

FORSCHUNG

2018

IM GESPRÄCH

Digitalisierung im Visier

INNOVATIONSLABORE

Design Thinking

NACHGEFRAGT

Arbeitswelt im digitalen Wandel





Make light your copilot

Werden Sie Teil unseres Teams in Regensburg

Hochleistungs-LED, die in Head-up-Displays für eine zuverlässige und sichere Navigation im Straßenverkehr sorgen – auch daran arbeiten wir bei OSRAM Opto Semiconductors. Entdecken Sie spannende Herausforderungen in den Bereichen IT, Ingenieurwesen, Controlling und Naturwissenschaften und entwickeln Sie gemeinsam mit uns die Zukunft des Lichts.

Jetzt bewerben auf www.1000jobsinregensburg.de

Licht ist OSRAM

OSRAM
Opto Semiconductors



Liebe Leserinnen und Leser,

unter einem neuen Titel – Forschung 2018 – stellen wir Ihnen diesmal insgesamt 34 For-

schungsprojekte vor. Die vorliegende Ausgabe zeigt mit ihrem Themenspektrum nachdrücklich, dass wir unsere fachliche Vielfalt nutzen, um die gesellschaftlichen und technologischen Herausforderungen der Zukunft in ihrer ganzen Breite und Tiefe zu bearbeiten. Dabei haben unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die Leitthemen der OTH Regensburg im Fokus: Energie und Mobilität, Information und Kommunikation, Lebenswissenschaften und Ethik, Produktion und Systeme sowie Gebäude und Infrastruktur.

Im einführenden Interview mit dem wissenschaftlichen Leiter unseres Instituts für Angewandte Forschung und Wirtschaftskooperationen, Prof. Dr. Thomas Falter, und dem geschäftsführenden Referenten, Dr. Christian Broser, wird deutlich, dass nahezu all diese Themen und Projekte zunehmend von der Querschnittstechnologie Digitalisierung tangiert werden.

Die OTH Regensburg hat sich vor diesem Hintergrund erfolgreich in entsprechenden Netzwerken positioniert:

sie ist mit einer Professur am landesweiten „Zentrum Digitalisierung Bayern“ (ZD.B) beteiligt; im Netzwerk „Internet und Digitalisierung Ostbayern“ (INDIGO) tauscht sie sich mit den anderen Hochschulen und Universitäten in Ostbayern aus; mit dem „Digitalen Gründerzentrum Oberpfalz“ (DGO) schafft sie mit regionalen Partnern die erforderliche Infrastruktur für eine digitale Gründungskultur in der Oberpfalz. Und im Januar 2018 hat sie mit dem Hochschulverbund „Transfer und Innovation Ostbayern (TRIO)“ im Zuge des BMBF-Programms „Innovative Hochschule“ ein weiteres Netzwerk geschaffen, in dem wir gemeinsam den bidirektionalen Wissens- und Technologietransfer zwischen den Hochschulen, Unternehmen, Partnerinstitutionen und Kammern in ganz Ostbayern professionalisieren werden.

Ich bedanke mich bei allen Kolleginnen und Kollegen, die mit ihren herausragenden Forschungsaktivitäten zum Erfolg unserer Hochschule und der genannten Netzwerke und damit zugleich zu einer hochaktuellen und bedarfsgerechten Ausbildung unserer Studierenden beitragen.

Ihr

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'W. Baier', written in a cursive style.

Prof. Dr. Wolfgang Baier
Präsident der OTH Regensburg



Interview: Die Welt von morgen – Digitalisierung im Visier	8
Zahlen Daten Fakten	10
Aus der Forschung in die Praxis	12
Laboreinblicke	15
Nachgefragt: Arbeitswelt im digitalen Wandel	16
Wissenschaftlicher Nachwuchs	18

Lebenswissenschaften und Ethik 21

Selbsthilfgruppenarbeit bei Aphasie (erworbene Sprachstörung) zur Steigerung der Lebensqualität und Kompetenz (shalk)	22
Fachsprache Englisch an Hochschulen und im Beruf	24
Empirische Studie zu Asylsuchenden in Bayern	26
Entwicklung eines Blutviskositäts- und Gerinnungsmodells für Strömungsberechnung in künstlichen Lungen	28
Numerische Analyse der Rupturwahrscheinlichkeit zerebraler Aneurysmata	29
Unternehmerisches Denken und Handeln grenzüberschreitend fördern	30
CANVAS: Constructing an Alliance for Value-driven Cybersecurity – Erste Ergebnisse eines EU-Projekts	32
Der Bewerbungsprozess für Auszubildende – Wenn Motivation mehr zählt als Schulnoten	34
Der Verbleib von MINT-Studierenden in den ersten vier Semestern – Eine Studienverlaufsanalyse (SVA)	36
Isoliert perfundiertes Herz als physiologische Blutpumpe zur Untersuchung von Blutgerinnung in künstlichen Lungen	38
Auswirkungen von Solvency II auf die Immobilienanlagen europäischer Versicherer	40

Gebäude und Infrastruktur 43

Optimierung der Energieflüsse im Wohngebäudebestand durch thermisch-dynamische Simulation	44
Performance-Based Seismic Design of Perimeter Diagrid Systems	46
Sanierungsplanung im Denkmalbestand mittels thermischer Gebäudesimulation	48
Simulationsmodell für den Feuchtetransport und die Feuchtespeicherung in Beton	50

Information und Kommunikation 53

Eye Movement Patterns im Software Engineering	54
Rekonstruktion der Schema-Evolutionshistorie aus semistrukturierten Data Lakes	56
„Karel the Robot“ – Gutes Software Engineering in der Programmiergrundlagenausbildung	58
Von „Schatten-IT“ zur Business-Managed IT	60

ANZEIGEN



LANGPATENT

ANWALTSKANZLEI IP LAW FIRM

Ihr Ansprechpartner:
Dr.-Ing. Christian Lang
Hermann – Hesse – Str. 14
92637 Weiden
www.langpatent.com
0961/40 18 5 - 66/ -77 (Fax)

Patente – Gebrauchsmuster – Marken – Designs

Ihr Partner in der Oberpfalz für globalen Schutz Ihres geistigen Eigentums

München - Weiden - Blatten b. Naters (Schweiz)

- v. DÜSTERLHO • ROTHAMMER & PARTNER mbB -
Wirtschaftsprüfer • Steuerberater • Rechtsanwälte

Unser Team - bestehend aus 8 Steuerberatern, 4 Rechtsanwälten, 2 Wirtschaftsprüfern und insgesamt ca. 60 Mitarbeitern – betreut Sie in allen steuerlichen, rechtlichen und betriebswirtschaftlichen Fragen von der Existenzgründung bis zum Unternehmensverkauf. Wir legen Wert auf eine solide, langfristige Zusammenarbeit und betrachten uns als loyalen und kritischen Begleiter Ihres Erfolgs.

Bereits zum fünften Mal in Folge wurde unsere Kanzlei in 2018 vom Magazin FOCUS Spezial als TOP-Steuerkanzlei Deutschlands ausgezeichnet.

Einzelheiten im Magazin FOCUS-SPEZIAL, zuletzt Ausgabe 20.02.2018.

kompetent • zuverlässig • erfahren



Prüfeninger Schloßstraße 2 a • 93051 Regensburg

Tel.: 0941 92001-0 • Fax: 0941 92001-17 • E-Mail: kanzlei@drpa.de • Internet: www.drpa.de

Produktion und Systeme	63
High-End-Strukturen für den Leichtbau – mit faserverstärktem 3D-Druck	64
Neue Methode zur Bestimmung der Biegesteifigkeit von Drahtseilen	66
Entwicklung und Implementierung eines neuartigen Materialmodells zur Verbesserung von Blechumformsimulationen	68
Erstellung eines Konstruktionskatalogs für die additive Fertigung	70
Einfluss von Prozessparametern auf die Schmelzimpregnierung zur Herstellung von faserverstärkten Thermoplasten	72
Laserablationssystem zur Strukturierung von Halbleitermaterialien	74
Energie und Mobilität	77
SyNErgie: Steuerverfahren für Blindleistungsquellen zur Optimierung der Blindleistungsbilanz von Mittelspannungsnetzen	78
QUARREE100: Innovative Energieversorgungssysteme in Bestandsquartieren – Heide eine Modellregion	80
Bayerische Kooperation für Transporteffizienz – Truck 2030	82
Digitalisierung/Sensorik	85
Intelligente Kollisionsvermeidung an Werkzeugmaschinen: Verzahnung von digitaler und realer Welt	86
Magnetoaktives Elektret	88
Der Micro Pillar Sensor in biologischen und aerodynamischen Strömungsuntersuchungen	90
Virtuelle Menschmodelle für die Prävention, Therapie und Rehabilitation von Schulterpathologien	92
Steuerung von Teilchen im 6D-Druck	94
McFSM – Globally Taming Complex Systems	96
Impressum	98

Die Welt von morgen – Digitalisierung im Visier

Unsere heutige Welt ist in vielen Lebensbereichen anders als noch vor wenigen Jahren. Ein Zeitreisender von vor 20 Jahren würde vieles nicht wiedererkennen. Angefangen von den Mitteln und der Art unserer heutigen Kommunikation über Medienkonsum, autonomes Fahren bis hin zu Einkaufsgewohnheiten. Die Welt verändert sich im Zeitalter der Digitalisierung: radikal und unaufhaltsam.

Prof. Dr.-Ing. Thomas Falter, wissenschaftlicher Leiter des Instituts für angewandte Forschung und Wirtschaftskooperationen, und Dr. Christian Broser, geschäftsführender Referent, sprechen über Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung und welche Rolle der Hochschule als Bildungs- und Forschungsinstitution hierbei zukommt.



v.l.: Dr. Christian Broser und Prof. Dr.-Ing. Thomas Falter im Gespräch

Digitalisierung ist ein Megatrend, inwieweit ist Digitalisierung ein Thema an der OTH Regensburg?

Christian Broser: Unser Leben wird heute schon durch die Digitalisierung beeinflusst, aber mehr noch in der Zukunft. Als Hochschule befördern wir mit unserem Know-how derartige technologische Prozesse, sind dabei nicht nur Initiator, sondern auch in der Rolle, digitale Innovationen und Entwicklungen mit voranzutreiben. Regional wie international. Daher stellen wir uns als Hochschule dieser zentralen Querschnittstechnologie ganz bewusst in unseren Forschungsprojekten und in der Lehre. In der digitalen Lehre findet diese bereits starken Niederschlag. Im Masterstudiengang Bauingenieurwesen ist „Digitalisiertes Bauen“ bereits ein Schwerpunkt.

Wann wurden Sie zum ersten Mal mit dem Thema Digitalisierung konfrontiert?

Thomas Falter: Mein erster Kontakt war 1982 beim Start meines Elektrotechnikstudiums an der FAU Erlangen. Unser damaliger Professor erzählte uns Erstsemestern, dass wir durch unsere Programme dazu beitragen werden, dass 50 Prozent der Arbeitsplätze bei Versicherungen und Banken in den nächsten zehn Jahren verschwinden werden. Dies, ohne dass die Kunden Nachteile haben. Die Inhalte der Prognose waren richtig, die Dauer jedoch sehr optimistisch geschätzt.

Warum ist das Thema gerade jetzt so populär?

Christian Broser: Das Thema ist nicht neu, aber es dringt immer mehr in unser Bewusstsein und in alle Lebensbereiche ein. Durch das Internet of Things, d. h. die Vernetzung der Maschinen oder Geräte, ist Digitalisierung bei uns nicht mehr nur in der Arbeitswelt oder am Arbeitsplatz, sondern nun direkt Zuhause angekommen: im Wohnzimmer durch smarte Fernsehgeräte oder Alexa, aber auch im Kinderzimmer in Form von Babyphone oder Spielzeug wie Barbie-Puppen.

