesem Themenkomplex zusammen.

Der Algorithmus zur Objekterkennung arbeitet in zwei Stufen. Zunächst wird zu einem erfassten Gegenstand ein eindeutiger so genannter Deskriptor errechnet. Danach wird ein künstliches neuronales Netzwerk („ANN – Artificial Neural Network“) daraufhin trainiert, später jeden anderen Gegenstand zu erkennen, der ähnliche Eigenschaften besitzt.

Die Berechnung des Deskriptors ist in der Abbildung skizziert. Ausgehend von einem speziell errechneten Schwerpunkt des Objektes (dem sog. „centroid“) wird der euklidische Abstand zum nächsten Randpunkt gemessen und für jeden Richtungswinkel abgespeichert. Die rechte Seite der Abbildung zeigt die Deskriptoren der jeweils links dargestellten Formen. Die FPGA-Implementierung der Deskriptor-Berechnung besteht aus einer Kette von verschiedenen Filter-Modulen. Zunächst wird das Bild von der Kamera aufgenommen, in das FPGA übertragen. Dort wird es nach Farben gefiltert (binarisiert), der Objektschwerpunkt und die Randpunkte bestimmt und anschließend die Liste der Randpunkte in die Deskriptor-Tabelle überführt. Die PC-Implementierung benötigt für diese Rechenschritte eine erhebliche Menge an wiederholten Hauptspeicherzugriffen, die die Ausführungsgeschwindigkeit beschränken. Die FPGA-Realisierung kann nicht nur die verschiedenen Rechenschritte parallel ausführen, sondern sie umgeht auch das Speicherproblem geschickt, indem die Daten direkt von einem Rechenmodul zum nächsten weitergereicht werden.

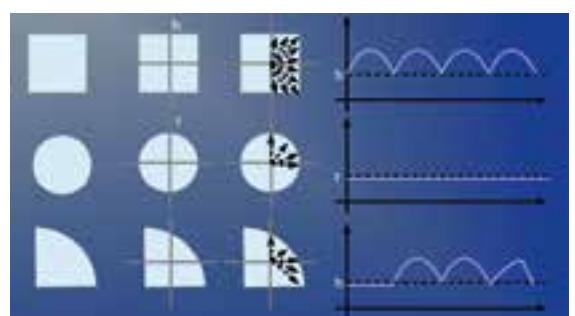


Abb.: Deskriptor für die Objekterkennung.

Für die Zuordnung eines Deskriptors zu einem vorher erlernten Objekt wurde die Klassifizierungsoperation für ein künstliches neuronales Netz (ANN) ebenfalls in einem FPGA implementiert. Das Anlernen geschieht hier Offline auf einem PC, die Klassifikation, also die Objekterkennung, jedoch in dem FPGA. Der verwendete „FuzzyARTMAP“-Ansatz wurde an der Universität in Mexiko entwickelt und hat sich als besonders geeignet für diese Anwendung herausgestellt, was die Arbeitsgruppe von Dr. Peña in einer früheren Veröffentlichung bereits gezeigt hat.

Insgesamt erlaubt die gesamte FPGA-Realisierung eine schnellere und deutlich effizientere Objekterkennung. Sie erreicht eine Rechenzeit von insgesamt 13 ms. Dies ist zwar nicht erheblich schneller als die PC-Realisierung (16 ms). Allerdings ist die Hardware jetzt deutlich kleiner, und die FPGA-Strukturen lassen sich relativ einfach und kostensparend replizieren, sodass z. B. in der gleichen Zeit problemlos mehrere Objekte parallel gesucht und erkannt werden können.

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

In eine sichere Zukunft mit dem Bayerischen Baugewerbe

Zukunftsgewandte Branche mit **guten Karrieremöglichkeiten** und Perspektiven

Schwabenweit über **500 potentielle Arbeitgeber** für Bauingenieure, Techniker und Architekten

LBB Landesverband Bayerischer Bauinnungen
Geschäftsstelle Schwaben
Stätzlinger Str. 111
86165 Augsburg
Tel.: 0821 34694-0
Fax: 0821 34694-30

DAS
BAYERISCHE
BAUGEWERBE

www.ibb-schwaben.de

Innovatives Energiemanagement bei Haushaltkunden – Ein Beitrag zur Netzstabilität?

Wissenschaftliches Forschungsprojekt aus der Fakultät für Elektrotechnik



Michael Wiest, M.Sc.

Hochschule Augsburg

Fakultät für Elektrotechnik

Telefon +49(0)821 5586-3575

michael.wiest@hs-augsburg.de

Forschungsgebiet

Zukunftskonzepte bei der Planung und Betriebsführung von elektrischen Verteilnetzen

Betreuer

Prof. Dr.-Ing. Michael Finkel MBA

Kooperationspartner

Prof. Dr.-Ing. B. Engel

TU Braunschweig

Im Zuge der Energiewende macht sich ein Wandel im Energieverbrauchsverhalten vieler Haushaltkunden bemerkbar. Aufgrund steigender Strompreise bei gleichzeitig sinkenden EEG-Vergütungen und sinkenden Preisen für z. B. PV-Anlagen oder Batteriespeichersysteme tendieren immer mehr Verbraucher dazu, einen möglichst hohen Anteil ihres Energieverbrauchs durch innovative Technologien selbst zu decken. Die Auswahl der jeweiligen Systemkonfiguration ist dabei stark von den finanziellen Vorteilen für die Verbraucher abhängig [1].

Der Einsatz innovativer Technologien in Privathaushalten führt zwangsläufig zu veränderten Leistungsflüssen am Hausanschlusspunkt und bringt somit neue Anforderungen bzw. Chancen für die Netzplanung mit sich. Dies betrifft im speziellen die Niederspannungsverteilnetze, bei denen die geringe Kenntnis über die aktuelle Belastungssituation ohnehin schon planerische Vorhaben erschwert. Für die Bestimmung der aktuellen Netzeistungsfähigkeit und für geplante Netzausbaumaßnahmen sind verwertbare Leistungsprofile von essenzieller Bedeutung.

PROJEKTVORHABEN

In einem Lastflussgenerator werden Lastprofile für Haushaltkunden synthetisch generiert und ausgewertet. Die Lastprofile werden mit verschiedenen gemessenen PV-Erzeugungsprofilen überlagert. Dadurch wird ein Eigenverbrauchsanteil für den Haushalt ermittelt, welcher durch zusätzliche Systemkomponenten wie Batteriespeicher oder elektrische Heizsysteme erweitert werden kann. Die Profile werden jeweils für ein Jahr generiert. Durch Variation der verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten aus PV-Anlage, Batteriespeicher und Heizsystem werden die für Haushaltkunden interessanten Systemkonfigurationen ermittelt. Anhand der finanziellen Anreize, die

sich für Kunden ergeben, kann ein Rückschluss auf die zukünftige Verbreitung solcher Systeme gemacht werden. Aufbauend auf die Auswertung der Energiemengen [1] wird eine Beurteilung der finanziellen Auswirkungen für alle am Energiehandel beteiligten Akteure ermöglicht. Für die Netzplanung ergibt sich durch die realitätsnahen und zukunftsweisenden Leistungsprofile ein wesentlicher Vorteil im Hinblick auf die Planungssicherheit.

METHODIK

Die Grundlage der Untersuchung stellen vorhandene Lastprofile dar. Von 100 zufällig ausgewählten Kunden liegen Messdaten mit einer Auflösung von 15 Minuten für das Jahr 2012 vor. Durch diese Lastprofile ist sichergestellt, dass die Datengrundlage der Realität im Haushaltsektor entspricht und eine ausreichende Diversität vorhanden ist. Bei den ausgewerteten Lastprofilen ist bewusst darauf geachtet worden, dass die Kunden reine Verbraucher sind und nicht bereits mit PV-Anlagen oder anderen Systemen zum Energiehaushalt ausgerüstet sind.

Um die Vielfalt möglicher Lastprofile zu erweitern, werden zusätzlich Lastprofile synthetisch erzeugt. Dabei wird der Bottom-Up-Ansatz gewählt, bei dem einzelne Verbraucher im durchschnittlichen Haushalt untersucht werden. Die Verbraucher sind in acht Geräteklassen unterteilt und ergeben in Summe die Lastprofile. Zu den einzelnen Verbraucherklassen werden jeweils die durchschnittliche Leistung und Einschaltzeitpunkte der Geräte festgelegt. Diese Parameter werden mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit, abhängig von der Klasse, der Tages- und Jahreszeit bestimmt. Die Validierung der synthetischen Profile erfolgt zum einen anhand der resultierenden Jahresenergie einzelner Profile und zum anderen anhand des Vergleichs gemittelter Summenprofile mit dem Standardlastprofil. Zudem werden die synthetischen



Abb.: Schematische Erzeugung von Leistungsprofilen.

Lastverläufe mit den gemessenen Profilen verglichen, um eine möglichst reale Nachbildung zu erhalten.

Den Lastprofilen werden die Profile von PV-Anlagen in Kombination mit Batteriespeichersystemen, Wärmepumpen oder Heizstäben zur Warmwasserbereitung überlagert. So kann durch die hypothetische Installation einer PV-Anlage ein gewisser Eigenverbrauchsanteil erreicht werden. Dieser kann durch Batteriespeicher oder Heizsysteme noch weiter gesteigert werden.

Bei Batteriespeichersystemen wird dabei unterschieden, ob ein Speichermanagementsystem zum Einsatz kommt, das ausschließlich auf die Maximierung des Eigenverbrauches optimiert ist oder ob es auch netzdienliche Aspekte berücksichtigt. Im zweiten Fall ist eine Begrenzung der Einspeiseleistung auf 60 % der Peak-Leistung der PV-Anlage zugrunde gelegt. Diese Betriebsweise entspricht den Vorgaben, siehe [2]. Das Speichermanagementsystem versucht dabei stets die abzuregelnde Energie abzufangen, um einen möglichst wirtschaftlichen Betrieb der Anlage sicherzustellen.

Neben Batteriespeichern kann auch der Einsatz elektrischer Heizsysteme dafür genutzt werden, den Eigenverbrauchsanteil in einem Haushalt zu steigern. Besonders gut sind Wärmepumpen dafür geeignet. Diese können wärmegeführten oder stromwärmeführten betrieben werden. Zur Warmwasserbereitung eignen sich zudem Heizstäbe, welche nur stromgeführt betrieben werden.

ERGEBNISSE

Mit den generierten Leistungsprofilen werden die Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit der Verteilnetze untersucht. Dies erfolgt durch Lastflussauswertungen in Zeitreihen mit den entwickelten Leistungsprofilen, die eine reale Belastungssituation widerspiegeln. Zudem wird durch die Untersuchung der Energiemengen eine Aussage darüber möglich, welche Energiemanagementstrategie für Kunden eine wirtschaftliche Lösung darstellt. Somit kann auch darauf geschlossen werden, wie wahrscheinlich eine Verbreitung dieser Systeme mittelfristig sein wird. Unter Berücksichtigung dieser Tendenz werden die Leistungsprofile einzelner Haushalte weiterentwickelt. Lastflussberechnungen mit den weiterentwickelten Profilen als Grundlage erlauben vorausschauende Planungsentscheidungen im Bereich der Niederspannungsverteilnetze.

LITERATUR

- [1] A. Gerblinger und M. Wiest, „Eigenverbrauch in Privathaushalten - Chance mit vielen Facetten,“ *ew Magazin für die Energiewirtschaft*, pp. 42-45, Ausgabe 12/2013.
- [2] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Richtlinien zur Förderung von stationären und dezentralen Batteriespeichersystemen zur Nutzung in Verbindung mit Photovoltaikanlagen, *Bundesanzeiger*, 2012.

Neue Möglichkeiten für Industriepartnerschaften

Forschungs-Masterstudiengang „Applied Research in Engineering Sciences“



Prof. Dr.-Ing. Reinhard Stolle

Hochschule Augsburg

Fakultät für Elektrotechnik

Telefon +49(0)821 5586-3356

reinhard.stolle@hs-augsburg.de

Fachgebiete

- Hochfrequenztechnik
- Nachrichtensysteme
- Elektronische Bauelemente

Studiengang

Master of Applied Research

- Prüfungskommission
- Fachstudienberater

Wenn es den Master of Applied Research (MAPR) nicht schon gäbe – man müsste ihn unbedingt erfinden. Seit seiner Einführung im Wintersemester 2012/2013 leisten unsere inzwischen 45 MAPR-Studierenden einen ganz wichtigen Beitrag zum Erfolg der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten an der Hochschule Augsburg.