Wo sehen Sie Chancen der Digitalisierung?

Thomas Falter: Es ist zwar spannend, wenn komplett neue Geschäftsmodelle entstehen, die der Wirtschaft neue Möglichkeiten bieten, auch angetrieben durch unser Online-Kaufverhalten. Digitalisierung ist aber kein Selbstzweck oder darf nicht nur Unterstützer der Wirtschaft sein! Digitalisierung soll und muss uns als Menschen unterstützen, als Einzelperson und als Gesellschaft! Jeder Mensch hat neben den körperlichen Grundbedürfnissen auch drei psychische Grundbedürfnisse, die er permanent befriedigen muss, um gesund zu bleiben. Diese sind Autonomie, Anschluss und Anerkennung. Wenn uns Digitalisierung helfen kann, diese besser zu befriedigen zu stellen, haben wir auch als Individuen Vorteile und sind bereit sie anzunehmen.

Inwieweit nützt die Digitalisierung den drei psychischen Grundbedürfnissen?

Thomas Falter: Ich möchte das am Beispiel eines älteren Menschen erklären.

Autonomie: Assistenzsysteme können ältere Menschen unterstützen, länger aktiv zu arbeiten oder länger in ihren Wohnungen, d. h. in ihrem sozialen Umfeld zu leben. **Anschluss:** Autonomes Fahren ermöglicht ihnen,

länger aktiv am gesellschaftlichen Leben teilzuhaben. Über soziale Netzwerke bleiben sie enger mit Freunden und Familien in Kontakt. Dadurch, dass die Autonomie und der Anschluss des Einzelnen gestärkt werden, ist er in der Lage, länger einen Beitrag zur Gesellschaft zu leisten, und bekommt damit auch Anerkennung. Mit Hilfe der Digitalisierung können diese drei psychischen Grundbedürfnisse besser und länger befriedigt werden. Dadurch bleiben die Menschen länger psychisch gesund.

Wo kann uns Digitalisierung in der Wirtschaft schaden?

Christian Broser: Die Ergebnisse der Digitalisierung können Segen wie Fluch sein. Es gibt zahlreiche Studien, die vorhersagen, dass sich Arbeitsplätze in Forschung, Produktion oder Vertrieb verändern, aber auch bei den unterstützenden Abteilungen wie Personal oder im Controlling. Diese Veränderungen kosten im Unternehmen viel Energie, vor allem die Mitarbeitenden bei den notwendigen Veränderungen mitzunehmen. Die Rolle und die Aufgaben der Führungskraft werden sich dadurch auch stark verändern, aber auch die der Bildungsinstitutionen. Wenn diese Veränderungen nicht professionell durchgeführt werden, kann das erheblichen betriebs- und volkswirtschaftlichen Schaden verursachen.

Thomas Falter: Aus Sicht der Mitarbeitenden bedeutet Digitalisierung vor allem die Übernahme von mehr Verantwortung für sich selbst und lebenslanges Lernen. Aus hoher Geschwindigkeit kann schnell Überforderung und stetige Erreichbarkeit entstehen, aus Individualisierung Selbstüberschätzung oder Vereinsamung und aus Transparenz Manipulation oder Neid.

Digitalisierung und der Faktor Zeit – wie stehen diese zueinander?

Christian Broser: Diese sind eng miteinander verwoben. Die Art und Weise unserer heutigen Kommunikation oder unsere Einkaufsgewohnheiten sind anders als noch vor wenigen Jahren. Die Prozesse der Digitalisierung vermögen in kürzester Zeit Geschäftsmodelle komplett von heute auf morgen zu überwerfen und ganz Neues hervorzubringen. Der Faktor Zeit bekommt damit eine ganz neue Dimension, die aufgrund der abrupten Veränderungen sehr schnelllebig ist. Darin liegen Chancen und Risiken zugleich. Dies fordert von jedem Einzelnen sowie der Gesellschaft sich stets aktiv einzubringen. Von der politischen Ebene her verlangt dies, ethische und gesellschaftliche Rahmenbedingungen zu schaffen, die eine gerechte Teilhabe und den Schutz beim Umgang mit Daten gewährleisten.

Welchen Herausforderungen sehen sich Hochschulen gegenüberstehen beim Thema Digitalisierung?

Thomas Falter: Digitalisierung unterstützt Hochschulen als Bildungsträger darin, weltweit den Zugang zu zuverlässigem Wissen zu demokratisieren und damit allen, egal ob arm oder reich, einen offenen Zugang zu ermöglichen. An den Hochschulen selbst setzt der digitale Wandel bereits jetzt schon gewaltige Veränderungsprozesse in Gang, angefangen in der Verwaltung, Forschung

und Lehre. Zentrale Aufgabe der Hochschulen ist es, den richtigen Umgang mit der Informationsvielfalt zu vermitteln. Denn: Der Umgang mit Wissen und Daten wird wichtiger. Darüber hinaus ist der persönliche Austausch nach wie vor wichtig. Wo dieser in Zukunft stattfindet, zentral am Campus oder fern ab an Örtlichkeiten in der Stadt, an denen sich Studieren, Arbeiten und Leben mehr vermengen – sehen wir sicherlich in ein paar Jahren.

Digitalisierung: Wissensspeicher und Datenflut – was zählt darüber hinaus noch?

Thomas Falter: Neben Daten ist die wirkliche Währung im Leben nicht Geld, sondern Vertrauen zu Personen oder Institutionen. Wenn uns Digitalisierung hilft autonomer zu werden und gleichzeitig zwischenmenschliche Beziehungen vertrauensvoll zu gestalten, wird das Internet of Things (IOT) zum Internet of People (IOP) und ich meine damit nicht die aktuell bekannten „Sozialen Netzwerke“.

ANZEIGE



**Wir suchen Macher:
Karrieremacher**

Unser moderner Unternehmensverbund bietet Ihnen beste Karriereaussichten und die Chance, die Zukunft in Ihrer Region aktiv mitzugestalten. Informieren Sie sich jetzt unter das-stadtwerk-regensburg.de oder unter rewag.de.

das Stadtwerk.
Regensburg

der Versorger.
REWAG

Forschungsbilanz 2017

Eingeworbene öffentliche Drittmittel/ Volumen (in Mio. Euro)	17
Eingereichte Projektanträge/Skizzen	105
Bewilligte Projekte	43
Wissenschaftliche Mitarbeiter/innen	120
Abgeschlossene Promotionen	9



Forschungsstrukturen

Neben der öffentlichen Forschungsförderung durch Bund, das Land und die EU, und der privaten Auftragsforschung werden die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler durch die Hochschule unterstützt. Dazu zählt insbesondere die Infrastruktur an der Hochschule, die es ermöglicht Forschungsvorhaben durchzuführen. Zudem können Forschungsverfügungsfächen zur Realisierung von Drittmittel-geförderten Projekten für die jeweilige Projektlaufzeit genutzt werden.

225 Professorinnen/ Professoren

aus 8 Fakultäten mit Schwerpunkten zu Technik, Wirtschaft, Soziales, Gesundheit, Architektur und Gestaltung.

120 Labore

für Forschung und Lehre:
modernst ausgestattet.

3 Regensburger Center

aufgestellt im Bereich Medizintechnik/Gesundheit und erneuerbarer Energien mit hoher strategischer Relevanz.

Forschungsstrukturen

12 Kompetenzzentren

als fakultätsübergreifende Forschungseinheiten für forschungsstrategisch relevante Themen.

120 wissenschaftliche Mitarbeiter/innen

finden gute Rahmenbedingungen vor, um sich weiter wissenschaftlich zu qualifizieren: in Forschungsprojekten und Promotionen.

11 OTH Forschungscluster

im OTH Verbund mit Amberg-Weiden für vielfältige hochschulübergreifende Möglichkeiten zu Kooperationen und (Projekt-)Zusammenarbeit.

Forschungsanbahnungsreisen in 2017



Die Kooperationsförderungen BayIntAn (Bayerisches Förderprogramm zur Anbahnung internationaler Forschungs-kooperationen) und BayCHINA (Bayerisches Hochschulzentrum für China) leisten eine Anbahnungshilfe für interna-tionale Forschungs-kooperationen. Ziel dieser Unterstützung ist es, den Wissenschafts- und Innovationsstandort Bayern durch eine weitere Internationalisierung der bayerischen Hochschul-forschung zu fördern. Einen Überblick über Anbahnungsreisen in 2017 der OTH Regensburg vermittelt die Weltkarte.

Menschliches Gehirn versus künstliche Intelligenz



Foto: iStock.com/Jolygon

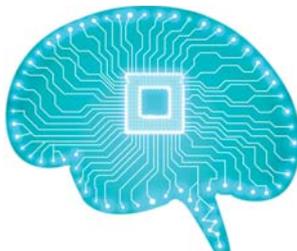


Foto: Vladyslav Kobylchenko 123RF.com

Obwohl die abgeschätzte Rechenleistung (ca. 100 PFLOPS) eines menschlichen Gehirns mit dem des schnellsten Supercomputers vergleichbar ist, ist die Gehirnaktivität mit einem Computer bis dato nicht realisierbar. Zum Vergleich: 2014 brauchte der viert-schnellste Supercomputer der Welt (ca. 10 PFLOPS) für die Berechnungen einer einzigen Sekunde Gehirnaktivität 40 Minuten (so Forscher aus Japan). Die gleichen Be-rechnungen und Prozesse, die einen Computer einige Millionen Schritte kosten, können durch einige hundert Neuronenübertragungen im Gehirn effizienter und mit weniger Energieverbrauch erreicht werden.

Robert Ławrowski ■

Menschliches Gehirn	Energieverbrauch	ca. 20 W
	Rechenleistung	ca. 100 PFLOPS
	Neuronen	ca. 100 Mrd.
	Arbeitsspeicher	ca. 3 TB
	Synapsenanzahl	26

Prozessoren	Super-computer	Energieverbrauch	ca. 15 GW
		Rechenleistung	ca. 93 Peta-FLOPS*
		Transistoren	ca. 10 Mio. CPUs
Prozessoren	Intel Core i7	Arbeitsspeicher	ca. 1,3 PB
		Zustände	2 (binär)
		Energieverbrauch	ca. 95 W
Prozessoren	AMD Ryzen	Rechenleistung	ca. 72 Giga-FLOPS*
		Transistoren	ca. 2 Mrd.
		Cache	ca. 14 MB
Prozessoren	AMD Ryzen	Zustände	2 (binär)
		Energieverbrauch	ca. 180 W
		Rechenleistung	ca. 71 Giga-FLOPS*
Prozessoren	AMD Ryzen	Transistoren	ca. 9 Mrd.
		Cache	ca. 40 MB
		Zustände	2 (binär)

*) Peta-FLOPS und Giga-FLOPS sind eine essenzielle Größe für die Leistungsfähigkeit von Computern: Fließkammerberechnung pro Sekunde.

Altersmedizin

Mit steigender Lebenserwartung wächst die Zahl der Unfälle im Alter, denn die Sturzgefahr ist bei Seniorinnen und Senioren deutlich größer als bei jüngeren Menschen. Dies führt zu Mobilitätseinschränkungen und operativen stationären Therapien.



Aktivitätstracker
Foto: Amelie Altenbuchner

Im Rahmen einer Studie am Alterstraumazentrum CURA des Caritas-Krankenhauses St. Josef, Regensburg, untersucht ein Team des Instituts für Sozialforschung und Technikfolgenabschätzung (IST) der OTH Regensburg, ob alltagstaugliche Aktivitätstracker das Bewegungsmonitoring für die Erstellung entsprechender therapeutischer Indikationen genutzt werden können. Ziel ist es, die Lebensqualität und Selbstständigkeit im Alter zu sichern. Die Tracker, die bzgl. des Trageverhaltens einer Uhr ähneln und deshalb bei älteren Menschen leicht Akzeptanz finden, liefern aussagekräftige Ergebnisse über deren körperliche Aktivitäten im Alltag und über das körperliche Befinden. Neben dem Erhalt der Selbsthilfefähigkeit sollen die Tracker auch in der geriatrischen Frührehabilitation genutzt werden.

Partner der OTH Regensburg

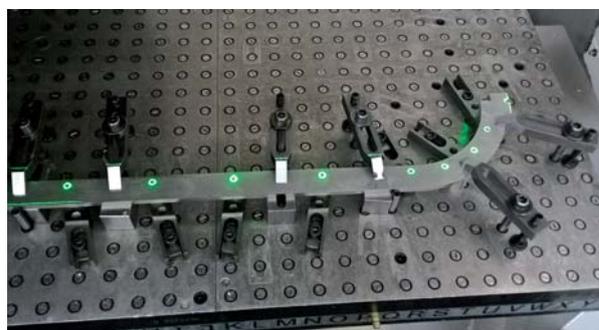
Alterstraumazentrum CURA
am Caritas-Krankenhaus St. Josef, Regensburg

Amelie Altenbuchner ■

Laserunterstütztes Rüsten von Werkzeugmaschinen bei Krones

Für das Rüsten von Werkzeugmaschinen hat das Labor Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen ein System zur sequenziellen Visualisierung der Position von Einzelteilen wie z. B. Spannpratzen, Spannunterlagen und Anschlagstiften mittels Laserprojektion entwickelt.

Die benötigten Daten werden automatisiert aus der digital geplanten 3D-Baugruppe abgeleitet. Für die Krones AG wurde dieses System adaptiert und speziell an die dortigen Rahmenbedingungen angepasst. Alternativ zur sequenziellen Visualisierung aller Einzelteile kann auch das fertige Werkstück (siehe Abb.) auf die Tisch- und/oder die Rohteiloberfläche projiziert werden. Somit ist vor



Fertigteilkontur. Foto: Krones AG

Ort erkennbar, an welchen Stellen Bearbeitungen stattfinden und an welchen Stellen Platz für Spannmittel ist, ohne später Kollisionen bei Bohr- oder Fräsbearbeitungen zu verursachen. Dies steigert die Sicherheit und Effizienz in der zerspanenden Fertigung von Anlagenteilen.

Partner der OTH Regensburg

Krones AG, Neutraubling

Daniel Vögele ■

Abschaffung der Abgeltungsteuer



Foto: Stollfuß Medien
GmbH & Co.KG, Bonn

Laut Koalitionsvertrag der Regierung soll mit Etablierung des automatischen Informationsaustausches die Abgeltungsteuer auf Zinserträge abgeschafft werden. Sollte dies so kommen, wird dies vielen Sparern Steuerermehrungen bringen.

Claus Koss, Professor für Betriebswirtschaftslehre, beschäftigte sich bereits vor Einführung der Abgeltungsteuer (1. Januar 2009) mit der 25%igen Abgeltungsteuer auf Kapitalerträge. Seine Kommentierung des einschlägigen Paragraphen § 32d des Einkommensteuergesetzes (EStG) fließt in die aktuelle Rechtsprechung der Finanzgerichte und des Bundesfinanzhofes ein. Mit der Abschaffung der Abgeltungsteuer werden vor allem diejenigen Steuerpflichtigen getroffen, deren Kapitaleinkünfte oberhalb des Sparer-Pauschbetrags (Single 801 Euro/Paare: 1.602 Euro) und des Grenzsteuersatzes von 25% liegen, und die gleichzeitig weniger als 1 Mio. Euro verfügbares Netto-Finanzvermögen haben. Diese können den höheren Steuersatz nicht durch Vermeidungsstrategien umgehen und müssen daher mehr Steuern an den Fiskus bezahlen.

Claus Koss ■

Kinder-Fahrradanhänger: innovativer und ergonomischer

Ein innovativer Kinder-Fahrradanhänger wurde am Labor für Faserverbundtechnik (LFT) gemeinsam mit dem Unternehmen TFK – trends for kids GmbH aus Ergolding bei Landshut entwickelt. Unter dem Namen Joggster Velo verbindet dieser erstmalig auf dem Markt die Funktionalität eines (Zwillings-)Kinderwagens mit der eines Joggers und eines Fahrradanhängers.

Das LFT unterstützte hierbei im Bereich der funktionalen Gelenkverbindungen und konstruktiven Optimierungen. Dabei konnte vor allem das technische Know-how aus den Bereichen Leichtbau sowie fertigungs- und kraftflussgerechter Konstruktion eingebracht werden. TFK, die sich als sportliche und innovative Marke versteht, stellt vor allem im Bereich der Kinderwagen-Jogger höchste Anforderungen an Sicherheit und Ergonomie. Aus dieser Kooperation wurde eine längerfristige Zusammenarbeit zwischen dem LFT und TFK vereinbart.



Foto: TFK – trends for kids GmbH, Ergolding

Partner der OTH Regensburg

TFK – trends for kids GmbH, Ergolding

Matthias Schlamp ■

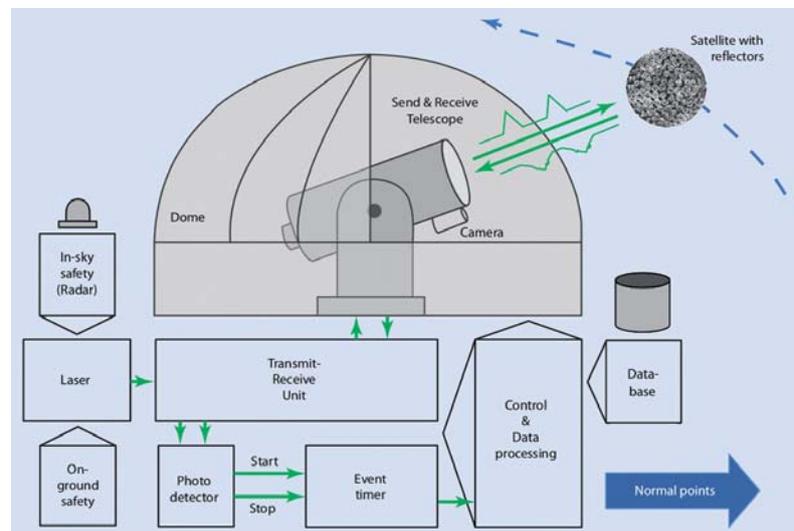
30.000 km über der Erde: Per Automatisierung die Erde-Satellitenentfernung berechnen

Für das Geodätische Observatorium Wettzell im Bayerischen Wald, das eine von weltweit 45 aktiven Stationen für die Satelliten-Laserentfernungsmessung (SLR) betreibt, entwickelt die OTH Regensburg eine spezielle Software für den Automatisierungsprozess, um noch genauer die Entfernung per Laser zu Satelliten zu messen. Dies erfolgt mit Hilfe der Laufzeit eines Laserimpulses von der Bodenstation aus. Durch Rotation ist die Entfernung Erde-Satellit Schwankungen unterworfen. Diese Komponenten sowie zeitliche und personelle Randbedingungen fließen bei der Entwicklung mit ein, um die Automatisierung in der SLR zu maximieren. Die Prozessautomatisierung durch die Implementierung von C++ Komponenten des Autonomous Control Systems trägt zu mehr Automatisierung bei: senkt die Fehlerraten durch präzise Messung, spart Zeit, ist rund um die Uhr einsatzbereit und ermöglicht Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern eine flexiblere Arbeitszeit, damit mehr Job-Zufriedenheit.

Projektpartner der OTH Regensburg

Geodätisches Observatorium Wettzell
Technische Universität München

Jan Dünnweber ■



Komponenten der Satelliten-Laserentfernungsmessung im Geodätischen Observatorium Wettzell. Quelle/Foto: TU München

Erb-Ersatzsteuer: Bei Patchworkfamilien – Stiftung

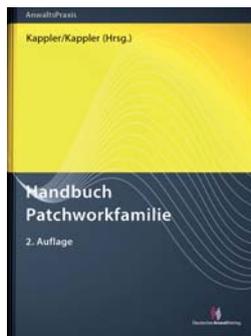


Foto: Deutscher Anwaltverlag und Institut der Anwaltschaft GmbH, Bonn

Was ist Familie? Traditionell wird diese als „Mann+Frau+genetisch & rechtlich verwandte Kinder“ definiert. Ideologisch wird oft negativ abgegrenzt: „Mann+Mann+Kinder“ – „Frau+Frau+Kinder“ – „Mann/Frau+Kind(er)“ könne keine Familie darstellen. Soziologisch-empirisch lautet dagegen der Befund: Die meisten Kinder wachsen (noch) in traditionellen Familienkonstellationen auf, jedoch nehmen die nicht-traditionellen Konstellationen zu. Das Steuerrecht verlangt nach klaren Definitionen. Im Einzelfall ist festzustellen, wer wann wieviel Steuer zu entrichten hat. Für die sog. „Erb-Ersatzsteuer“, die bei Stiftungen und Vereinen alle 30 Jahre anfällt (§ 1 Abs. 1 Nr. 4 Erbschafts- und Schenkungsteuer), hat dies Claus Koss, Professor für Betriebswirtschaftslehre, untersucht. Für die Besteuerung großer Vermögen ist vor allem die Definition des Begriffs „Familie“ entscheidend. Der auch als Steuerberater und Wirtschaftsprüfer qualifizierte Professor schlägt dabei eine zivilrechtlich orientierte eindeutige Abgrenzung anhand der Verwandtschaft sowie eine 95-Prozent-Grenze für die Wesentlichkeitsgrenze vor.

Claus Koss ■

Intelligente Bio-Mülltonne

Smart Cities oder allgemeiner Smart Governance: Schlagwörter, die Aktivitäten zur Verbesserung der Effizienz öffentlich verfügbarer Dienste und Einrichtungen zusammenfassen. Um die Müll-Entsorgung in der Stadt Regensburg zu verbessern, werden zukünftig Mülltonnen an das Internet angeschlossen, um die Füllstände der Mülltonnen online abzufragen: Santander in Nordspanien und Christchurch in Neuseeland sind nur zwei Städte, die hier schon so verfahren.

Neu an dem Regensburger Modell: Die Entsorgung erfolgt nicht auf Abruf, also on-demand, sondern bestehende Pläne zur Abholung der Tonnen werden beibe-

halten und die Route von Tonne zu Tonne wird dahingehend optimiert, dass leere Tonnen nicht abgeholt werden. Innerhalb der gleichen Zeit können so mehr Tonnen geleert werden. Zudem wird die programmierte Routenoptimierung mit Ultraschallsensoren zur Füllstandsmessung, die an den Mülltonnendeckeln angebracht sind, kombiniert. Aktuell laufen Vorbereitungen, diese Technik für die in 2018 in Regensburg neu aufgestellten Bio-Tonnen zu nutzen.