Der „Forschungsmaster“ MAPR ermöglicht seinen Studierenden die kontinuierliche Arbeit an einem Forschungsthema über die gesamte Studiendauer von drei Semestern. Der wissenschaftliche Anspruch an die Arbeiten der Studierenden ist hoch, denn keines der Forschungsthemen wird zum Zweck des MAPR-Studiums nur erfunden. Hinter allen Forschungsthemen stehen FuE-Verträge mit öffentlichen oder privatwirtschaftlichen Geldgebern.

Wichtige Bestandteile des MAPR-Studiums neben der Projektarbeit sind daher die „Forschungsmethoden und -strategien“, wo die Grundlagen wissenschaftlichen Arbeitsvermittelt werden. Ebenso die Teilnahme an der „Applied Research Conference“, an der jährlich rund 100 MAPR-Studierende aus ganz Bayern ihre Forschungsergebnisse präsentieren.

Aus ganz Bayern? Der MAPR ist eine Kooperation der Hochschulen Amberg-Weiden, Ansbach, Augsburg, Deggendorf, Ingolstadt, Nürnberg und Regensburg. Die Studierenden sehen damit gleich in zweifacher Hinsicht über den Tellerrand, zum einen durch die hochschulübergreifenden Lehrveranstaltungen, zum anderen durch die Vielfalt an Forschungsthemen und auch an Fachrichtungen ihrer Kommilitonen: MAPR-Studierende gibt es bei uns in den Fakultäten Architektur und Bauwesen, Elektrotechnik, Informatik, Maschinenbau und Verfahrenstechnik sowie der Wirtschaft.

Die von MAPR-Studierenden über drei Semester angefertigten Forschungsarbeiten eröffnen den baye-

rischen Hochschulen für angewandte Wissenschaften ganz neue Möglichkeiten der Drittmittel-Akquise, die es in dieser Form bislang nicht gegeben hat.

Bislang nämlich stehen auf der einen Seite der Möglichkeiten Drittmittelprojekte, die von Studierenden im Rahmen ihrer Abschlussarbeiten und Projektseminare durchgeführt werden. Durch die wenige hierfür zur Verfügung stehende Zeit bzw. die Notwendigkeit, ein großes Forschungsthema in unabhängige Teilthemen zu untergliedern, unterliegt der Umfang solcher Forschungsarbeiten engen Grenzen.

Auf der anderen Seite der bisherigen Möglichkeiten stehen diejenigen Drittmittelprojekte, die über einen längeren Zeitraum von wissenschaftlichen Mitarbeitern durchgeführt werden. Um diesen eine vernünftige Perspektive oder sogar eine Promotion bieten zu können, ist eine Einstellung für mindestens drei Jahre sinnvoll. Dieser Zeitraum und die damit verbundenen Kosten stellen für interessierte Industriepartner häufig eine zu große Hürde dar. Darüber hinaus ist die Konkurrenz durch die Universitäten in diesem Segment sehr groß.

Die Lücke zwischen diesen Alternativen wird jetzt durch den MAPR geschlossen. Der Zeitrahmen und die Kosten für Industriepartner sind überschaubarer, als bei der Finanzierung eines wissenschaftlichen Mitarbeiters. Die Kontinuität und Qualifizierung der forschen Studierenden ist in einem höheren Maße gewährleistet, als dies bei Abschlussarbeiten oder Semesterprojekten der Fall ist. Auch unsere Studierenden selbst profitieren in aller Regel von den Drittmitteleinnahmen, z. B. in Form attraktiver Stipendien.

Der vorliegende Forschungsbericht gibt einen interessanten Einblick in die Themenvielfalt und das hohe Niveau der Forschungsmaster-Arbeiten. Überzeugen Sie sich selbst davon!

Verbesserung der Signalverarbeitung für monostatische Radarsysteme zur Füllstandmessung

Eine Kooperation mit Krohne Messtechnik GmbH

Mikrowellen zur Füllstandmessung einzusetzen bietet viele Vorteile gegenüber klassischen Ansätzen, wie Schwimmern, Ultraschall oder Laser. Sie vereinen das hygienische, berührungslose Messen großer Distanzen mit hohen Auflösungen sowie das Durchdringen von Staub und Wasserdampf. Die Radargeräte unseres Kooperationspartners Krohne Messtechnik GmbH lassen sich in Prozessstanks (Molkereien, Mühlen, Chemie-Industrie) bei Temperaturen bis 200°C sowie Drücken bis 40 bar betreiben. Unsere Forschungsaufgabe ist es, die digitale Signalverarbeitung zur Auswertung der Echosignale zu verbessern.

Hierzu werden FMCW-Radargeräte (Frequency Modulated Continuous Wave) im Frequenzbereich von 24GHz–26GHz eingesetzt. Mithilfe einer linearen Frequenzrampe, die über eine Antenne abgestrahlt wird, lässt sich die Übertragungsfunktion des Radarkanals messen. Daraus kann über die inverse Fouriertransformation die Kanalimpulsantwort (CIR) berechnet werden, welche zur Auswertung herangezogen wird.

Gerade Schüttgüter stellen hohe Anforderung an die Signalverarbeitung, da diese aufgrund ihrer Zusammensetzung häufig eine sehr geringe Reflektivität aufweisen. Tankeinbauten aus Metall (Rohre, Rührwerke, Schweißnähte der Tankhülle) generieren hohe Echoamplituden, die möglicherweise mehrere Größenordnungen stärker sind als der eigentliche Füllstand. Auch werden Mikro-

wellen an den einzelnen Körnern gestreut, was zu einer Überlagerung vieler Ausbreitungspfade unterschiedlicher Amplituden und Phasenlagen führt.

Abbildung 1 zeigt den realen Datensatz eines Radargeräts, welches in einem Kreidesilo installiert ist. Auf der y-Achse ist der Abstand des Radars zur Reflexion, auf der x-Achse die zeitliche Abfolge der Messungen aufgetragen. Die Amplitude der Echos ist logarithmisch in Farbwerten kodiert. Der Füllstandverlauf ist für den menschlichen Beobachter gut zu erkennen, wenngleich in einigen Situationen keine klare Entscheidung getroffen werden kann. Bei Messung 600 erscheint eine starke Reflexion, die erst bei Messung 2350 durch das herabrieselnde Kreidepulver verdeckt wird und bei der Füllstandauswertung falsche Ergebnisse nach sich zieht. Im Gegensatz hierzu steht dem Radargerät nur eine einzige Messung zur Verfügung, wie sie in Abbildung 2 zu sehen ist. Daraus muss eine korrekte Entscheidung getroffen werden. Eine Suche nach einem Maximum der Amplitude resultiert in einer Fehldetektion des Füllstands.

Die Forschungsaufgabe besteht in der Entwicklung eines robusten Verfahrens, mit dem der korrekte Füllstand auch bei widrigen Umgebungsbedingungen ohne Änderungen der bestehenden Hardware sicher detektiert werden kann. Die große Schwierigkeit besteht in der Unterschiedlichkeit der Umgebungsbedingungen und den Materialeigenschaften des Füllgutes in den Tanks.



Franz G. Aletsee, B.Eng.

franzaletsee@hs-augsburg.de

Betreuer

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Stolle

Hochschule Augsburg

Fakultät für Elektrotechnik
Telefon +49(0)821 5586-3356
reinhard.stolle@hs-augsburg.de

Fachgebiete

- Hochfrequenztechnik
- Nachrichtentechnik
- Elektronische Bauelemente

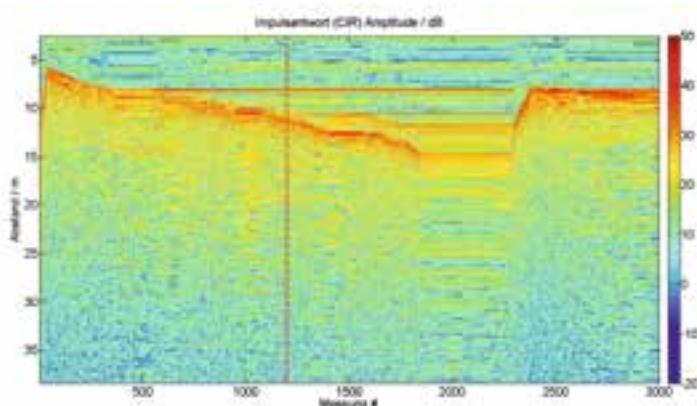


Abb. 1: Zeitlicher Verlauf der Impulsantwort eines Radarkanals.

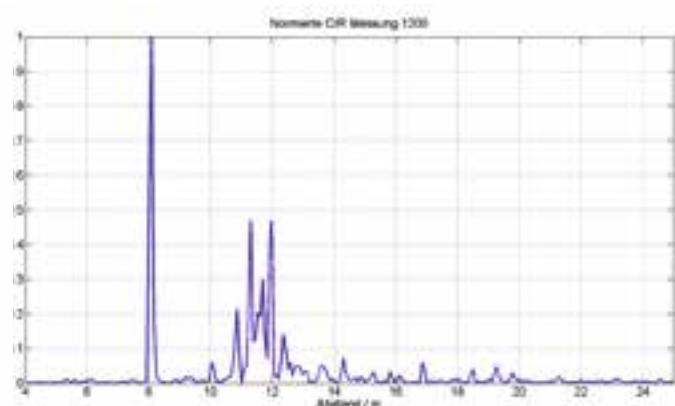


Abb. 2: Impulsantwort der Messung 1200.

Entwicklung standardisierter programmierbarer Antriebs- und Sicherheitsfunktionen für Produktionsmaschinen

Ein Weg zur sicheren Steuerungssoftware



Personenschutz durch Unfallverhütung ist ein beständiges Entwicklungsziel bei der Gestaltung von Produktionsmaschinen. Wenn die Produktion flexibler und effektiver wird, steigt auch die Gefahr von Unfällen. Damit ist Personenschutz und Unfallverhütung nicht mehr nur eine rechtliche Forderung, sondern auch ein nicht zu unterschätzender Wettbewerbsfaktor.

Die Anforderungen des Marktes haben oftmals eine stärkere Integration des Bedieners in den teilautomatisierten Produktionsprozessen zur Folge, was zu einem höheren Gefahrenpotenzial führt. So entstehen sich überschneidende Arbeitsräume zwischen Mensch und Maschine, die zur Realisierung an Produktionsmaschinen in unterschiedliche Betriebsarten münden. Die Betrachtung der Arbeitstätigkeiten in diesen Arbeitsräumen während des gesamten Lebenszyklus einer Produktionsmaschine in Verbindung mit einer Literaturrecherche in Normen führt zu sechs verschiedenen Betriebsarten. Die Verbindung der softwaretechnischen Abbildung dieser Betriebsarten, der normativen Anforderungen und der technischen Möglichkeiten mündet in ein Steuerungskonzept auf Basis programmierbarer, standardisierter Antriebs- und Sicherheitsfunktionen.

Die Überprüfung des ausgearbeiteten Konzeptes für Produktionsmaschinen erfolgt auf zweifache Weise. Mit der theoretischen Betrachtungen am Beispiel eines Rollenwechslers (s. Abbildung 1a,) des Unternehmens manroland web systems wird gezeigt, dass Steuerungskonzepte mit standardisierten programmierbaren Antriebs- und Sicherheitsfunktionen in aktuelle Entwicklungsumgebungen integrierbar sind.