Projektpartner der OTH Regensburg

Stadt Regensburg; Amitrajit Sarkar (SmartCity Experte, Neuseeland); KPIT Technologies, Indien; keyence.com, wenglor.com, sick.com; XWS GmbH, Regensburg

Jan Dünnweber ■

Mit der Kraft der Sonne: „Effizienzhaus Plus Deggendorf“

Im Rahmen des bundesweiten Netzwerks „Effizienzhaus Plus“ führte die OTH Regensburg von 2012 bis 2016 ein vom Bund gefördertes Begleitforschungsprogramm für ein Einfamilienhaus in Deggendorf durch. Nach einer 2-jährigen Monitoringphase wurde 2017 der Endbericht vorgelegt und durch den Förderträger (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung) öffentlich gemacht. Ein Effizienzhaus Plus verbraucht weniger Energie als durch Umweltwärme und Sonne gewonnen wird. Unter Beteiligung der OTH Regensburg konzipierte die Firma Karl Bachl GmbH & Co. KG ein Haus, das vorwiegend solarthermisch beheizt wird. PV-Module und ein Batteriespeicher dienen der Stromversorgung. Das Monitoring zeigt die Energieflüsse, den Wärme- und Strom-Deckungsgrad sowie den Autarkiegrad des Gebäudes und belegt, dass die Anforderungen des Effizienzhaus-Plus-Standards erfüllt werden. Im Endbericht werden wesentliche Erkenntnisse aus dem Gebäudebetrieb dargestellt und Möglichkeiten der Betriebsoptimierung hinsichtlich Hausautomation und Wärmespeicher diskutiert.



Effizienzhaus. Foto: Karl Bachl GmbH & Co. KG

Endbericht: www.forschungsinitiative.de/effizienzhaus-plus/forschung/abschlussberichte-der-modellvorhaben/

Partner der OTH Regensburg

Karl Bachl GmbH & Co. KG, Röhrnbach

Oliver Steffens ■

Innovationslabore und Design Thinking – Nutzerzentrierte Innovation an der OTH Regensburg

Die Digitalisierung des Alltags bietet durch Dienste wie mobile Apps, Cloudservices und Internet-of-Things-Anwendungen ein großes Innovationspotenzial. Allerdings wird nicht jede technische Innovation automatisch ein Erfolg, wenn dabei der Faktor Mensch außer Acht gelassen wird. An der OTH Regensburg wird im Rahmen des BMBF-geförderten Projekts TRIO ein themenoffenes Innovationslabor geschaffen, in dem Studierende und Forschende die Nutzerperspektive zum Ausgangspunkt nehmen und mithilfe der Innovationsmethode Design Thinking an innovativen Ideen in Kooperation mit regionalen Unternehmen arbeiten können.

Technische Exzellenz trifft Nutzersicht

Aufgrund der an allen Fronten vorangetriebenen Digitalisierung haben Forschende an Hochschulen und Entwicklungsabteilungen in Unternehmen mit immer komplexeren praktischen Fragestellungen zu kämpfen. Zunehmend stehen auch die Nutzer vor Herausforderungen in der Interaktion mit neuen digitalen Produkten und Dienstleistungen. Mitunter verlieben sich Forscher und Entwickler in ihre technischen Innovationen und verlieren dabei die zukünftigen Nutzer ihrer neuen Idee aus den Augen oder haben diese Perspektive noch nie eingenommen. Als Folge scheitern viele Innovationen, trotz technischer Exzellenz, an mangelndem Bedarf seitens der Nutzer oder an zu komplizierter Benutzung.

Innovationsmethode Design Thinking

Hier setzt die ursprünglich in Stanford entwickelte Innovationsmethode Design Thinking an, die sich in den letzten Jahren in der Industrie sehr stark verbreitet hat. Anstatt zunächst eine technische Lösung zu entwickeln und erst im Nachhinein zu überprüfen, ob diese auf einen Bedarf trifft, dreht Design Thinking dieses Denkmuster um und setzt die Nutzer an den Anfang jedes Innovationsprojekts. Design Thinking eignet sich für Fragestellungen, die einen klaren Bezug zu Nutzern haben, bei denen das Problem und die Lösung noch nicht exakt bekannt sind und zudem die Technologie erst einmal außen vorge lassen wird. Dazu zählen beispielsweise: Wie können wir Nutzern mehr Kontrolle über ihre personenbezogenen Daten geben? Wie können wir das Erlebnis bei der Rückgabe von Pfandflaschen verbessern? Wie können wir älteren Menschen dabei helfen, besser und länger zuhause zu leben? Wie können wir Menschen dazu bringen, zuhause energiebewusster zu leben?

Zu Beginn eines Projekts wird versucht, das Problem durch Interviews und Beobachtungen zu durchdringen und einzugrenzen. Mithilfe unterschiedlicher Kreativitätstechniken werden dann Ideen entwickelt und prototypisch umgesetzt. Diese werden aus einfachen Materialien wie Pappe, Knete oder Styropor erstellt. Hierbei denken die Teams ihre Konzepte weiter und lernen während des Bauens dazu.



Studierende entwickeln neue Konzepte für den E-Herd der Zukunft im neuen Innovation Lab der Fakultät Informatik und Mathematik.

Anschließend wird in Nutzertests validiert, ob die Anwender die Idee verstehen bzw. einen Bedarf an der Idee haben. Erst wenn die Wünschbarkeit (Desirability) geklärt ist, machen sich die Teams verstärkt Gedanken zur Umsetzbarkeit und die Technik gewinnt wieder an Bedeutung.

In einem Design Thinking Projekt arbeitet kein Entwickler alleine vor sich hin, die Arbeit erfolgt in möglichst interdisziplinär zusammengesetzten Teams, um viele Sichtweisen in Problemverständnis und Lösungsfindung mit einzubringen.

Innovationslabore und Design Thinking

Ein Design Thinking Lab bietet dazu den idealen kreativen Arbeitsraum, in dem Hochschule und Unternehmen gemeinsam an innovativen Ideen arbeiten können. Die Teams verfügen über ausreichend Raum, kreative Ideen zu entwickeln und diese weiterzudenken. Derzeit besteht ein erstes Design Thinking Lab in der Fakultät Informatik und Mathematik, ein weiteres Labor wird im Rahmen des BMBF geförderten Projekts TRIO (Innovative Hochschule) in der TechBase aufgebaut. Durch die Förderung kann dieses Labor hochschulübergreifend genutzt werden. TRIO stellt neben der Infrastruktur auch die Betreuung der Innovationsteams durch einen Design Thinking Coach während der fünfjährigen Projektlaufzeit sicher.

Arbeitswelt im digitalen Wandel

Was bedeutet Digitalisierung für Unternehmen – Transformation, neue Denkweisen und neues Handeln in den Organisationen? Und Roboter, die bereits in vielen Sparten der Industrie Tätigkeiten des Menschen unterstützen, wann werden diese den Menschen in der Arbeitswelt ablösen? Prof. Dr. Sabine Jaritz und Prof. Dr.-Ing. Thomas Schlegl über den Einfluss von Digitalisierung und künstlicher Intelligenz auf unsere Arbeitswelt.

„Digitale Transformation ist weit mehr als eine technologische Herausforderung“

Mittlerweile ist es in den Unternehmen angekommen, dass Digitalisierung weit mehr ist als eine technologische Herausforderung und dass es mit einer Delegationsreise der obersten Führungsebene ins Silicon Valley nicht getan ist.

Um im globalen Wettbewerb langfristig zu bestehen, müssen Unternehmen ihre Strukturen, Prozesse, aber auch ihre Produkte und Dienstleistungen in Gänze auf ihre digitalen Möglichkeiten prüfen und Umstellungen einleiten. Im Unternehmenskontext wird hierbei von der digitalen Transformation gesprochen. Transformation bedeutet Veränderung – und diese macht vielen von uns Angst. Das ist nicht überraschend, denn die digitale Transformation ist vermutlich die größte Veränderung, die wir in unserem Berufsleben bewältigen müssen. Erschwerend kommt hinzu, dass weder der Endzustand noch der Weg dahin feststehen. Jedoch ist klar, dass wir uns bewegen müssen. „Beweglich wie ein Startup“ lautet

dann auch das Management-Mantra vieler Großkonzerne. Wir müssen agil und flexibel sein. Das fängt im Unternehmen mit organisatorischen Dingen an: So lassen sich mit iterativen Kommunikationsprozessen und dem simultanen Bearbeiten von Dokumenten Entscheidungen beschleunigen. Mitarbeitende kommunizieren mit Instant-Messaging-Diensten wie Slack und managen – für alle transparent – ihre Aufgaben mit Trello oder Asana. Dokumente liegen in der Cloud und können von den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern simultan bearbeitet werden, egal, ob im Büro oder als digitaler Nomade an irgendeinem Ort des Vertrauens. All das ist nicht jedermanns Sache.

Um Begeisterung für die Reise in die digitale Zukunft zu erzeugen, müssen Unternehmen ihre Mitarbeitenden aktiv an der Transformation beteiligen. Die enge Einbindung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter ist eine alte Grundregel der Change-Management-Lehre und heute aktueller denn je. Auch gilt hier wie bei anderen Change-Projekten, dass die Unternehmensspitze voll und ganz hinter den Veränderungen stehen muss. Denn: Digitalisierung ist weit mehr als eine technologische Herausforderung.

Prof. Dr. Sabine Jaritz ■
Fakultät Betriebswirtschaft
Schwerpunktthemen:
Projektmanagement,
Change-Management,
Unternehmensplanspiel,
Internationale Strategie





„Was noch zu tun bleibt“

Zunehmende Digitalisierung erweitert die Möglichkeiten der Automatisierungstechnik insbesondere der Robotik. Menschen demonstrieren Robotersystemen die Ausführung von Tätigkeiten aus dem beruflichen oder privaten Alltag. Diese erlernen durch Beobachtung, wie sie diese Tätigkeiten in gleicher Qualität ohne weitere menschliche Mithilfe ausführen können. So stellen sich Forscher und Anwender gleichermaßen eine moderne Programmierung von Robotern vor: einfach, intuitiv und vor allem ohne Expertenwissen in Roboterprogrammierung. Die nahe Zukunft könnte durchaus anders aussehen: Roboter erlernen die Ausführung von Aufgaben selbstständig, verbessern diese stetig und machen letztendlich einem Menschen vor, wie man die gestellte Aufgabe bestmöglich durchführt, nicht umgekehrt. Zunehmende Vernetzung immer intelligenter werdender automatisierungstechnischer Teilsysteme mit umfangreicherer Sensorik ermöglicht in lernfähigen Softwareschichten eine fortwährende Anpassung an sich verändernde Rahmenbedingungen und Aufgaben. Zahlreiche Anwendungen in der industriellen Fertigung von großen Stückzahlen bis hin zur Einzelstückfertigung von Produkten warten darauf, durch solch moderne Automatisierung erschlossen zu werden.

Die Regensburg Robotics Research Unit entwickelt in diesem Bereich mit Industriepartnern beispielsweise hochmoderne Lösungen für die robotergestützte Montage elektronischer Bauteile mit Drahtbeinchen. Von diesen neuen robotergestützten Lösungen erzielte Ergebnisse übertreffen die Erwartungen im Bereich Zuverlässigkeit, Ausführungsqualität und Geschwindigkeit im Vergleich

zu teuren Sondermaschinen oder manueller Bestückung bei weitem. Ermöglicht wird dies durch sehende und Umgebungskontakte fühlende Systeme, welche die Ausführung der Montageaufgabe selbstständig verbessern und anpassen, um die Aufgabe auch dann erfolgreich auszuführen, falls die Drahtbeinchen mal partout nicht in die Bohrungen auf der Platine schlüpfen wollen. Chancen und Herausforderungen sowohl für Firmen als auch für Ingenieurinnen und Ingenieure liegen hier auf engstem Raum zusammen. Um den für solche vernetzten Lösungen notwendigen Umstieg von klassischer Applikationsprogrammierung auf moderne Paradigmen, wie etwa objektorientierte Programmierung vollziehen zu können, benötigen vor allem mittelständische Firmen zusätzliche Ingenieurskompetenz in Software Engineering und Robotik. Aktuell kann es manchmal noch schwierig sein, eine Produktionsanlage soweit zu bringen, dass sie versteht, was der intelligente Roboter ihr mitteilen und von ihr wissen will. In diesen Bereichen dürfen hervorragend ausgebildete und versierte Absolventinnen und Absolventen auf Jahre hinaus beste Berufschancen erwarten.

Fast schon erschreckend ist allerdings die Tatsache, dass sich Kosten für Hardware und Engineering solch robotergestützter Lösungen in der Mehrzahl der Anwendungen schon innerhalb weniger Monate amortisieren. Hier warten immense gesellschaftliche und bildungspolitische Herausforderungen, um gering qualifizierte Beschäftigte für anspruchsvollere Tätigkeiten fit zu machen. Viele der aktuell von gering qualifiziertem Personal in der industriellen Fertigung erfüllten Aufgaben werden in nächster Zukunft durch vernetzte, intelligente Robotersysteme in besserer Qualität bei deutlich geringeren Kosten ausgeführt werden und daher auf dem Arbeitsmarkt als Jobs nicht mehr existieren.

Prof. Dr.-Ing. Thomas Schlegl ■
Fakultät Maschinenbau
Schwerpunktthemen:
Kollaborative Robotik,
Cyber-physische Systeme,
Maschinelles Lernen



Die OTH Regensburg legt großen Wert auf die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses. Der Zugang zu Forschungsprojekten und die Vermittlung von Kompetenzen zur interdisziplinären Zusammenarbeit ist ein wichtiges Ziel. Eine Promotion bietet besonders qualifizierten Studierenden die Möglichkeit über das Studium hinaus wissenschaftlich tätig zu sein. Derzeit gibt es 2 Möglichkeiten an der OTH Regensburg, eine Promotion zu absolvieren.

Kooperative Promotion

Die Promovenden benötigen eine erstbetreuende Person, die an einer Universität tätig sein muss. Die Professorinnen und Professoren der OTH Regensburg fungieren i. d. R. als Zweitgutachter.

Verbundpromotion

Mit dem Modell der Verbundpromotion unter dem Dach des Bayerischen Wissenschaftsforums (BayWISS) wird in Bayern die kooperative Promotion entscheidend weiterentwickelt: im Interesse der Promovierenden. Im Unterschied zur traditionellen kooperativen Promotion ist diese konsequent kollegbasiert, gezielt strukturiert und präzise planbar.

Angebote zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses

- Doktorandinnen- und Doktorandenseminar
- Seminare am Zentrum für Weiterbildung und Wissensmanagement (ZWW) aus den Bereichen Wissenschaftskompetenz, Hochschuldidaktik, Berufs-, Sozial-, Methoden- und personale Kompetenz
- Informationsveranstaltungen zum Thema Promotion an der OTH Regensburg
- Promotionsstammtisch

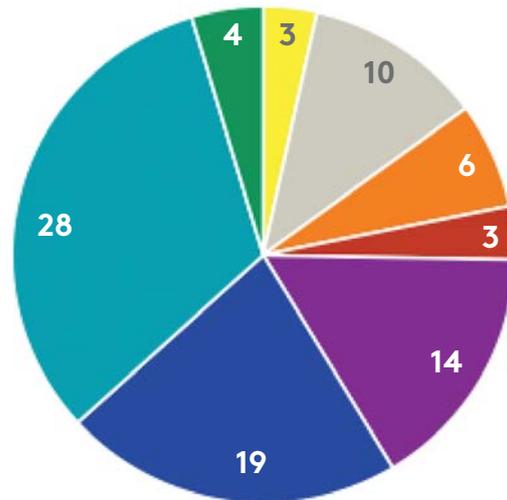
Abgeschlossene Promotionen 2017

Promovend/in	Titel	Betreuer/in OTH Regensburg	Kooperierende Universität
■ Norbert Balbierer	Vernetzung heterogener Feldbusse auf Basis des Standards Ethernet Audio Video Bridging	Prof. Dr. Thomas Waas	TU Ilmenau
■ Julian Englberger	Robuste Produktionsprogrammplanung in der hierarchischen Produktionsplanung für in der Industrie eingesetzte operative PPS-Systeme	Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Inf. Frank Herrmann	TU Dresden – IHI Zittau
■ Markus Hager	LINDA Leistungsmanagement in Netzwerken mit Dienstgüteadaptation	Prof. Dr. Thomas Waas	TU Ilmenau
■ Mitchell Joblin	Structural and Evolutionary Analysis of Developer Networks/Softwareengineering	Prof. Dr. Wolfgang Mauerer	Universität Passau
■ Jörn Kobus	Lean Management of IT Organizations	Prof. Dr. Markus Westner	TU Dresden
■ Vitali Porshyn	Elektronenspektroskopie von feldemittierten und laser-gepulsten Elektronen aus Halbleitern mit Diamantstruktur	Prof. Dr. Rupert Schreiner	Universität Wuppertal
■ Thomas Rück	Photoakustik	Prof. Dr. Rudolf Bierl	Universität Regensburg
■ Josef Spachtholz	Lebensdauerbestimmende Mechanismen der beschichteten einkristallinen Nickelbasis Superlegierung PWA 1484 unter thermomechanischer Belastung	Prof. Dr. Joachim Hammer	Leibniz Universität Hannover
■ Bernd Wagner	Kontaktverhalten von Böden an Oberflächen	Prof. Dr.-Ing. Thomas Neidhart	TU Freiberg Bergakademie

Alle laufenden Promotionen: 87

Laufende Promotionen pro Fakultät:

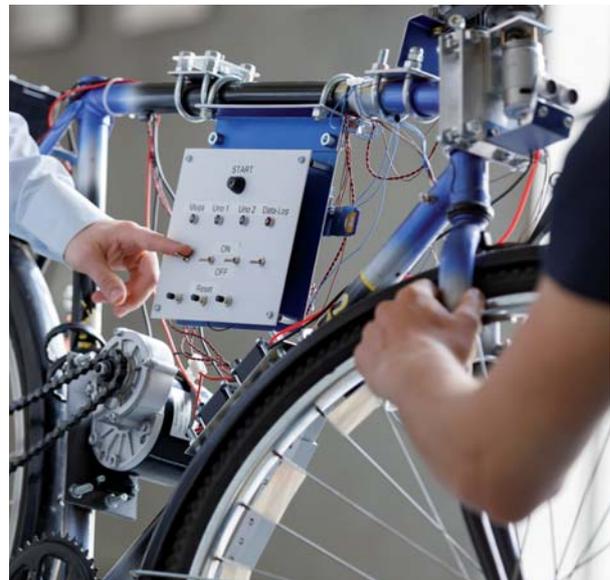
- Architektur
- Allgemeinwissenschaften und Mikrosystemtechnik
- Bauingenieurwesen
- Betriebswirtschaft
- Elektro- und Informationstechnik
- Informatik und Mathematik
- Maschinenbau
- Angewandte Sozial- und Gesundheitswissenschaften



Partnerhochschulen

Universitäten in Bayern*	40
Universitäten in anderen Bundesländern	40
Universitäten im Ausland	7

*) davon 15 Universität Regensburg



Lebens- wissenschaften und Ethik

Lebenswissenschaften und Ethik umfassen die Forschung an gesellschaftlich relevanten technischen und sozialwissenschaftlichen Themen. Mit Partnern aus Kliniken, Gesellschaft, Industrie und Unternehmen werden Prozesse und Produktideen entwickelt, die den zukünftigen Herausforderungen unserer Gesellschaft Rechnung tragen. Dabei spielt die Vernetzung unserer medizintechnischen und medizininformatischen Expertise mit unseren Kompetenzen im Gesundheitsbereich eine entscheidende Rolle. Ebenso sind Sozialforschung und Technologiefolgenabschätzung, Akzeptanzforschung, Ethik, Personalarbeit sowie Nachhaltigkeit weitere zentrale Aspekte des Forschungs-Leitthemas.

Selbsthilfegruppenarbeit bei Aphasie (erworbene Sprachstörung) zur Steigerung der Lebensqualität und Kompetenz (shalk)

Mit dem Projekt wird ein neuartiges Selbsthilfesetting für Menschen mit neurologischer Sprachstörung, Aphasie, und ihre Angehörigen angestrebt. Selbsthilfegruppen, die bisher überwiegend von professionellen Helfern oder Angehörigen geleitet werden, werden in selbstorganisierte Gruppen überführt und um ein Angehörigenangebot ergänzt. Ziel ist die Verbesserung der Lebensqualität der von Aphasie betroffenen Gruppen-Leitenden sowie der Teilnehmenden und deren Angehörigen. Zur Überprüfung der Wirksamkeit werden quantitative Lebensqualitätstests, qualitative Interviews und Videographien eingesetzt.

Das Erleiden einer neurologisch bedingten Sprachstörung, Aphasie, stellt ein kritisches Lebensereignis dar, infolge dessen Betroffene vermehrt unter Lebensqualitätseinbußen leiden. Vielfach werden die verminderte soziale Teilhabe und der Autonomieverlust als einschneidender wahrgenommen als die sprachlichen Beeinträchtigungen (Hilari et al. 2012). Insbesondere Selbsthilfeangebote können das Kompetenzerleben und die soziale Inklusion fördern (Tregea & Brown 2013). Aphasie-Selbsthilfegruppen (ASHG) werden aber oft nicht von Betroffenen selbst geleitet und bergen damit den Nachteil, dass diese passive Hilfsempfänger/innen bleiben (Code et al. 2003). Dem können durch Betroffene moderierte Gruppen auf der Basis von geteiltem Erleben und Empathie entgegenwirken, Betroffene aktivieren und eine verbesserte soziale Teilhabe ermöglichen (Rotherham et al. 2015). Zudem formulieren Angehörige den Bedarf nach eigenen Austauschmöglichkeiten. Dies wird in der aktuellen Konzeption der Aphasie-Selbsthilfe nicht systematisch aufgegriffen.