Über die Integrationsfähigkeit hinaus zeigt sich ebenfalls ein Potential zur Erweiterung der standardisierten Sicherheitsfunktionen. Die Abbildung 1c stellt einen möglichen Sicherheitsbaustein zur zyklischen Überwachung des Pendeltänzers bei der industriellen Materialabwicklung dar (Abbildung 1b). Aufbauend auf der theoretischen Betrachtung erfolgte mit einer praktischen Umsetzung der Nachweis auf die praxisgerechte Ausführung des Konzeptes anhand zweier Demonstrationsmodelle. Die Demonstrationsmodelle verdeutlichen die neue Entwicklung von Maschinen auf Basis aktueller Antriebs- und Steuerungstechnik und die Modernisierung einer Fertigungsanlage durch Dezentralisierung der Steuerungstechnik bzw. Nachrüstung aktueller Sicherheitskomponenten.

Dem Nachweis der industriellen Einsetzbarkeit des erarbeiteten Steuerungskonzeptes folgt eine wirtschaftliche und technische Bewertung. Die technische Bewertung enthält neben einer Auseinandersetzung mit dem Steuerungskonzept auch Empfehlungen zur Erweiterung standardisierter Funktionsbibliotheken z.B. der PLCopen. Mit der Bibliothekserweiterung lässt sich die Durchgängigkeit und das Anwendungsspektrum praxisgerecht verbreitern, um bislang unerschlossene Potentiale bei der effizienten Entwicklung sicherheitsrelevanter Steuerungssoftware für Produktionsmaschinen zu nutzen.

Diese Forschungstätigkeit fand ihren erfolgreichen Abschluss mit der Abgabe der Masterarbeit im Mai 2014 an der Hochschule Augsburg.

**Hochschulzentrum Donau-Ries:
Hier werden Innovationen greifbar.**

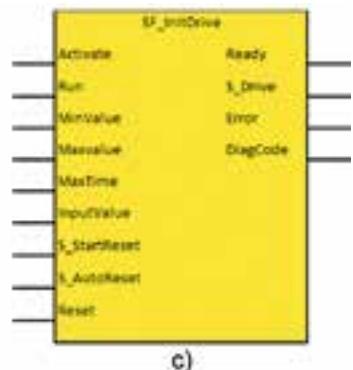
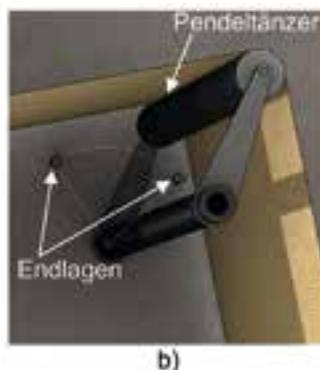


Abb. 1: Rollenwechsler zu industriellen Materialabwicklung a) und „Pendeltänzer“ b). Bild c) zeigt einen grafischen Funktionsbaustein zur Überwachung eines Pendeltänzers.

Linienbasierte Objekterkennung

Hardwarebeschleunigte Kanten- und Linienerkennung

Einem Computer beizubringen, auf Bildern Kanten und vor allem Linien zu erkennen, stellt hohe Anforderungen an seine Leistung. Damit auch kleine eingebettete Systeme einer solchen Aufgabe gewachsen sind, benötigen sie spezielle Hardware. Mit der Entwicklung solcher Hardware beschäftigt sich dieses Forschungsprojekt.

Benötigt wird die Linienerkennung zum Beispiel in Fahrerassistenzsystemen von Autos, die mit einer Kamera die Fahrbahn oder Verkehrsschilder erkennen. Auch beim Schiffsbau gibt es solche Systeme. Hier wird durch Fotos der aktuelle Fertigungszustand festgehalten. Jedem Bild muss manuell eine Position im Schiff zugeordnet werden, was sehr zeitaufwändig ist. Das Forschungsvorhaben eKon (Elektronische Bausachstandserfassung für Konstruktionsänderungen im schiffbaulichen Fertigungsprozess) am Fraunhofer-Institut für Grafische Datenverarbeitung beschäftigt sich damit, die Position und Lage des Fotos u. a. mit einer zusätzlichen, zur Decke gerichteten Kamera automatisch zu bestimmen. Dabei sollen die Linien im Kamerabild erkannt und mit einem Modell des Schiffs verglichen werden. Jedem Foto kann so automatisch eine Position im Schiff zugeordnet werden.

Da dies mit einem mobilen Gerät realisiert werden soll, sind die Hardwaredressourcen begrenzt. Mit Software können Linien bereits gefunden werden, jedoch mit einer Rechenzeit jenseits einer Sekunde. Um Linien in Echtzeit zu erkennen, wird im Rahmen meines

MAPR-Studiums mit Hilfe des ASTERICS-Frameworks der Arbeitsgruppe „Effiziente Eingebettete Systeme“ ein intelligentes und effizientes Kamerasystem entwickelt, das einen Großteil des Rechenaufwands zur Linienerkennung übernimmt. Dazu muss die Kamera zunächst Kanten, also Pixel, die eine besonders starke Helligkeitsdifferenz gegenüber benachbarten Pixeln aufweisen, auf dem aufgenommenen Graustufenbild erkennen. Dies geschieht mit dem Canny Algorithmus, der bereits in das Kamerasystem integriert ist und Kantenbilder nahezu zeitgleich mit der Bildaufnahme berechnet. Als nächsten Schritt müssen die detektierten Kanten zu Linien zusammengeführt werden. Was für den Menschen ein Leichtes ist, stellt die Bildverarbeitung vor komplexe Probleme. Die Hough-Transformation wandelt das Problem der Linienerkennung in ein Problem der Maximadetektion um, welches sehr viel einfacher und schneller zu lösen ist. Eine erste Version der Hough-Transformation wurde ebenfalls bereits in das Kamerasystem integriert, wodurch sofort nach der Aufnahme eines Bildes die Ergebnisse der Hough-Transformation zur Verfügung stehen (vgl. Abb. 1) Die nach oben gerichtete Kamera des Forschungsvorhabens eKon verwendet jedoch eine Linse mit sehr starkem Fischaugeneffekt, wodurch ein 360°-Rundblick entsteht. Dadurch erscheinen gerade Linien als gebogene Kurven. Die Hough-Transformation des ASTERICS-Frameworks muss an diese Anforderung noch angepasst werden.



Markus Bihler, B.Eng.

markus.bihler@hs-augsburg.de

Betreuer

Prof. Dr.-Ing. Gundolf Kiefer

Hochschule Augsburg

Fakultät für Informatik

Telefon +49(0)821 5586-3329
gundolf.kiefer@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- Embedded Systems
- FPGA-Entwicklung
- Bildverarbeitung
- Betriebssysteme

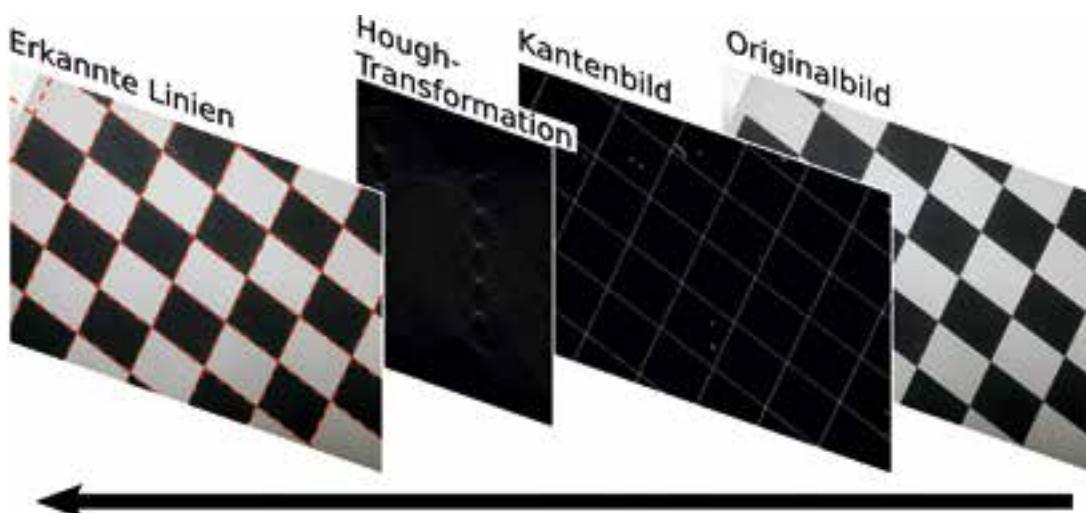


Abb.:
Darstellung der
Arbeitsschritte zur
Linienerkennung.

Computergestützte Berechnungsmethoden für scheibenartig beanspruchte Holztafel-Elemente

Software für den Nachweis der Gebäudeaussteifung von Häusern in Holztafelbauweise



Michael Mikoschek, B.Eng.

michael.mikoschek@hs-augsburg.de

Betreuer

Prof. Dr.-Ing. François Colling

Hochschule Augsburg

Fakultät für Architektur und Bauwesen

Telefon +49(0)821 5586-3109
francois.colling@hs-augsburg.de

Fachgebiete

- Holzbau
- Baustatik
- Softwareentwicklung

Jedes Gebäude muss neben vertikalen Einwirkungen (Eigengewicht, Verkehrslast, Schnee) auch horizontalen Einwirkungen (Wind, Erdbeben, Anprall) aus allen Richtungen standhalten und die Kräfte in den Grund leiten. Daher müssen Tragwerke nicht nur den Einsturz des Gebäudes verhindern, sondern mit Hilfe der Aussteifung auch das „Umkippen“. Im Zuge der Standfähigkeitsberechnungen eines Gebäudes sollte die Aussteifung nach den entsprechenden Normen bemessen und nachgewiesen werden. Im Holzbau wird das trotzdem häufig vernachlässigt oder eher gefühlsmäßig durchgeführt. Diese Problematik könnte mithilfe von Software für den Nachweis der Gebäudeaussteifung gelöst werden. Allerdings ist die normgerechte Bemessung der Gebäudeaussteifung im Holzbau dafür ungeeignet, da sie auf ungenauen Rechenannahmen basiert. Aus diesem Grund wird eine realitätsnahe Modellbildung für eine EDV-gestützte Berechnung und Bemessung der Gebäudeaussteifung im Rahmen des Forschungsprojekts erarbeitet und umgesetzt. Dabei wird besonders die bewährte und gebräuchliche „Holztafelbauweise“ berücksichtigt.

Die Holztafelbauweise ist eine Verbundkonstruktion, die aus einem tragenden Rahmen (Holzrippen) und einer aussteifenden Beplankung (Holz- oder Gipswerkstoffplatten) besteht. Diese zwei Konstruktionselemente werden mit stiftförmigen Verbindungsmitteln (Nägel, Schrauben, Klammern) verbunden. Als Aussteifungselemente werden Holztafeln scheibenartig, also in ihrer

Ebene, beansprucht. Deshalb wurde zu Beginn des Projekts das genaue Tragverhalten von scheibenartig beanspruchten Holztafeln analysiert. Den größten Einfluss auf die Steifigkeit haben dabei stiftförmige Verbindungsmitte durch ihr elastisch-plastisches Verhalten.

Das untersuchte „Stab-Verbund-Modell“ berücksichtigt das Verhalten der Verbindungsmittel in einem vereinfachten Last-Verschiebungs-Gesetz, was die Berechnung des elastischen und plastischen Grenzzustands ermöglicht. Die Konstruktionselemente sind für die Berechnung in neuen Elementen zusammengefasst und in Steifigkeitsmatrizen beschrieben. Das „Verbund-Rippe-Element“ besteht aus einer Holzrippe und dem durchgehenden Verbund zu einem Plattenrand. Wenn eine Rippe mit zwei Plattenrändern verbunden ist, wird das „Verbund-Rippe-Verbund-Element“ eingesetzt. Die gesamte Berechnungsmethode wurde in ein Testprogramm implementiert und die Ergebnisse mit anderen Methoden verglichen. Dadurch wurde das „Stab-Verbund-Modell“ verifiziert und die Vorteile anhand der bisherigen Ergebnisse verdeutlicht. Aus diesem Grund wird die Berechnungsmethode auch weiterhin in diesem Forschungsprojekt verwendet und gegebenenfalls ergänzt. Außerdem bestehen die weiteren Arbeiten im Projekt aus der Analyse der Interaktion zwischen den Aussteifungselementen eines Gebäudes. Dafür soll ebenfalls eine computergestützte Berechnung entwickelt werden, die auch den Lastfall Erdbeben berücksichtigt.