Hier setzt das Projekt „shalk – Selbsthilfegruppenarbeit zur Steigerung der Lebensqualität und Kompetenz“ (BMBF 13FH007SA5/SB5) an, bei dem Betroffene durch eine passgenaue Schulung und Nachbegleitung mehr Verantwortung in ASHG übernehmen sollen (Corsten et al., 2014), und bei dem für Angehörige eigene Gruppen installiert werden. Die Studie wurde in Form eines Vor-



test-Nachtest-Wartekontrollgruppen-Designs geplant. In einem Pilotprojekt wurde eine erste Schulungskonzeption erprobt. Danach erfolgte eine Vorstudie zur Analyse bestehender ASHG, an der vier Gruppen teilnahmen, eine geleitet von Sprachtherapeuten/innen, eine von Angehörigen und zwei von Betroffenen. Je ein Gruppentreffen wurde auf Video aufgenommen und mit den Leitungspersonen sowie zwei Betroffenen pro Gruppe wurden qualitative Interviews geführt, um ihre Sichtweise auf die Selbsthilfegruppe, Aktivitäten, Chancen und Herausforderungen sowie auf die Leitung zu erfahren. Die Betroffenen wurden aus Untergruppen sprachlich leichter bzw. schwerer Betroffener ausgewählt, um unabhängig vom Aphasie-Schweregrad Informationen zu erhalten. Aufbauend auf dem Projekt narraktiv (Corsten et al., 2015), der Pilotstudie zur Schulung, einem Fokusgruppeninterview mit Experten/innen und Betroffenen der Aphasie-Selbsthilfe sowie der Vorstudie wurde eine dreitägige Schulung für Betroffene, die in der quantitativ orientierten Hauptstudie die Leitung einer ASHG übernehmen sollten, entwickelt. In der Schulung erfolgten intensive

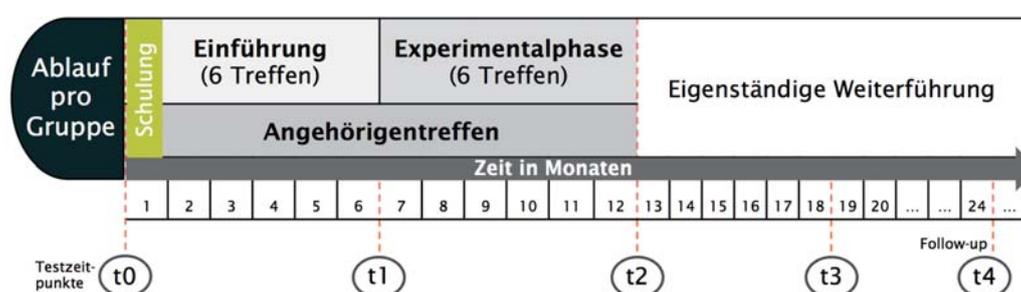


Abb. 1: Ablauf pro Gruppe

Moderationsübungen sowie eine Einführung in die Biographiearbeit als inhaltlichem Schwerpunkt der Gruppentreffen. Biographisch-narrative Arbeit kann sich durch ihren Einfluss auf das Identitätserleben im Besonderen auf die Lebensqualität und das Kompetenzerleben auswirken (Corsten et al., 2015). Insgesamt konnten neun Gruppen in die Studie integriert werden. Eine der Gruppen diente als Wartekontrollgruppe. Zusätzlich wurden Teilnehmende weiterer Gruppen als Kontrollpersonen untersucht. Der Ablauf für jede Interventionsgruppe erfolgte nach demselben Schema (Abb. 1). Nach einer Eingangstestung fand die Schulung der künftigen Leitungspersonen, je zwei Betroffene pro Gruppe, statt. Alle Gruppen wurden über 18 Monate hinweg begleitet. Dies beinhaltete eine sechsmonatige Einführungsphase mit Besuchen des Forschungsteams, eine sechsmonatige Experimentalphase, bei der die Gruppen überwiegend eigenständig arbeiteten und eine sechsmonatige Phase der eigenständigen Weiterführung. Zu Beginn und alle sechs Monate wurde die Lebensqualität der Leitenden und Teilnehmenden anhand des Aachener Lebensqualitätsinventars (ALQI, Engell et al. 2003) untersucht. Dabei werden Fragen zur gesundheitsbezogenen Lebensqualität mit Bildunterstützung angeboten, um Menschen mit Sprachstörung das Verstehen zu erleichtern. Die Antworten können durch das Zeigen auf Symbole statt sprachlicher Äußerungen gegeben werden. Zusätzlich führten alle Personen über zwei Tage ein Aktivitätentagebuch. Jedes sechste Treffen wurde per Videographie aufgenommen. Eine Follow-Up-Untersuchung erfolgt nach 24 Monaten. Parallel zum Ablauf der Betroffenenengruppen fanden Treffen der Angehörigen statt, die sich nach mehrstündigem Workshop eigenständig trafen. Das Projekt wurde bisher von zwei ASHG bis auf das Follow-Up vollständig durchlaufen. Eine weitere Gruppe beendete wegen geringer Teilnehmerzahl vorzeitig die Teilnahme. Fünf Gruppen sind in der Experimentalphase oder der eigenständigen Weiterführung. Erste Ergebnisse zeigen, dass die getrennten Gruppenangebote inhaltlich sehr gut aufgenommen, zugleich aber

Projektleiterin

Prof. Dr. Norina Lauer
Angewandte Sozial- und Gesundheitswissenschaften
norina.lauer@oth-regensburg.de

Projektmitarbeiter/innen

- Merle Berger-Tunkel
Katholische Hochschule Mainz (KH Mainz)
merle.berger-tunkel@kh-mz.de
- Sabrina Kempf, Hochschule Fresenius
sabrina.kempf@hs-fresenius.de
- Matthias Lutz-Kopp, KH Mainz
matthias.lutz-kopp@kh-mz.de

Geldgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Verbundpartner

- Hochschule Fresenius Idstein
Projektleitung: Prof. Dr. Norina Lauer
norina.lauer@oth-regensburg.de
- Katholische Hochschule Mainz
Projektkoordinatorin: Prof. Dr. Sabine Corsten
sabine.corsten@kh-mz.de

Projektdauerzeit: 36 Monate

Fördersumme: 490.000 Euro

Homepage: www.shalk-selbsthilfe.de

als organisatorisch herausfordernd erlebt werden. Die biographieorientierten Themen, zu denen alle Leitenden Material erhalten hatten, werden in den Treffen aufgegriffen und ergänzt.

Sabine Corsten, Katholische Hochschule Mainz ■
Norina Lauer, OTH Regensburg ■

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

LITERATUR

Code, C., Eales, C., Pearl, G., Conan, M., Cowin, K., & Hickin, J. (2003). Supported self-help groups for aphasic people: Development and research. In I. Papatathanasiou & R. De Bleser (Eds.), *The sciences of aphasia: From therapy to theory* (p.188–200). Boston, MA: Pergamon.

Corsten, S., Lauer, N., & Schimpf, E. J. (2014). Verbesserung sozialer Teilhabe von Menschen mit Aphasie: Chancen von Gruppenarbeit. Analyse eines Gruppengesprächs zur Sichtweise der Betroffenen. *Forum Logopädie*, 6(28), 28–34.

Corsten, S., Schimpf, E., Konradi, J., Keilmann, A. & Hardering, F. (2015). The participants' perspective: how biographic-narrative intervention influences identity negotiation and quality of life in apha-

sia. *International Journal of Language and Communication Disorders*, 50(6):788–800.

Engell, B., Hütter, B.-O., Willmes, K., & Huber, W. (2003). Quality of life in aphasia. Validation of a pictorial selfrating procedure. *Aphasiology*, 17(4), 383–396.

Hilari, K., Needle, J. J., & Harrison, K. L. (2012). What are the important factors in health-related quality of life for people with aphasia? A systematic review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 93(1), 86–95.

Tregea, S., & Brown, K. (2013). What makes a successful peer-led aphasia support group? *Aphasiology*, 27(5), 581–598.

Fachsprache Englisch an Hochschulen und im Beruf

Neben fachlichen Kenntnissen ist die kommunikative Kompetenz – vor allem auch in der englischen Sprache – eine zunehmend wichtigere Schlüsselqualifikation für den akademischen und professionellen Erfolg. Fachsprachkurse stellen eine wichtige Vorbereitung für eine internationale Karriere dar: Doch welche Fähigkeiten und Kompetenzen sind für Englisch vorrangig gefragt? Die OTH Regensburg und die TH Nürnberg untersuchen seit 2016 den Kenntnisstand der Studierenden in der englischen (Fach-)Sprache, und komplementär dazu, auf welche Anwendungsbereiche diese sich im Berufsleben gefasst machen sollten.

Hochschulstudierende können im fachspezifischen Englischkurs gezielt auf das globalisierte Berufsleben vorbereitet werden. In den Wahlmodulen können sie kommunikativ mit- und voneinander lernen; beispielsweise im Kurs „Technical English“ treffen Schulabgänger mit unerprobten Englischvorkenntnissen auf Studierende, die bereits praxisnahe Erlebnisse in der englischen Sprache mitbringen.

Um die Bedürfnisse und Erwartungen der Studierenden besser zu verstehen, wird seit 2016 an der OTH Regensburg und an der TH Nürnberg eine empirische Langzeitstudie zur fachspezifischen Sprachentwicklung unter Kursteilnehmenden von „Technical English“ durchgeführt.

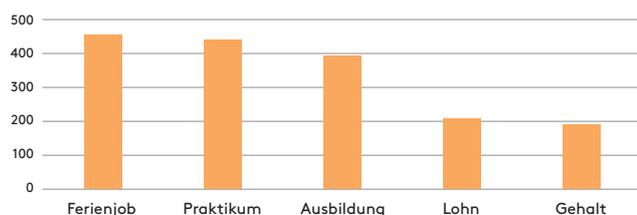


Abb. 1: Art der Arbeitserfahrung
Studierende in den Kursen für Technical English (N=909) verfügen bereits über wertvolle Berufserfahrungen, die den Unterricht in der Fachsprache Englisch durch praxisnahe Erlebnisse bereichern.

Studie

Insgesamt haben bisher 909 Studierende die Befragung abgeschlossen, davon gaben 90,5% an, bereits Arbeitserfahrung zu haben.

Die Analyse zeigt eine Differenzierung der Wertung zwischen Studierenden mit oder ohne Arbeitserfahrung. Das markanteste Beispiel der divergierenden Prioritäten ist die Wertstellung der Grammatik, die mit zunehmendem Niveau der Arbeitserfahrung signifikant abnimmt. Mit mehr Praxiserfahrung weiß man eventuell aus erster Hand, dass die Kommunikation auch bei imperfekter Grammatik effektiv sein kann.

Hingegen stufen Studierende mit Arbeitserfahrung die zwischenmenschliche Kommunikation und Praxisnähe höher ein, erkennbar an der positiven Korrelation zwischen Arbeitserfahrung und den kommunikativen Kompetenzen Hörverständnis, Interaktion und Problemlösung, sowie den handlungsbezogenen Vorgängen Prozessbeschreibungen oder Lastenhefte.

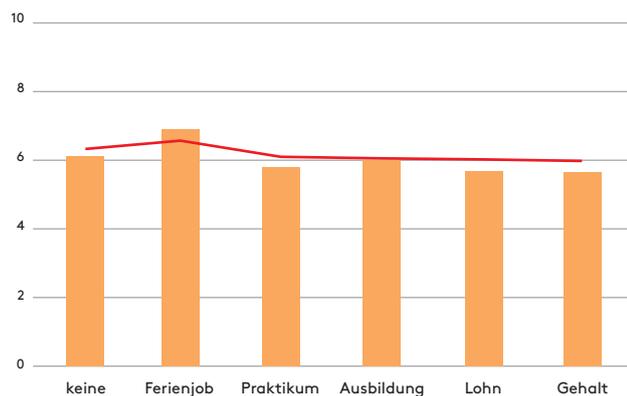


Abb. 2: Wertstellung der Grammatik nimmt zunehmend ab (Mittelwert mit 95 % KI)

Mit zunehmendem Niveau der Berufserfahrung nimmt die wahrgenommene Wertstellung von Grammatik signifikant ab. Die Berufserfahrung hat gezeigt, dass die kommunikative Botschaft auch mit unvollkommenen Grammatikkenntnissen erfolgreich vermittelt werden kann.

Diskussion

Der hohe Anteil an Studierenden mit Arbeitserfahrung führt dazu, dass die praktische Bedeutung von diversen Sprachfertigkeiten beurteilt werden kann.

Die zentrale Rolle von Kommunikationskompetenz für MINT-Berufe ist in der Fachliteratur mehrmals hervorgehoben (u.a. Gilleard and Gilleard 2002; Riemer 2007), und im globalisierten Arbeitsmarkt sind sichere Englischkenntnisse oft ein Wettbewerbsvorteil (u. a. McAll 2003). Dennoch wird seitens der Arbeitgeber mangelnde Kommunikationskompetenz als Qualifikationslücke gerade bei jungen Absolvierenden von MINT-Fächern genannt (u. a. Reave 2004).