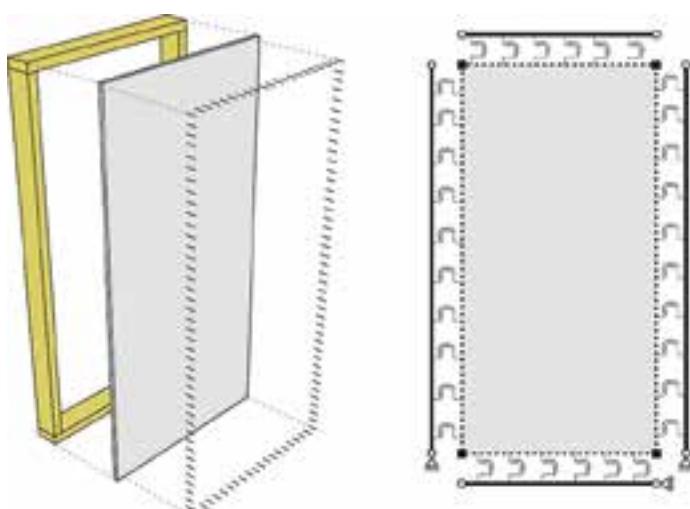


Abb.: Bestandteile einer einzelnen Holztafel (links) und die Modellierung mittels Stab-Verbund-Modell (rechts).

Lüftungstechnik in Schulen

Raumklima in energieeffizienten Schulen

Im Rahmen der Forschungsarbeit Lüftungstechnik in Schulen soll der Nutzen sowie Schwachstellen von Lüftungsanlagen in energieeffizienten Schulen herausgearbeitet werden. Messtechnische Untersuchungen von Klassenzimmern zeigen, dass eine gewünschte, von Leitfäden empfohlene Luftqualität in Klassenzimmern häufig nicht aufrechterhalten werden kann. Basierend auf dieser Erkenntnis liegt der Fokus von Sanierungsprojekten und Neubauvorhaben im Bereich der Bildungsbauten neben der rein energetischen Optimierung des Gebäudes vermehrt auf der Verbesserung der Innenraum-Luftqualität in Klassenzimmern. Im Zuge der Förderprogramme der Bundesregierung zur Stärkung der sozialen Infrastrukturen wurden seit 2008 aus oben genanntem Grund vermehrt Lüftungskonzepte in Schulen realisiert.

Zur Erfassung realisierter Lüftungskonzepte in energieeffizienten Schulen im Regierungsbezirk Schwaben wurden in einem ersten Schritt aus knapp 700 Schulen im Regierungsbezirk diejenigen Schulen ermittelt, die seit 2008 saniert, erweitert und erbaut wurden. Insgesamt konnte hierfür eine Anzahl von 158 Schulen erhoben werden. Im Zuge einer schriftlichen und mündlichen Befragung von Schulschaufwandsträgern konnte bis März 2014 ein Datensatz von 96 der 158 seit 2008 modernisierten Schulenerhoben werden.

Ein Klassenzimmer kann über zwei Lüftungsstrategien belüftet werden. Zum einen über reine Fensterlüftung, auch freie Lüftung genannt, zum anderen über ein maschinelles Lüftungskonzept. Darunter fallen zentrale und dezentrale Lüftungskonzepte, die entweder das gesamte Gebäude, einzelne Gebäudeteile oder einzelne Klassenzimmer maschinell mit Frischluft versorgen, ohne dass das Fenster geöffnet werden muss. Maschinelle Lüftungskonzepte sind in 40 der 96 erfassten Schulen eingebaut. Wie die Erhebung zeigt, wird die Lüftungsstrategie der freien Lüftung von Klassenzimmern trotz Anraten von Fachleuten auch heute noch der maschinellen Lüftung vorgezogen. Anhand messtechnischer Untersuchungen in Klassenzimmern mit maschinellen Lüftungskonzepten und gleichzeitigen Nutzerbefragungen soll deshalb die Akzeptanz und der Nutzen maschineller Klassenzimmerlüftungskonzepte untersucht werden.

Hierzu wurden unter den 40 maschinell belüfteten Schulen im Regierungsbezirk Schwaben, die sich an der ersten Befragung beteiligt haben, 17 Projektstudien ausgewählt, deren Energieverbräuche und Raumklimadaten in ausgewählten Klassenzimmern von Mai bis Juni 2014 erfasst wurden. Zusätzlich zur messtechnischen Erfassung des Raumklimas wurde die Nutzerzufriedenheit durch Lehrer- und Schülerbefragungen ermittelt.

Aus den Ergebnissen soll im Rahmen der Masterarbeit ein Empfehlungssteckbrief erarbeitet werden, auf den bei der zukünftigen Installation und dem Betrieb von Lüftungssystemen in Schulen zurückgegriffen werden kann.

Schema	Konzepte der freien Lüftung
	Fensterlüftung mit Lüftungsplan oder Lüftungssampeln
	Geregelte, motorisch unterstützte Fensterlüftung
Schema	Konzepte der maschinellen Lüftung
	Geregeltes Abluftsystem
	Brüstungsgeräte Zargengeräte Fassadenlüftungsgeräte
	Wandgerät
	Deckengerät
	Standgerät
	Lüftungsgerät Innen-/Außengerät

Darstellung nach: Fachverband Gebäude-Klima e. V.
Status-Report 22, 2004.



Martina Hackl, B.Eng.

martina.hackl@hs-augsburg.de

Betreuer

Prof. Dr.-Ing. Runa T. Hellwig

Hochschule Augsburg

Fakultät für Architektur und Bauwesen
E2D Energie Effizienz Design
Telefon +49(0)821 5586-3611
runa.hellwig@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

- Energie Effizienz Design E2D
- Bauökonomik
- Energieeffiziente
- Gebäudekonzepte
- Energiebedarfsanalyse
- Raumklima
- Bauphysik
- Energie- und Raumklima-Monitoring
- Post Occupancy Evaluation
- Nachhaltigkeitsbewertung und -bewertungssysteme

Realisierung eines potentiellen Sicherheitssystems in einer Mensch-Roboter-Kooperierenden Montagezelle

Bild basierende Arbeitsraumüberwachung mittels 3D-Kamera



Robert Karl, B.Eng.

robert.karl@hs-augsburg.de

Betreuer

Prof. Dr.-Ing. Markus Glück

Hochschule Augsburg

Fakultät für Maschinenbau
und Verfahrenstechnik

Telefon +49(0)821 5586-3154
markus.glueck@hs-augsburg.de

Technologie Centrum
Westbayern GmbH

Emil-Eigner-Straße 1
86720 Nördlingen
Telefon +49(0)9081 8055
-101, -102
glueck@tcw-donau-ries.de
www.tcw-donau-ries.de

Fachgebiete

- Innovationsmanagement und Technologietransfer
- Sensortechnik
- Industrielle Bildverarbeitung
- Prozess- und Produktionsmesstechnik
- Robotertechnik

Entwicklungsziele der heutigen Automatisierung sind die Steigerung der Wirtschaftlichkeit durch Prozess-optimierung, höhere Flexibilität, neuartigere Prozesse, Ressourceneffizienz und innovative Fertigungstechniken. Der Auslöser hierfür ist eine wachsende Produktvielfalt bei kürzeren Produktlebenszyklen. Das Leitziel ist die Optimierung zur Losgröße „Eins“ bzw. dem one-piece-flow zu einem der Massenproduktion vergleichbaren Preis. Um den Anforderungen höchster Produktivität und Anlagenverfügbarkeit gerecht zu werden, wurde die vierte industrielle Revolution bzw. die Innovationsoffensive „Industrie 4.0“ ausgerufen. Sie hat Kenngrößen basierte Regelungsansätze zur Selbstoptimierung und Null-Fehler-Produktion, flexible Fertigungsstellen und eine zunehmend vernetzte maschinelle Intelligenz im Fokus. Hier bedarf es neuer Produktionsformen wie die flexible Mensch-Maschine- und Mensch-Roboter-Interaktion. Bisher getrennte Arbeitsbereiche wachsen zu Interaktions- und Kooperationsräumen zusammen und es entstehen effiziente und doch flexible Produktionssysteme.

Aufgrund der bisherigen normativen Anforderungen sind herkömmliche Robotersysteme von feststehenden oder beweglich trennenden Schutzeinrichtungen umgeben. Durch Anpassung der Normen ist heute die direkte Zusammenarbeit mit physischem Kontakt in einem definierten Kollaborationsraum erlaubt. Um das interagierende Personal weiterhin vor den Quetsch-, Scher-, Einzugs-, Schnitt- und Reibstellen oder durch dynamische Teile hervorgerufene Schläge zu schützen, bedarf es neuartiger Schutzmaßnahmen.

Im Forschungsumfeld existieren bereits taktile und kapazitive Sensorsysteme, die in einer stoßabsorbierenden Außenhaut am Roboter angebracht werden. Probleme ergeben sich allerdings bei den Greifsystemen, Werkzeugen und Werkstücken, da diese nicht geschützt werden können.

Am Technologie Centrum Westbayern – dem An-Institut der Hochschule Augsburg in Nördlingen mit Schwerpunkt Produktionsmechatronik – wird aus diesem Grund an einem visuellen Sicherheitssystem gearbeitet. Zum Einsatz kommen die Microsoft Kinect Kamera und der Industrieroboter KUKA KR 30 HA. Die nach dem Time-of-Flight Prinzip arbeitende



Abb.: KUKA KR 30HA Roboter mit darüber angebrachter Microsoft Kinect 3D-Kamera.

Kamera ist über den Roboter montiert und erfasst die annähernden Personen sowie Gegenstände im Interaktionsbereich. Das Schutzsystem verfügt über diverse Warnstufen. Der Mitarbeiter wird durch ein akustisches Signal auf die Annäherung an den Gefahrenbereich hingewiesen. Bei weiterer Annäherung an den Roboter fährt dieser mit reduzierter Geschwindigkeit nach hinten. Hat die Person den Gefahrenbereich verlassen, so nimmt der Roboter nach einem zwei Sekunden langen Warnton die unterbrochene Tätigkeit wieder auf.

Zielsetzung der Arbeit ist ein sicherer Arbeitsprozess der Mensch-Roboter-Kooperation und Demonstration einer Handhabungs-, Montage- und Prüfungssequenz.

Hochschulzentrum Donau-Ries:
Hier werden Innovationen greifbar.

Der Weg zum Cired Workshop 2014 in Rom

Interview: Michael Wiest M.Sc., Fakultät für Elektrotechnik

Herr Kerber, im Juni 2014 haben Sie am Cired Workshop in Rom teilgenommen. Wie kam es dazu?

In der 2. Projektarbeit des Studiengangs Master of Applied Research in Engineering Sciences beschäftigte ich mich mit den Auswirkungen der dezentralen Spannungsregelung im 20kV-Mittelspannungsnetz durch EEG-Anlagen. Aufgrund der starken Zunahme der dezentralen Erzeugungsleistungen und den daraus folgenden Spannungsproblemen im Verteilnetz wird dieses Thema in internationalen Fachkreisen derzeit stark diskutiert. Mein betreuender Professor, Prof. Dr. Finkel, sowie die LEW Verteilnetz GmbH (LVN) ermunterten mich, dieses Thema in Rom einem internationalen Fachpublikum vorzustellen.

Das ist eine sehr große Anerkennung Ihrer Arbeit. Können Sie das vorgestellte Thema etwas genauer beschreiben?

Die hohe Anzahl an dezentralen Erzeugungsanlagen und deren Einspeisung von Wirkleistung macht es immer komplizierter, die Spannung eines 20kV-Mittelspannungsbezirks nur vom Umspannwerk aus zu regeln. Damit weiterhin die Forderungen der DIN EN 50160 über die Einhaltung des Spannungsbandes beim Kunden gewährleistet werden können, nennt die BDEW Richtlinie „Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz“ Möglichkeiten, wie sich EEG-Anlagen durch Blindleistungsregelungen an der Spannungshaltung im 20kV-Netz beteiligen können.

Anhand eines realen Mittelspannungsbezirks aus dem Netzgebiet der LVN wurden durch Simulationen $\cos\phi$ (P)- und Q(U)-Regelungen an Erzeugungsanlagen im 20kV-Netz untersucht. Für möglichst realitätsnahe Simulationsergebnisse sorgte die Berücksichtigung von realen Last- und Einspeiseprofilen aus dem Netz.

Welche Ergebnisse haben Sie erzielt?

Die $\cos\phi(P)$ -Regelung eignet sich sehr gut für Photovoltaik Anlagen im Netz der LVN, da dieses sehr stark von diesem erneuerbaren Energieträger geprägt ist. Für Biogas Anlagen mit kontinuierlicher Tageslaufzeit oder für Windkraft Anlagen mit hoher Wirkleistungseinspeisung ist die Q(U)-Regelung besser geeignet.

Wie muss man sich so einen Konferenzbeitrag vorstellen?

Das ist ein langer Weg. Zuerst ist ein Abstract einzureichen, welches von einem Expertenteam begutachtet wird. Wenn das Thema als veröffentlichtungsfähig angesehen wird, ist ein fünfseitiges Paper anzufertigen. Und im letzten Schritt mußte ich für die Präsentation vor Ort ein Poster erstellen. Die Bearbeitung dauerte insgesamt vier Monate.

Und der Workshop in Rom?

Der Workshop fand unter dem Leitspruch „Challenges of Implementing Active Distribution System Management“ am 11./12. Juni 2014 statt. In unterschiedlichen Sessions wurden Themenbereiche der Energietechnik und –wirtschaft abgedeckt. In den einzelnen Poster Sessions bzw. der eigenen Poster Präsentation bestand die Möglichkeit eines intensiven Meinungsaustausches mit dem teilnehmenden Fachpublikum. Hierbei bestätigten sich bereits gesammelte Erkenntnisse, aber es konnten auch neue Ideen oder Fragestellungen für die Masterarbeit mitgenommen werden. Somit konnte ich mit der Teilnahme viele neue Kontakte, Erfahrungen und Ideen gewinnen.



Tobias Kerber

tobias.kerber@hs-augsburg.de

Betreuer

Prof. Dr.-Ing.
Michael Finkel MBA

Hochschule Augsburg

Fakultät für Elektrotechnik

Telefon +49(0)821 5586-3366
michael.finkel@hs-augsburg.de

Fachgebiete

- Hochspannungstechnik
- Energietechnische Anlagen

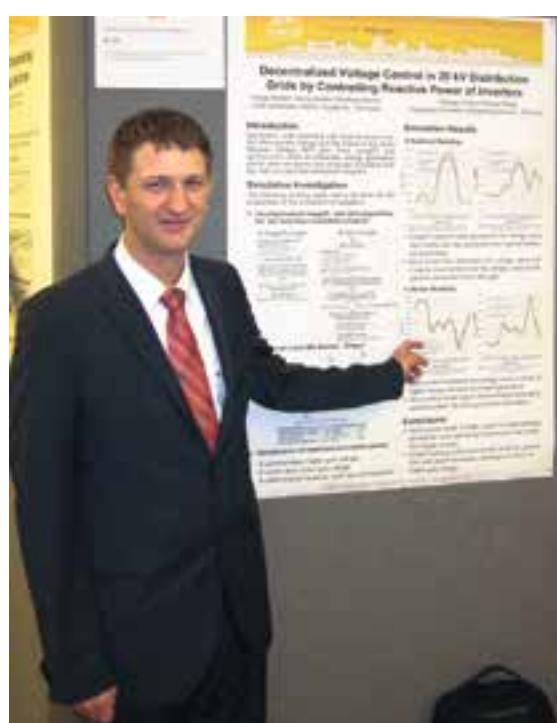


Abb.: Poster Präsentation auf dem Cired Workshop in Rom.
[Quelle: Tobias Kerber]

„Are you ready for lean?“ – Selbstauditbogen für die Einführung von Lean Management im Mittelstand

Ausgangssituation, Rahmenbedingungen, Entwicklungsstand und Vorbereitungsmaßnahmen



Viele Lean-Management-Initiativen sind von Beginn an zum Scheitern verurteilt, weil Unternehmen mit der Einführung beginnen, ohne vorher ihre Ausgangssituation zu kennen. Mit Hilfe des im Rahmen der Forschungsarbeit entwickelten Selbstauditbogens können insbesondere mittelständische Unternehmen ihre Bereitschaft zur Einführung von Lean-Management messen und, falls notwendig, direkt weitere Vorbereitungsmaßnahmen zur Steigerung der Erfolgswahrscheinlichkeit ableiten.

Frédéric Erben, B.A.

frederic.erben@outlook.com

Forschungsgebiet

Lean Management

Hochschule Augsburg

Fakultät für Wirtschaft

Kompetenzfeld Materialwirtschaft und Logistik – KMuL

Telefon +49(0)821 5586-2911
info@kmu-augsburg.de
www.kmu-augsburg.de

Der Begriff Lean Management wurde erstmalig 1990 von den Autoren Womack, Jones und Roos in „The Machine that changed the World – The Story of Lean Production“ verwendet. Viele westliche Unternehmen bewunderten den Erfolg der japanischen Automarke Toyota nach dem zweiten Weltkrieg und versuchten das dort entwickelte Produktionssystem auf ihre Organisation zu übertragen. Heute beschäftigen sich jedoch nicht nur große Unternehmen, sondern auch immer mehr mittelständische Betriebe mit der Einführung von Lean Management.

Lean Management ist jedoch kein Methodenbaukasten, aus dem einzelne Elemente entnommen und angewendet werden können, sondern eine Philosophie, die bei der Einführung entsprechende Rahmenbedingungen voraussetzt. Das Ziel der Forschungsarbeit war daher die Entwicklung eines Selbstauditbogens, mit dessen Hilfe mittelständische Unternehmen in die Lage versetzt werden, ihre Bereitschaft zur Einführung von

Lean-Management zu messen und, falls notwendig, weitere Vorbereitungsmaßnahmen abzuleiten.

Die Einführung von Lean-Management in Unternehmen ist aufgrund vielfältiger Hinderungsgründe nur selten erfolgreich. Diese Ursachen sind vorrangig auf den Faktor Mensch zurückzuführen, der jedoch durch sein Umfeld beeinflusst wird. Beispielsweise unterstützt die im Unternehmen vorherrschende Kultur die Einführung nicht. Führungskräfte und Geschäftsführung verhalten sich hinderlich oder die Umsetzung ist mangelfhaft bzw. nicht mit dem Betriebsrat abgestimmt. Um das Gelingen der Einführung von Lean Management sicherzustellen, müssen verschiedene Erfolgsfaktoren vorab erfüllt sein, welche die Bereitschaft aller Mitarbeiter, sich zu verändern, gewährleistet und diese entsprechend auf ihre zukünftigen Aufgaben vorbereiten.

Der Erfüllungsgrad dieser Faktoren kann stufenweise und anhand typischer Symptome belegt werden. Aus den Symptomen lassen sich Entwicklungszustände formulieren, die in acht übergeordneten Kategorien zusammengefasst werden können. Die Zustände reichen dabei von nicht förderlichen Rahmenbedingungen für die Einführung bis zur optimalen Ausgangssituation. Im Selbstauditbogen können Unternehmen ihren derzeitigen Entwicklungsstand bewerten und erkennen so direkt den jeweils nächstbesseren Zustand, den es zu erreichen gilt. Dadurch erhalten sie Transparenz bezüglich ihres aktuellen Entwicklungsstandes und sind in der Lage weitere Vorbereitungsmaßnahmen abzuleiten und zu priorisieren.

Entwicklung eines Analyseverfahrens zur Identifikation und Bewertung autonomer Komplexität in Unternehmen

Einsame Störenfriede, Multiplikatoren, unkritische Faktoren und heimliche Ausbremsen

Komplexität in Unternehmen hat verschiedenste Ursachen, welche zum einen von außen auf ein Unternehmen einwirken und zum anderen aus den strukturellen und organisatorischen Gegebenheiten sowie den Abläufen und Verhaltensweisen innerhalb eines Unternehmens resultieren. Diese sogenannte „autonome“ Komplexität ist unabhängig von äußeren Faktoren und kann vom Unternehmen selbst gestaltet werden. Mit Hilfe eines Bewertungsschemas wird es Unternehmen ermöglicht, ihre intern verursachte Komplexität zu bewerten, um somit die richtigen Ansatzpunkte und Stellhebel im Umgang mit autonomer Komplexität zu identifizieren.

UNTERNEHMEN SIND MIT EINER ANSTEIGENDEN KOMPLEXITÄT KONFRONTIERT

Aufgrund verschiedener Megatrends in der Weltwirtschaft agieren Unternehmen heute in einem zunehmend komplexer werdenden Umfeld. Für den Anstieg der wirtschaftlichen Komplexität sind dabei vor allem die rasante technologische Entwicklung, die Globalisierung des Wettbewerbs, extrem volatile Märkte und immer anspruchsvollere Kunden verantwortlich.

Um Wettbewerbsvorteile in dieser instabilen Umgebung zu erzielen, reagieren Unternehmen mit einer sukzessiven Erweiterung ihrer Produktpalette oder der Erschließung neuer Märkte. Dies führt nicht nur zu einer wachsenden Anzahl an Kundengruppen, Varianten und Produkten, sondern auch zu zunehmenden Schwierigkeiten bei der Handhabung einer großen Variantenvielfalt sowie bei der Planung, Steuerung und Kontrolle der im Hintergrund ablaufenden Prozesse.

Ein bestimmtes Maß an Komplexität ist zwar notwendig, um den heutigen Marktanforderungen gerecht zu werden, autonom verursachte Komplexität stiftet jedoch keinen Kundennutzen und sollte daher so gering wie möglich gehalten werden.

EFFIZIENTES KOMPLEXITÄTSMANAGEMENT ALS ERFOLGS- UND WETTBEWERBSFAKTOR

Ein effizientes Komplexitätsmanagement wird aus diesem Grund zunehmend zu einem entscheidenden Erfolgs- und Wettbewerbsfaktor, da es dazu beiträgt, geforderte Individualität mit der notwendigen Wirtschaftlichkeit zu vereinen. Die Herausforderung ist dabei, die

von außen auf das Unternehmen einwirkenden Faktoren zu kennen und diese optimal im Unternehmen abzubilden. Geeignete Maßnahmen und Strategien können jedoch nur dann getroffen werden, wenn die Einflussfaktoren und Ursachen transparent sind.

BEWERTUNGSSCHEMA ZUR IDENTIFIKATION DER AUTONOMEN KOMPLEXITÄT

Mit Hilfe des entwickelten Bewertungsschemas werden in einem ersten Schritt die komplexitätstreibenden Faktoren im Unternehmen identifiziert, klassifiziert und nach deren isoliertem Einfluss bewertet. In einem zweiten Schritt wird der Vernetzungsgrad, d.h. die Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Einflussfaktoren untersucht. Aus diesem Vorgehen ergibt sich schließlich eine Matrix, aus welcher sich die gravierendsten Komplexitätsursachen und somit größtmöglichen Stellhebel erkennen lassen.

Mit Hilfe der Analyse ist es Unternehmen möglich, einen schnellen Überblick über ihre autonomen Komplexitätsursachen zu gewinnen und auf Basis der ermittelten Ergebnisse gezielte Maßnahmen zur Reduktion und Beherrschung ihrer intern verursachten Komplexität abzuleiten.