Projektleiterin

Prof. Dr. Katherine Gürtler
Allgemeinwissenschaften und Mikrosystemtechnik
AW-Sprachenprogramm
katherine.guertler@oth-regensburg.de

Kooperationspartner

Prof. Dr. Eric Koenig
Fakultät AMP, TH Nürnberg Georg Simon Ohm
eric.koenig@th-nuernberg.de

Projektlaufzeit: seit 2016

Ausblick

Hochschulen sollten den Studierenden die nachhaltige Perspektive geben, für ein dynamisches Arbeitsfeld ausgerüstet zu sein. Dafür ist nicht nur technisches Können notwendig, sondern sind auch anwendbare, ausbaufähige Kompetenzen gefragt; dabei spielt für den künftigen Erfolg die Kommunikationskompetenz eine wichtige Rolle.

Die obigen Erkenntnisse konnten bereits in die Lehre an der OTH Regensburg mit einer Neukonzeption des Moduls „Technical English“ rückgekoppelt werden, um den Studierenden wertvolle, praxisnahe Einsichten in die Kommunikation und eine Berufsbefähigung in der Weltsprache Englisch zu gewährleisten.

Katherine Gürtler, OTH Regensburg ■
Eric Koenig, TH Nürnberg Georg Simon Ohm ■

LITERATUR

Gilleard, J.; Gilleard, J.D.: Developing cross-cultural communication skills. *J. of Prof. Issues in Eng. Educ. and Practice* 128(4) (2002)
McAll, C.: Language dynamics in the bi- and multilingual workplace. In R. Bayley & S. Schecter (eds.), *Language socialization in bilingual and multilingual societies* (pp. 235-250). Clevedon, UK: Multilingual Matters (2003)

Reave, L.: Technical communication instruction in engineering schools: A survey of top-ranked U.S. and Canadian programs. *J. of Bus. and Techn. Comm.*, 18, 452-490 (2004)
Riemer, M. J.: Communication skills for the 21st century engineer. *Global J. of Eng. Educ.*, 11(1), 89-100 (2007)

Empirische Studie zu Asylsuchenden in Bayern

In der Studie „Asylsuchende in Bayern“ im Auftrag der Hanns-Seidel-Stiftung wurden Geflüchtete aus Syrien, Afghanistan, Eritrea und dem Irak befragt. Mit Unterstützung von Dolmetscher/innen wurden zwölf biographische Interviews geführt und rund 780 Asylsuchende schriftlich zu Bildung, Beruf und Berufsorientierung, Familie, Einstellungen zu Geschlechterrollen und Meinungen zur Demokratie, zu religiöser Toleranz und interreligiösen Konflikten sowie Integrationsmotivation und Zukunftserwartungen befragt. Des Weiteren wurden zwölf Expertinnen und Experten interviewt.

2015 und 2016 wurde ein historischer Höchststand an Asylsuchenden in Deutschland gezählt (1,2 Millionen Asylanträge). Bayern nimmt auf Grundlage des Königsteiner Schlüssels 15 Prozent der Asylbewerber auf. Hierbei stammten die größten Gruppen mit hoher Bleibeperspektive aus Syrien, Afghanistan, dem Irak und aus Eritrea. Der Forschungsbericht (Haug et al. 2017) enthält eine Übersicht über die Bevölkerungs- und Sozialstruktur sowie politische Lage dieser Herkunftsländer.

Ziel der Studie war es, Migrationswege, Erfahrungen, Einstellungen, Werte und Zukunftspläne dieser Asylsuchenden in Bayern zu erheben, um Anhaltspunkte für die Planung von Integrationsmaßnahmen zu erhalten. Dazu wurde die Perspektive der Geflüchteten wie auch die von Expertinnen und Experten betrachtet (Abbildung 1). Die

qualitative Teilstudie beinhaltet die Analyse von zwölf ausführlichen Migrationsbiografien. In der Nachfolgestudie werden die Interviewpartner ein Jahr später nochmals befragt. Die quantitative Teilstudie umfasst die Erhebung und statistische Auswertungen von 779 Fragebögen.

Die Ergebnisse zeigen ein sehr differenziertes Bild. Die befragten Asylsuchenden weisen eine große religiöse Vielfalt auf und auch ihre Migrationsmotive, Einstellungen und Bleibeabsichten unterscheiden sich erheblich. Übereinstimmend gibt die überwiegende Mehrheit als wichtigstes Ziel an, zunächst Deutsch lernen zu wollen, um dann eine Arbeit, Berufsausbildung oder ein Studium aufnehmen zu wollen. Beim Thema Bildung decken sich die Ergebnisse der Befragung von Asylsuchenden und Expertinnen und Experten: Es bestehen erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Herkunftsländern und eine Polarisierung zwischen Personen mit akademischer Ausbildung und Personen mit sehr geringer Schulbesuchsdauer (Abbildung 2). Syrische Asylsuchende haben häufig ein Studium abgeschlossen (14 Prozent) oder begonnen (22 Prozent). Asylsuchende aus Afghanistan weisen ein besonders niedriges Schulbildungsniveau auf, 17 Prozent haben keine Schule besucht und mit 12 Prozent ist der Anteil der Analphabeten am höchsten. Junge Eritreer sind besonders häufig vor Beendigung ihrer Schullaufbahn geflohen. Im Bereich der niedrigen Schulbildung zeigen sich auch signifikante Unterschiede nach Geschlecht: Frauen aus dem Irak stellen die am schlechtesten gebildete Gruppe dar. Knapp ein Fünftel der irakischen Frauen und ein Zehntel der syrischen Frauen ist nie zur Schule gegangen.

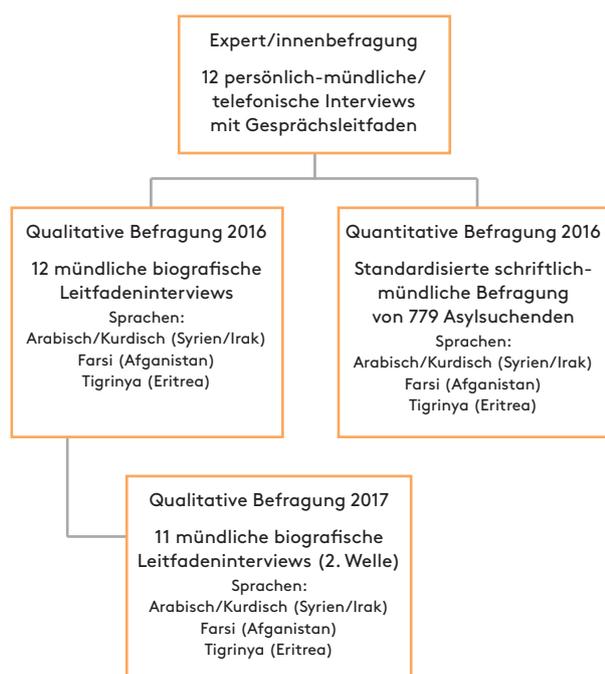


Abb. 1: Forschungsdesign und Forschungsmethoden

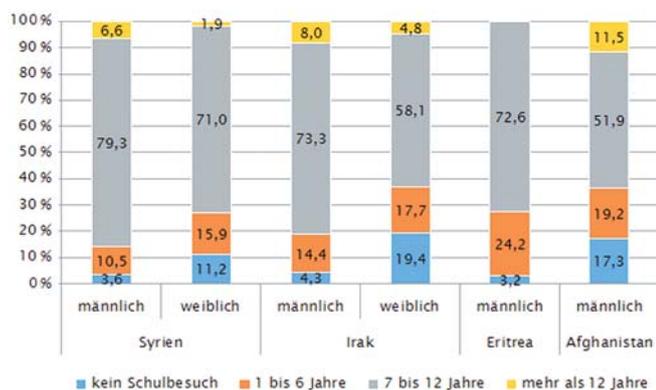


Abb. 2: Schulbesuchsdauer nach Herkunftsland und Geschlecht

Biographien von Asylsuchenden

Mustafa (Name geändert) ist beispielsweise ein 21 Jahre alter Kurde, der im Nordwesten Syriens aufwuchs. Aufgrund der kurdischen Abstammung und fehlender Dokumente war es laut Mustafas Aussagen nicht möglich, die Schule zu besuchen, weswegen er schon in frühen Jahren im väterlichen Schuhgeschäft zu arbeiten begann. Später verdingte er sich auch als Metallbauer und Schreiner und reparierte Tische und Türen. Aufgrund seiner fehlenden Schulbildung wäre es für Mustafa ein großes Anliegen, in Deutschland die Schule zu besuchen und möglicherweise sogar zu studieren. Dass ein Studium mehrere Jahre Schulbildung voraussetzt, scheint ihm zum Zeitpunkt des Interviews nicht bewusst zu sein.

Die 32-jährige Sunnitin Fatima (Name geändert) aus dem Irak hat eine Familie mit drei Kindern. Deutschland wurde von der Familie ganz bewusst als Migrationsziel ausgewählt: „In Deutschland gibt es Sicherheit und man schickt die Flüchtlingskinder in die Schule.“ Fatima selbst tut sich aufgrund ihrer geringen Vorbildung besonders schwer mit dem Erlernen der Sprache. Sie erklärt, dass sie sich in Deutschland gerne weiterbilden möchte, um später eine Arbeit zu finden. Deutschland sieht sie als Chance, ihr Leben zu ändern und sich zu emanzipieren: „Im Irak gibt es keine Möglichkeit für Frauen zu arbeiten. Sie sind nur für die Familie da, aber hier ist es anders. Ich will mein Leben ändern, arbeiten, Leute kennenlernen. Einfach ein anderes Leben.“

Projektleiterin

Prof. Dr. Sonja Haug
 Institut für Sozialforschung und Technikfolgen-
 abschätzung (IST)
sonja.haug@oth-regensburg.de

Projektmitarbeiter/innen

- Edda Currle (Dipl.-pol.)
- Dr. Susanne Lochner
- Dr. Dominik Huber
- Amelie Altenbuchner (M.A.)

Geldgeber

Hanns-Seidel-Stiftung (HSS)

Projektlaufzeit

2/2016 bis 2/2017; 10/2017 bis 4/2018 (Nachfolgestudie)

Homepage

www.oth-regensburg.de/fib

In den qualitativen Interviews kommen züversichtliche Erwartungen zum Ausdruck. Es ist zum Befragungszeitpunkt jedoch nicht absehbar, inwieweit sich die Vorstellungen über das Erlernen der deutschen Sprache oder die Aufnahme einer Erwerbstätigkeit in der Zukunft realisieren lassen, denn Migrationsmotive und Zukunftspläne basieren teilweise auf unrealistischer Einschätzung der Situation in Deutschland. In einer Wiederholungsbefragung wurden daher diese Personen ein Jahr später erneut zum Integrationsverlauf, zu Einstellungen und zu Beziehungsnetzwerken befragt.

Die Ergebnisse belegen Bedarf an sprachlichen und schulischen Bildungsangeboten, an beruflicher Ausbildung und Weiterqualifikation im Hinblick auf eine Arbeitsmarktintegration sowie der politischen Bildung und Familienbildung. Hieraus ergeben sich vielfältige Implikationen für die praktische Arbeit im Sozial- und Gesundheitsbereich sowie für die Politikberatung.