Anna Pfefferle, B.A.

anna_pfefferle@outlook.de

Forschungsgebiete

- Prozessmanagement
- Komplexitätsmanagement

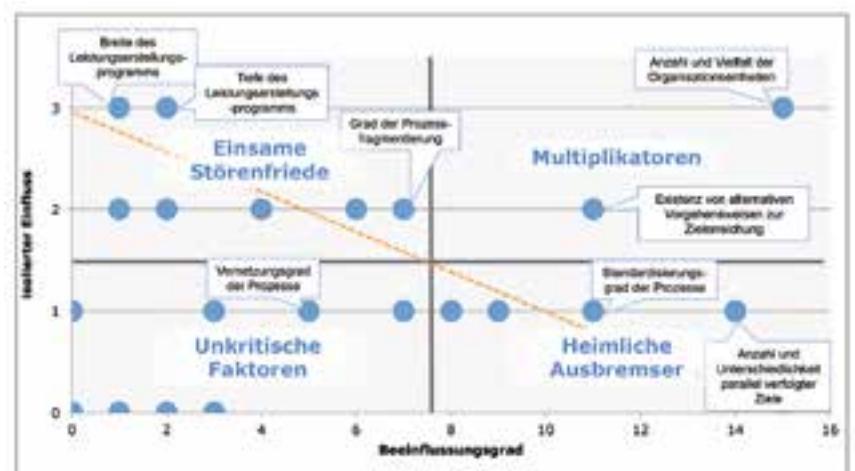
Hochschule Augsburg

Fakultät für Wirtschaft

Kompetenzfeld Materialwirtschaft und Logistik – KMUL

Telefon +49(0)821 5586-2911
info@kmul-augsburg.de
www.kmul-augsburg.de

Abb.: Beispiel – Bewertung unterschiedlicher Komplexitätsursachen.



Standardisierung von Programmierkonzepten sicherheitsrelevanter und nicht sicherheitsrelevanter Steuerungen für Produktionsmaschinen

Methode zur Erstellung von Coding Guidelines für die IEC 61131-3 in der Programmiersprache Strukturierter Text



Für die Standardisierung von Programmierkonzepten spielen Coding Guidelines eine immer wichtigere Rolle. Sie dienen zur Vereinheitlichung der Software und zur Vereinfachung der Integration weiterer Software in Maschinen und Anlagen. Dies ist für die Zukunft mit Industrie 4.0 von großer Bedeutung, denn sie tragen dazu bei, die Produktion individueller, flexibler und produktiver zu gestalten.

Die Zukunft mit „Industrie 4.0“ stellt ganz neue Anforderungen an die Entwicklung und Herstellung von Produktionsmaschinen. Das Ergebnis der vierten industriellen Revolution ist, dass die Produktion individueller, flexibler und produktiver wird. Das Ziel bei der Entwicklung von Produktionsmaschinen ist die Prozessoptimierung und die Steigerung der Wirtschaftlichkeit. Des Weiteren sind die Kriterien Qualität, Wiederverwendbarkeit und Änderbarkeit von Steuerungsprogrammen von großer Bedeutung. Auch der Einsatz von Sicherheitssteuerungen erhöht die Produktivität, denn die Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle kann weitaus besser den Produktionserfordernissen und zugleich den Sicherheitsanforderungen gerecht werden. Um diese Anforderungen zu erfüllen und die Informatik mit der Elektrotechnik in ihrer Programmierweise in Einklang bringen zu können, ist es wichtig, gemeinsame Coding Guidelines zu definieren. Ziel ist es, die Erstellung von Steuerungssoftware zu vereinheitlichen, um Fehler zu reduzieren, die Inbetriebnahme und Wartung, sowie die Integration weiterer Software in Maschinen und Anlagen zu vereinfachen.

Carina Schlicker, B.Eng.

carina.schlicker@hs-augsburg.de

Betreuer

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Zeller

Hochschule Augsburg

Fakultät für Elektrotechnik

Telefon +49(0)821 5586-3342

wolfgang.zeller@hs-augsburg.de

Fachgebiete

- Automatisierungstechnik
- Steuerungstechnik

Nachfolgend wird die Methodik zur Erstellung von Coding Guidelines für die IEC 61131-3 beschrieben. Diese lässt sich in vier Schritte gliedern:

Der erste Schritt beinhaltet die Analyse, welche sich in zwei Schwerpunkte unterteilt. Zum einen geht es um die Analyse bestehender Prozesse der Softwareentwicklung hinsichtlich Coding Guidelines und deren Anforderungen. Zum anderen werden Normen hinsichtlich ihrer inhaltlichen Aussagen, die bei der Erstellung von Coding Guidelines berücksichtigt werden müssen, analysiert. Anschließend werden die Defizite ermittelt. Hierfür stellt sich die Frage: Für welche Programmieraufgaben sind Coding Guidelines hilfreich? In der Sicherheitstechnik gibt es bereits vielfältige Vorschriften und Normen, die zu berücksichtigen sind. Der dritte Part umfasst den eigentlichen Entwurfsprozess, in dem die Coding Guidelines erstellt werden. Nachfolgend, im vierten und wichtigsten Teil, erfolgt die Verifikation und Validierung der Coding Guidelines. Hier werden sie in der Industrie angewendet und auf Praxistauglichkeit getestet. Schritt drei und vier werden anschließend zyklisch durchlaufen, um die Coding Guidelines optimieren und spezifizieren zu können.

Der gesamte Erstellprozess der Coding Guidelines wird in Zusammenarbeit mit der PLCopen durchgeführt.

Hochschulzentrum Donau-Ries:
Hier werden Innovationen greifbar.

Studienangebot der Hochschule Augsburg

www.hs-augsburg.de/studium

Studiengänge

- Architektur und Design
- Ingenieurwissenschaften
- Informatik und Interaktive Medien
- Wirtschaftswissenschaften



Lehrobject für Aus- und Weiterbildung auf Basis sicherheitsrelevanter programmierbarer elektronischer Steuerungssysteme

Realisierung an einer Produktionsmaschine mit drehzahlveränderbaren Antrieben



Die Sicherheit an Produktionsmaschinen in Industrien ist ein wesentlicher Bestandteil des gesamten Maschinenkonzepts, um Personen vor potenziellen Gefahren zu schützen. Die Sicherheitsanforderungen müssen kosteneffizient und -effektiv umgesetzt werden, ohne Wettbewerbsfaktoren wie Produktivität oder Flexibilität einzuschränken. Für die Realisierung ist der prozentuale Einsatz von sicherheitsbezogenen, programmierbaren elektronischen Steuerungssystemen in den vergangen Jahren stark angestiegen und hat somit auch einen hohen Bedarf in der Aus- und Weiterbildung.

Claudia Zellner, B. Eng.

Claudi689@gmx.de

**Management Center
Innsbruck (MCI)**

Mechatronics - Mechanical
Engineering

Betreuer

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Zeller

Hochschule Augsburg

Fakultät für Elektrotechnik

Telefon +49(0)821 5586-3342

wolfgang.zeller@hs-augsburg.de

Fachgebiete

- Automatisierungstechnik
- Steuerungstechnik

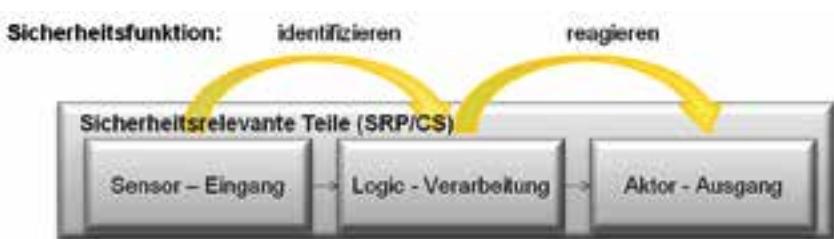
Um eine Maschine zur normgerechten, sicheren und zuverlässigen Maschine umzusetzen, wurde ein sicherheitsrelevantes programmierbares Steuerungssystem an einer Produktionsmaschine mit drehzahlveränderbaren Antrieben realisiert. Auf Basis dessen wurde ein Lehrobject konzipiert, welches die notwendigen Schritte von einer Anlage zu einer sicheren Anlage veranschaulicht.

Für den Entwurf des Sicherheitskonzepts wurden zunächst die gesetzlichen Anforderungen an die Maschinen sicherheit und die möglichen Umsetzungsmethoden analysiert und gegenübergestellt. Zur Umsetzung wurde auf die europäischen standardisierten Normen zurückgegriffen. Dabei ist die Risikobeurteilung der Anlage mit Hilfe DIN EN ISO 12100 umgesetzt und die daraus resultierende Risikominderung durch das Steuerungssystem mit Hilfe DIN EN ISO 13849-1. Zusätzliche Hilfestellung für die Sicherheit in drehzahlveränderbaren Antrieben gibt die DIN EN 61800-5-2 durch die möglichen antriebsintegrierten Sicherheitsfunktionen, wie z. B. STO, SS1, SLS.

Aus der Risikobeurteilung resultieren die Sicherheitsanforderungen an das programmierbare Steuerungssystem, sprich das zu erreichende Sicherheitslevel (PLr). Dafür wurden zunächst die sicherheitsrelevanten Teile des Steuerungssystems unter Berücksichtigung der Anforderungen ausgewählt und deren Sicherheit mit Hilfe des Software-Assistenten SISTEMA mathematisch nachgewiesen. Anschließend wurde die Sicherheit durch die Software programmiertechnisch ergänzt. Dabei steht nun die Verarbeitung der Signale und die richtige Verwendung der Anlage in Bezug auf die unterschiedlichen Betriebsarten – Automatik, Einrichten und Manuell – im Fokus. Die Programmabläufe sind mit Hilfe von Petrinetzen im Siemens TIA-Portal mit der Software SIMATIC STEP7 Safety Advanced umgesetzt. Die Programmierung für das sichere Einlesen der Signale führte sowohl zur Verwendung bereits vorhandener als auch eigen programmierte Funktionsbausteine auf Basis der PLCopen Standards. Die Umsetzung der Abläufe für die einzelnen Betriebsarten beinhaltet die Handhabung der unterschiedlichen sicherheitsintegrierten Antriebsfunktionen. Anschließend wurde das Zusammenwirken der Komponenten unter Berücksichtigung möglicher Fehlverhalten und Fehlfunktionen getestet.

Für das Lehrobject wurden zunächst unterschiedliche didaktische Modelle analysiert und gegenübergestellt. Anschließend wurde das Lehrobject auf Basis des Berliner Modells entworfen und umgesetzt.

**Hochschulzentrum Donau-Ries:
Hier werden Innovationen greifbar.**



Prinzip eines
Steuerungssystems.

Log Analysis System for Security Incidents and Errors – LASSIE

Entwicklung eines Systems zur automatisierten Logdatenanalyse industrieller Komponenten

Gerade in industriellen Systemen werden Logdaten oft nur sparsam gesammelt, da die Analyse großer Mengen meist nicht realisierbar ist. Advanced Persistent Threats, wie zum Beispiel immer intelligentere Schadsoftware (HAVAX RAT/DRAGONFLY/ENERGETIC BEAR), stellen eine große Bedrohung für Industrieanlagen dar. Selbst gut abgesicherte Anlagen bieten keine hundertprozentige Sicherheit. In Zukunft wird es daher wichtig, Informationen für eine forensische Analyse zu erheben und zu sichern.

In einer Kooperation zwischen der HSASec (Forschungsgruppe für IT-Sicherheit und Digitale Forensik), dem Hochschulzentrum Donau-Ries und der Grenzebach Maschinenbau GmbH wurde überlegt, wie dieses Problem mit Hilfe von Log-Mechanismen in den Griff zu bekommen ist. So entstand die Idee für LASSIE (Log Analysis System for Security Incidents and Errors). Das System soll zentral Logdaten verschiedener Industriekomponenten (Router, Switch, Industrie-PC, SPS) sammeln und auswerten.

Für die Sammlung der Daten muss das System so passiv wie möglich agieren, um die Prozesssteuerung nicht zu beeinträchtigen. Die grundlegende Herausforderung des Projektes besteht in der Identifikation der minimal benötigten Log-Informationen zur Erkennung und Unterscheidung von Sicherheitsvorfällen und Fehlern.

Eine anschließende Auswertung der Daten soll sich nicht auf einfache Grenzwerte beschränken, sondern über bestimmte Analyseverfahren ein „intelligenteres“ Ergebnis bieten. Dazu werden quantitative Methoden, wie etwa die Regressionsanalyse oder selbstlernende Algorithmen getestet. Zusätzlich soll eine Anbindung an weitere Managementtools berücksichtigt werden, um in bestimmten Fällen Alarne an einen Administrator zu melden.

In einem ersten Schritt wird eine Laborumgebung (s. Abbildung) aufgebaut und die Logging Funktionen der entsprechenden Komponenten getestet. Das Hauptsystem LASSIE wird mit unterschiedlichen Open Source Werkzeugen realisiert. Auf einem gehärteten Linux Server wird mit Hilfe von logstash die Sammlung der Logdaten implementiert. Für die Datenhaltung, Analyse und Suche innerhalb der Logdaten wird elastic-search verwendet. Die Ergebnisse werden dann mit kibana visualisiert.

Um das System zu testen, wird es mit unterschiedlichen Scripten und Exploits angegriffen und anschließend identifiziert, welche Art von Angriff welche Art von Spuren in den Logdaten hinterlässt. Dementsprechend wird die automatisierte Analyse optimiert. Das System soll in den Demonstrator zum Thema Industrie 4.0 am Hochschulzentrum Donau-Ries integriert werden.



Andreas Seiler, B.Sc.

andreas.seiler@hs-augsburg.de

Betreuer

Prof. Dr. Gordon T. Rohrmair

Hochschule Augsburg

Fakultät für Informatik
Forschungsgruppe HSASec
IT -Security und Forensik

Telefon +49(0)821 5586-3211
gordonthomas.rohrmair@hs-augsburg.de
www.hsasec.de

Hochschulzentrum Donau-Ries:
Hier werden Innovationen greifbar.

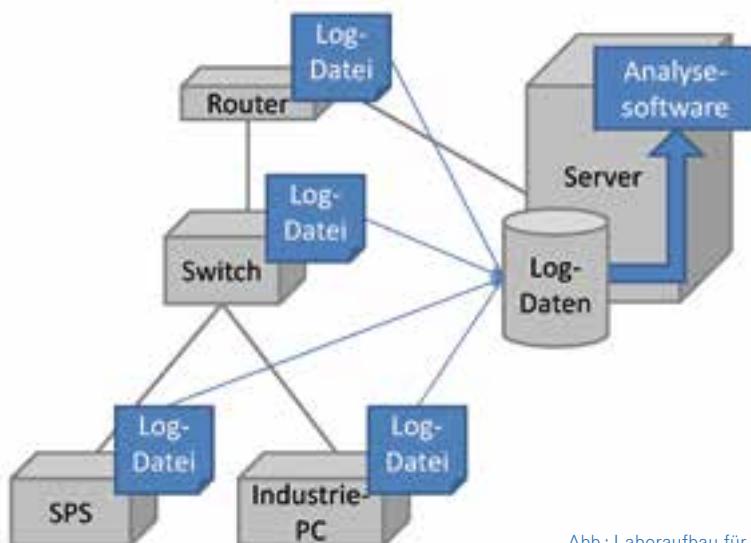


Abb.: Laboraufbau für LASSIE.

Modale Kalibrierung eines vektoriellen Netzwerkanalysators zur Messung von differentiellen Messobjekten

Charakterisierung von Twisted-Pair-Leitungsbündeln



Sebastian Wagner, B.Eng.

sebastian.wagner@
hs-augsburg.de

Betreuer
Prof. Dr. Reinhard Stolle

Hochschule Augsburg
Fakultät für Elektrotechnik
Telefon +49(0)821 5586-3356
reinhard.stolle@hs-augsburg.de

Fachgebiete
■ Hochfrequenztechnik
■ Nachrichtentechnik

Für die Übertragung von hochbitratigen Datenströmen im Automobil existiert das auf dem Sternviererkonzept basierende HSD-Stecksystem (HSD: High Speed Data). Dieses System stellt zwei voneinander entkoppelte, differentielle Signalfäde zur Verfügung und bietet damit eine erhöhte Störsicherheit. Für die Entwicklung von geeigneten Übertragungsverfahren ist eine genaue Kenntnis über das Hochfrequenzverhalten des Übertragungskanals notwendig, der in diesem Fall einem Twisted-Pair Kabel in differentieller Betrachtung entspricht. In Kooperation mit Rosenberger Hochfrequenztechnik GmbH & Co. KG werden Messverfahren entwickelt, die auch für hohe Frequenzen eine hohe Genauigkeit bieten.

Das Übertragungsverhalten kann mithilfe eines vektoriellen Netzwerkanalysators (VNA) bei Frequenzen bis zu einigen Gigahertz bestimmt werden. Besagte Messungen können grundsätzlich durch Fehlanpassungen und Laufzeiten der Messeinrichtung verfälscht werden. Diese Fehler müssen durch Kalibrierung bestimmt und anschließend kompensiert werden. Zu diesem Zweck werden modale Kalibrierverfahren verwendet, die zwischen Gleichtakt- und Gegentaktsignalen unterscheiden und somit besonders für differentielle Messvorrichtungen geeignet sind.

Für die Charakterisierung eines Übertragungskanals aus Twisted-Pair-Kabel und HSD-Verbindern wird der Messaufbau wie in der Abbildung dargestellt verwendet. Jeweils ein Adapter überführt die HSD-Schnittstelle auf vier SMA-Steckverbinder, so dass das Übertragungsver-

halten schließlich mit einem 8-Tor-VNA bestimmt werden kann. Da keine geeigneten Messverfahren existieren, wurde im Rahmen der Forschungskooperation ein modales Kalibrierverfahren entwickelt, das auftretende lineare Fehler im Messaufbau bis zu einer definierten Referenzebene bestimmt und dessen Kompensation erlaubt. Allgemein müssen für diesen Zweck bekannte Kalibrierstandards eingesetzt werden, die elektrisch vollständig bekannt sind. Für die HSD-Schnittstelle existieren jedoch keine vollständig bekannten Standards, so dass eine Selbstkalibrierung eingesetzt wurde. Dieses Verfahren erlaubt den Einsatz nicht-idealer Kalibrierobjekte und wurde anhand typischer Messobjekte erfolgreich erprobt.

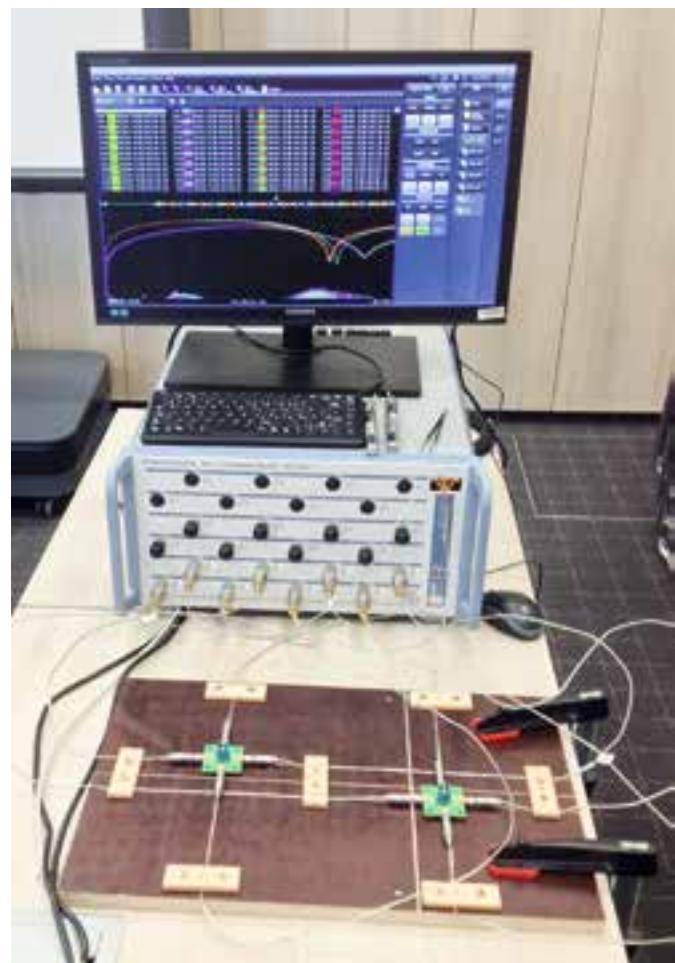


Abb.: Messaufbau zur
Charakterisierung eines HSD-Kabels.

► Forschungsgruppe Verteilte Systeme

Architektur moderner Webanwendungen auf Basis von Node.js

Anforderungsanalyse und Stand der Technik

Das Web ist mit seinen Anforderungen gewachsen, ebenso auch die Architektur von Webanwendungen. Mit der Plattform Node.js ist es seit ein paar Jahren möglich, auch auf dem Server JavaScript auszuführen. Der gleiche Code ist sowohl auf dem Client, als auch auf dem Server ausführbar und muss daher auch nur einmal entwickelt werden. Dieser Umstand und erhöhte Erwartungen an Geschwindigkeit und Echtzeit benötigen ein Umdenken bislang bewährter Konzepte. Im Rahmen dieser Forschungsarbeit zum Thema „Architecture of Isomorphic JavaScript Web Applications“ steht daher zu Beginn die Frage, wie JavaScript-Webanwendungen auf dem Client und auf dem Server heutzutage strukturiert werden.

In den vergangenen Jahren sind die Erwartungen an solche Anwendungen deutlich gestiegen. So soll zum Beispiel die Seite bei einer Aktion des Benutzers nicht komplett neu vom Server geladen werden (Stichwort: Single-Page-Applications). Des Weiteren sollen Einträge von anderen Benutzern sofort auf der Seite erscheinen (Stichwort: Echtzeit). In Form einer Mobile-Web-App auf dem Smartphone sollen außerdem relevante Daten lokal vorgehalten werden. Aus diesem Grund haben JavaScript-Webanwendungen eine komplexe Architektur, die sich deutlich von ihren Vorgängern von vor zehn Jahren unterscheidet.

Innerhalb kürzester Zeit sind eine Vielzahl von Frameworks und Libraries entstanden, die unterschiedliche Lösungsansätze für diese Probleme bieten. Die bekanntesten auf Basis von Node.js sind dabei express, hapi oder Mongoose. Für den Browser sind angular.js, ember.js, Backbone und zahllose sogenannte Micro-Frameworks verfügbar. Selbstverständlich konnte in dieser Forschungsarbeit nicht jedes Framework berücksichtigt werden; vielmehr sollen Gemeinsamkeiten herausgearbeitet und analysiert werden. So bieten zum Beispiel viele Frameworks einen Router, der über sogenannte Middlewares Zugriffsrechte überprüft und den Kontrollfluss an die verantwortlichen Komponenten delegiert. Ebenfalls typisch ist ein Model, über das zentral Daten geladen und validiert werden können. Auf dem Client bieten außerdem viele Frameworks ein Two-Way-Data-Binding an, dass das DOM mit den Anwendungsdaten synchron hält.

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen soll in den nächsten Semestern eine geeignete Architektur entwickelt werden, mit Hilfe derer so viel Code wie möglich zwischen den verschiedenen Umgebungen geteilt werden kann. Abschließend soll diese Architektur evaluiert werden.



Johannes Ewald

johannes.ewald@peerigon.com

Betreuer

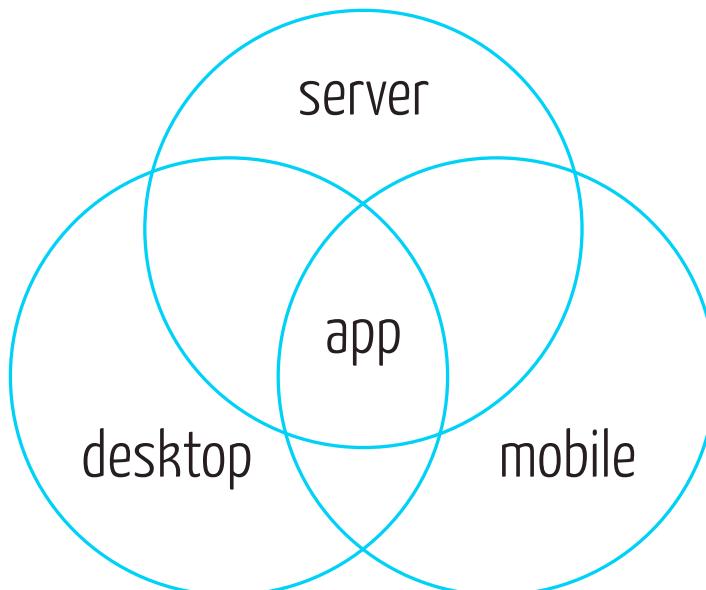
Prof. Dr.-Ing Thorsten Schöler

Hochschule Augsburg

Fakultät für Informatik
Telefon +49(0)821 5586-3445
thorsten.schoeler@hs-augsburg.de

Forschungsgebiete

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



► Forschungsgruppe Verteilte Systeme

Fingerprinting von Webbrowsern

Wiedererkennung von Systemen mittels einzigartiger Merkmalskombinationen des Webbrowsers



Falk Alexander

falkalexander@hs-augsburg.de

Betreuer

Prof. Dr.-Ing. Thorsten Schöler

Hochschule Augsburg

Fakultät für Informatik

Telefon +49(0)821 5586-3445

thorsten.schoeler@
hs-augsburg.de

Jeder Benutzer ist im Internet durch seinen digitalen Fingerabdruck identifizierbar. Dieser Fingerabdruck wird auf allen Webseiten hinterlassen. Mittels Tracker kann der Benutzer anhand dieser Fingerabdrücke verfolgt und seine Reise durch das Internet aufgezeichnet werden. Dieses System kann als Cookie-Alternative für die Werbeindustrie dienen.

In der virtuellen Welt hinterlassen wir, genau wie im realen Leben, Fingerabdrücke (engl. Fingerprints). Wir hinterlassen sie auf allen Webseiten, die wir besuchen. Diese Fingerprints machen uns verfolgbar. Auf Webseiten werden so genannte Tracker verbaut, die unsere Fingerprints sammeln und an einen zentralen Server schicken.

Dieser sucht Fingerabdrücke, die zum gleichen Benutzer gehören und kann die Reise des Anwenders durch das Internet rekonstruieren. Der digitale Fingerabdruck besteht aus vielen verschiedenen Informationen, die der Browser und das Betriebssystem freiwillig verraten. Dazu zählen Plug-ins mit deren Versionen, die installierten Schriftarten und viele weitere Eigenschaften. Das Fingerprinting-Projekt hat es sich zum Ziel gesetzt, möglichst viele dieser Merkmale zu finden, die Aussagekraft dieser Merkmale zu überprüfen und herauszufinden, ob die Summe aller Merkmale zu einem Fingerabdruck führen, der für jede Browser-Installation einzigartig ist.

Das Fingerprinting-System sammelt Fingerabdrücke von vorbeikommenden Systemen. Dies geschieht plattformunabhängig und unbemerkt vom Benutzer. Der

Fingerprint kann, wie in der Werbeindustrie üblich, als reines JavaScript hinterlegt werden und wird durch das Cross-Site-Scripting nicht eingeschränkt. Diese Fingerabdrücke bestehen aus einer Vielzahl von Merkmalen, um sie so robust wie möglich zu gestalten.

Die Fingerprints werden an das Tracking-System gesendet. Dieses verarbeitet die Fingerprints und stellt die Verknüpfungen zwischen ihnen her, so dass der Verlauf jedes Benutzers rekonstruierbar wird. Dazu wird auf eine Ereignis-gesteuerte Datenverarbeitung gesetzt werden und mit Hilfe von Data Mining werden Algorithmen für die Gruppierung der Fingerabdrücke konzipiert. Die Erkennung von Browern funktioniert durch Anonymisierungsnetzwerke hindurch.

Der Fingerabdruck kann als weiterer Sicherheitsmechanismus auf einer Webseite verbaut sein. Dazu wird von einem authentifizierten Benutzer der Fingerabdruck genommen und bei jedem Seitenaufruf mit dem abgespeicherten verglichen. Ändert sich der Fingerabdruck unvorhergesehen, so wird ein Angriff gegen die derzeitige Sitzung angenommen.

Das zweite Einsatzgebiet ist Werbung. In der Internetwerbung werden Besucher mit Cookies verfolgt. Jedoch ist es nicht sicher, wie lange Cookies noch der Werbeindustrie zur Verfügung stehen. Daher ist Fingerprinting eine Alternative.

Das Fingerprinting-Projekt wird in der Distributed Systems Group unter der Betreuung von Prof. Dr.-Ing. Thorsten Schöler entwickelt.

► Forschungsgruppe Verteilte Systeme

Evaluation von Web-APIs auf Basis von Node.js

Vergleich von blocking und non-blocking Ansätzen für webbasierte APIs

Serverseitiges JavaScript auf Basis von Node.js gilt inzwischen als ernstzunehmende Alternative zu etablierten Sprachen wie Java, Python, Ruby und PHP. Dabei eignet sich Node.js besonders gut für skalierbare Web-APIs. Wie performant und skalierbar die asynchrone und event-orientierte Programmierung auf Basis der Event-Loop aber tatsächlich ist, wurde bisher noch sehr wenig beleuchtet. Auch fehlt es noch an „Best Practices“ für die Entwicklung von robusten Web-APIs.

Das Ziel der Forschungsarbeit gilt in der ersten Phase der Evaluation. Besonders interessant ist in diesem Zusammenhang der Vergleich des Blocking Ansatzes mit dem Non-Blocking Ansatz von Node.js. So wird beispielsweise bei den meisten PHP-Anwendungen pro Anfrage des Nutzers ein eigener Thread erzeugt. Dadurch ergibt sich ein relativ niedriges Limit an parallelen Anfragen, denn der Server erreicht schnell das Limit der maximalen Threads. Ist das Limit erreicht, können keine weiteren Anfragen mehr bearbeitet werden. Beim Non-Blocking Ansatz hingegen werden alle Anfragen in einem einzelnen Prozess entgegengenommen. Sämtliche Funktionsaufrufe, die den Server blockieren, wie das Auslesen einer Datei oder eine Datenbankanfrage, werden asynchron aufgerufen, um den Hauptprozess

nicht zu blockieren. Diese Aufrufe landen dann auf dem Stack der sog. Event-Loop, welche diese der Reihe nach in separaten Threads abarbeitet. Wurde ein Aufruf bearbeitet, wird das Callback der asynchronen Funktion aufgerufen und die Anfrage kann im primären Prozess beantwortet werden. Die Anzahl der Threads, die der Event-Loop zur Verfügung stehen, ist hierbei limitiert. Durch diesen Ansatz ist es Node.js möglich, eine höhere Anzahl paralleler Anfragen zu beantworten.

Für die Evaluation werden typische Szenarios einer API auf Basis unterschiedlicher Ansätze implementiert und dann anhand von Messungen analysiert.

Die Messungen erfassen:

- Anzahl Anfragen pro Sekunde
- CPU-Verbrauch
- Speicher-Verbrauch
- Anzahl der Threads

Das Ergebnis soll als Entscheidungsgrundlage für die Plattformwahl dienen. Da es bei einer solchen Entscheidung meist nicht nur um Geschwindigkeit & Effizienz geht, sollen in weiteren Untersuchungen auch Faktoren wie Wartbarkeit und Skalierbarkeit untersucht werden. Darauf aufbauend sollen dann Best-Practices erarbeitet werden, die Entwicklern als Leitfaden dienen.



Michael Jaser

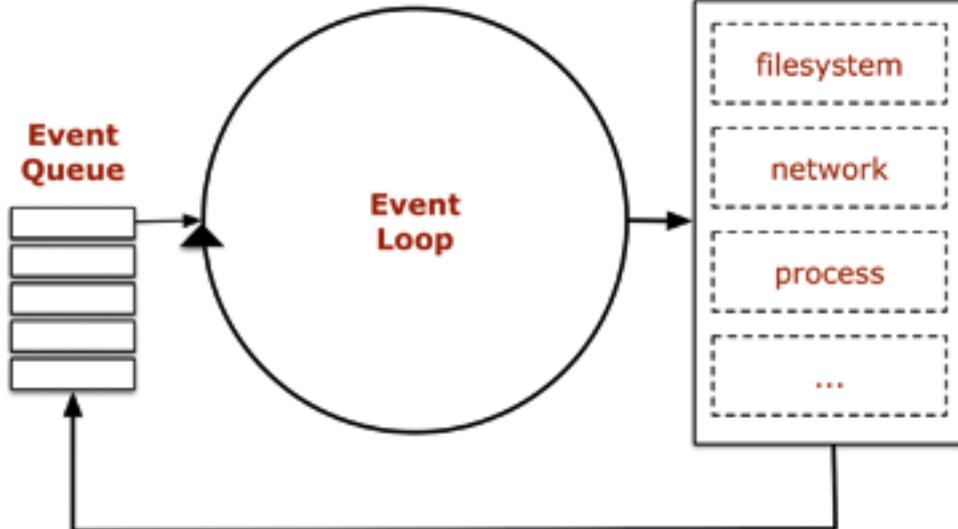
michael.jaser@hs-augsburg.de

Betreuer

Prof. Dr.-Ing Thorsten Schöler

Hochschule Augsburg

Fakultät für Informatik
Telefon +49(0)821 5586-3445
thorsten.schoeler@hs-augsburg.de





Hochschule Augsburg, Gebäude F, Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik.

© Foto: Eckhart Matthäus, www.em-foto.de

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.
An der Hochschule 1
86161 Augsburg
Telefon +49 (0)821 5586-2556/-3556
Telefax +49 (0)821 5586-3516
presse@hs-augsburg.de
www.hs-augsburg.de

Kontakt:

Hochschule Augsburg
University of Applied Sciences
An der Hochschule 1
86161 Augsburg
Telefon +49 (0)821 5586-0
Telefax +49 (0)821 5586-3222
info@hs-augsburg.de
www.hs-augsburg.de

**Institut für Technologietransfer
und Weiterbildung, ITW**
Dipl.-Päd. Gabriele Schwarz
An der Hochschule 1
86161 Augsburg
Telefon +49 (0)821 5586-3251
Telefax +49 (0)821 5586-3190
itw@hs-augsburg.de
www.hs-augsburg.de/einrichtung/itw

Verlag:

vmm wirtschaftsverlag gmbh & co. kg
Kleine Grottenau 1
86150 Augsburg
www.vmm-wirtschaftsverlag.de

Gestaltung: Iris Cvetkovic, Julia Moser

Druck:

AZ Druck und Datentechnik GmbH
Heisinger Straße 16, 87437 Kempten

Auflagenhöhe: 1.000 Exemplare

Fotos: Hochschule Augsburg, andere Bildrechte liegen bei den genannten Urhebern und Autoren.

Titelbild (Foto: Andreas Kunert):

Plastischer Bruch in einem Metallstück mit Einschluss, aufgenommen unter dem Rasterelektronenmikroskop.

© Hochschule Augsburg 2014

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Redaktion und der Autoren. Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung der Redaktion oder des Herausgebers wieder.

Kommunikation für den Mittelstand.

Machen Sie Ihren Erfolg zur Story – im **eigenen Magazin!**



Print. Digital. Mobil.

Machen Sie Ihre Kunden zu Fans und motivieren Sie Ihre Mitarbeiter!

Corporate Publishing (CP) ist mehr als ein Schlagwort. CP ist die Königsdisziplin der Unternehmenskommunikation. Warum? Weil Sie so Ihre Zielgruppen unmittelbar und nachhaltig erreichen. Die Möglichkeiten hierbei sind so vielfältig wie die Farben- und Geschmackspalette eines Lollis. Ob klassisches Hochschulmagazin, Kundenzeitschrift, Mitarbeiter-Magazin, Geschäftsbericht oder elektronische Zeitung und Newsletter – wir übernehmen das für Sie.

Der vmm wirtschaftsverlag ist Ihr regionaler und zuverlässiger Partner für eine individuelle und persönliche Rundum-Betreuung. Sprechen Sie uns an!

► Alle Informationen finden Sie online unter:
www.vmm-wirtschaftsverlag.de/cp

vmm 
wirtschaftsverlag

► ALLE INFOS:
Tel.: 0821.4405-432

www.vmm-wirtschaftsverlag.de
barbara.vogt@vmm-wirtschaftsverlag.de



„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. schueco.de/antwort

Fenster. Türen. Fassaden.

SCHÜCO