Sonja Haug, Edda Currle, Susanne Lochner,
 Dominik Huber, Amelie Altenbuchner
 OTH Regensburg ■

LITERATUR

Haug, S., Currle, E., Lochner, S., Huber, D., Altenbuchner, A.: Asylsuchende in Bayern. Eine quantitative und qualitative Studie. München: Hanns-Seidel-Stiftung (2017)

Haug, S., Currle, E., Lochner, S., Huber, D., Altenbuchner, A.: Sozialstruktur und Einstellungsmuster von Asylsuchenden in Bayern. Ergebnisse einer empirischen Studie. Sozialmagazin. Die Zeitschrift für Soziale Arbeit. Heft 1 (2018)

Lochner, S., Huber, D., Haug, S.: Methodische Herausforderungen der qualitativen und quantitativen Datenerhebung bei Geflüchteten. In: Lessenich, Stephan (Hg.): Geschlossene Gesellschaften. Verhandlungen des 38. Kongresses der Deutschen Gesellschaft für Soziologie in Bamberg 2016. http://publikationen.sozioogie.de/index.php/kongressband_2016/article/view/402

Entwicklung eines Blutviskositäts- und Gerinnungsmodells für Strömungsberechnung in künstlichen Lungen

Bei akutem Lungenversagen, einem lebensbedrohlichen Zustand, kann die Lungenfunktion künstlich ersetzt werden. Dieser Ersatz bringt aber ein hohes Komplikationsrisiko mit sich. Die Geräte verstopfen durch Blutgerinnsel während die Patienten innerlich bluten. Um die Frage „warum gerinnt Blut, obwohl es nach bisherigem Verständnis nicht gerinnen sollte“ beantworten zu können, wird ein numerisches Modell für das kombinierte Strömungs- und Gerinnungsverhalten von Blut in künstlichen Lungen entwickelt.

Ist die Lunge in ihrer Funktion beeinträchtigt, kann die extrakorporale Membranoxygenierung (ECMO) den Austausch von CO₂ und O₂ im Blut übernehmen. Leider kommt es beim Einsatz dieser künstlichen Lungen häufig zu Komplikationen, z. B. Störung der Blutgerinnung: die Patienten neigen zu inneren Blutungen während im Herzstück des Gerätes, dem Membranoxygenator, das Blut ungewollt gerinnt (Abb. 1, A). Das geronnene Blut verstopft die feinen Fasern und hemmt den Gasaustausch (Abb. 1, B).

Die Mechanismen der Blutgerinnung in ECMO-Geräten sind komplex und noch nicht umfassend verstanden. Ein wichtiger Baustein dabei sind strömungsinduzierte Gerinnungseffekte. Diese Vorgänge zu verstehen und mathematisch zu modellieren wird es ermöglichen, bestehende Therapien verträglicher und effizienter zu gestalten und gänzlich neue Ansätze für hochkritische Patienten schaffen.

Die Scherrate der Strömung beeinflusst die Blutgerinnung direkt. Die Scherrate hängt von der Blutviskosität ab, welche wiederum abhängig ist von Gerinnung und Scherrate selbst. Diese gegenseitige Beeinflussung wird durch eine starke Geometrieabhängigkeit ergänzt. Ziel ist es ein numerisches Modell für das kombinierte Strömungs- und Gerinnungsverhalten von Blut in künstlichen Lungen zu entwickeln.

Die experimentelle Validierung erfolgt dabei u. a. durch mikrofluidische Versuche mit fluoreszenzmarkierten roten Blutkörperchen sowie mittels Micro-Computertomographie-Aufnahmen von klinisch gebrauchten Membranoxygenatoren (Abb. 1, B).

Clemens Birkenmaier, Lars Krenkel
OTH Regensburg ■

Projektleiter

Prof. Dr.-Ing. Lars Krenkel
Maschinenbau, Lehr-/Forschungsgebiet Biofluidmechanik
Regensburg Center of Biomedical Engineering (RCBE)
lars.krenkel@oth-regensburg.de

Projektmitarbeiter

Clemens Birkenmaier (M.Sc.)
clemens.birkenmaier@oth-regensburg.de

Kooperationspartner

Universitätsklinikum Regensburg

Geldgeber: Bayerisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst im Rahmen des Zentrums Digitalisierung.Bayern (ZD.B)

Projektlaufzeit: 36 Monate

Fördersumme: 259.000 Euro

Homepage: <https://bfm.rcbe.de>

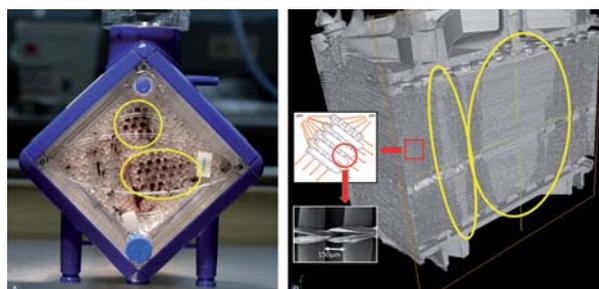


Abb. 1, A: Membranoxygenator nach 3-stündigem klinischen Einsatz (gelb markiert: geronnenes Blut)

Abb. 1, B: Schnittdarstellung eines hochaufgelösten Micro-CT-Scans des Oxygenators mit Details zur kreuzweise gestapelten Faseranordnung im Oxygenator (gelb markiert: geronnenes Blut)

LITERATUR

Tsai, H.: von Willebrand factor, shear stress, and ADAMTS13 in hemostasis and thrombosis. *ASAIO J* 58,163-169 (2012).
Herbig, B., Diamond, S.: Pathological von Willebrand factor fibers resist tissue plasminogen activator and ADAMTS13 while promoting the contact pathway and shear-induced platelet activation. *J Thromb Haemost* 13, 1699-1708 (2015).
Philipp, A., et al.: Langzeitfunktion von Oxygenatoren bei extrakorporaler Lungenunterstützung. *Kardiotechnik* 1, 3-7 (2009).

Lehle, K., et al.: Efficiency in extracorporeal membrane oxygenation cellular deposits on polymethylpentene membranes increase resistance to blood flow and reduce gas exchange capacity. *ASAIO J* 54, 612-617 (2008).

Tauber, H., et al.: Extracorporeal membrane oxygenation induces short-term loss of high-molecular-weight von Willebrand factor multimers. *Anesth. Analg.* 120, 730-736 (2015).

Numerische Analyse der Rupturwahrscheinlichkeit zerebraler Aneurysmata

Als zerebrale Aneurysmen werden pathologische Aussackungen arterieller Blutgefäße im Gehirn bezeichnet. Als Folge einer Aneurysmaruptur kommt es zu einer Gehirnblutung, mit oft tödlichem Verlauf. Um eine Vorhersage zur Rupturwahrscheinlichkeit zu treffen, wird die Strömung im Aneurysma numerisch berechnet. Weiterhin wird zur Validierung des numerischen Verfahrens die Strömungssituation mithilfe der Particle Image Velocimetry (PIV), einer nicht-invasiven optischen Strömungsmesstechnik, untersucht.

Die Diagnose eines zerebralen Aneurysmas erfordert von Neurochirurgen häufig eine schnelle Entscheidung über die weitere Behandlung. Dabei ist eine Abwägung zwischen dem Operationsrisiko und dem Rupturrisiko erforderlich. Die Folge einer Ruptur ist eine Gehirnblutung, welche in etwa 45 % der Fälle tödlich endet [1], wobei das Operationsrisiko ebenfalls nicht zu vernachlässigen ist. Dem gegenüber steht die Tatsache, dass nur ein kleiner Teil der zerebralen Aneurysmen rupturiert [2]. Um die Entscheidungsfindung zu unterstützen soll ein Modell entwickelt werden, das eine Risikoabschätzung ermöglicht. Dafür wird untersucht, ob ein statistischer Zusammenhang zwischen der Strömungssituation und einer Ruptur existiert. Aus angiographischen Bilddaten werden die patientenspezifischen Aneurysmata rekonstruiert. Im Anschluss wird die Geometrie diskretisiert und die Blutströmung im Aneurysma mittels CFD numerisch berechnet (Abb. 1,a). Verschiedene strömungsmechanische Parameter werden hinsichtlich ihres Einflusses auf die Rupturwahrscheinlichkeit analysiert. Insbesondere

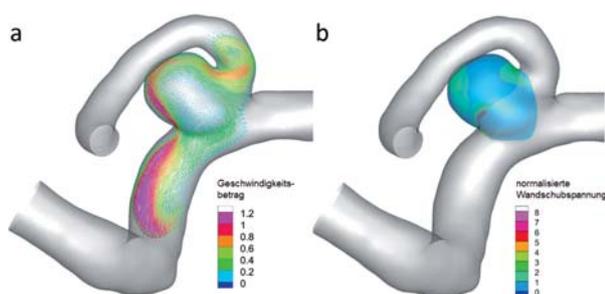


Abb. 1: Numerische Berechnung (CFD) der Strömungssituation im Aneurysma. Bild a zeigt die Geschwindigkeitsvektoren in einer Schnittebene. Auffällig ist der Wirbel mittig im Aneurysma. Bild b zeigt die normalisierte Wandschubspannung. Am höchsten ist der Wert in dem Bereich, in dem die Einströmung direkt auf die Wand trifft.

Projektleiter

Prof. Dr.-Ing. Lars Krenkel
Maschinenbau, Lehr-/Forschungsgebiet Biofluidmechanik
Regensburg Center of Biomedical Engineering (RCBE)
lars.krenkel@oth-regensburg.de

Projektmitarbeiter

Thomas Wagner (M.Sc.), Universitätsklinikum Regensburg,
Neurochirurgie und OTH Regensburg, Lehr-/Forschungsgebiet
Biofluidmechanik und RCBE
thomas.wagner@extern.oth-regensburg.de

Kooperationspartner

Universitätsklinikum Regensburg, Klinik und Poliklinik
für Neurochirurgie

Geldgeber

Universitätsklinikum Regensburg
Klinik und Poliklinik für Neurochirurgie

Projektlaufzeit: 24 Monate

Homepage: <https://bfm.rcbe.de>

wird dabei die Wandschubspannung, ein Maß für die Belastung die das fließende Blut auf die Gefäßwand auswirkt, betrachtet (Abb. 1,b).

Zur Validierung der Berechnungen wird die Strömung in einem transparenten Silikonmodell des Aneurysmas mithilfe von PIV untersucht. Dabei wird das Fluid mit reflektierenden Partikeln versetzt und mit mehreren Kameras betrachtet, was eine dreidimensionale Rekonstruktion des Strömungsfeldes ermöglicht.

Lars Krenkel, OTH Regensburg ■

Thomas Wagner, Universitätsklinikum Regensburg,
OTH Regensburg ■

LITERATUR

[1] Wiebers, D. O., Torner, J. C. and Meissner, I. (1992) 'Impact of unruptured intracranial aneurysms on public health in the United States', *Stroke*, vol. 23, no. 10, pp. 1416–1419.

[2] Rinkel, G. J. E., Djibuti, M., Algra, A. and van Gijn, J. (1998) 'Prevalence and Risk of Rupture of Intracranial Aneurysms: A Systematic Review', *Stroke*, vol. 29, no. 1, pp. 251–256.

Unternehmerisches Denken und Handeln grenzüberschreitend fördern

Im Zeichen der zunehmenden Globalisierung sehen sich Hochschulen der Herausforderung gegenüber, die Lehre an einen dynamischen Arbeitsmarkt anzupassen. Einen wichtigen Beitrag zur Befähigung Studierender – sowohl zu eigenen unternehmerischen Aktivitäten als auch zu einem innovativen Arbeitsverhalten in den Unternehmen – leistet die Gründungslehre. Aufbauend auf den Forschungsstand sowie der Bedarfsanalyse an den beiden Partnerhochschulen (OTH Regensburg und VŠTE Budweis) werden im Rahmen des EU-Projekts Strategien zur Stärkung der akademischen Lehre für die Vermittlung von unternehmerischem Denken und Handeln erarbeitet.

Einleitung

Zu den Aufgaben der Gründungslehre zählen die Steigerung des Interesses an Entrepreneurship sowie die Förderung des unternehmerischen Denkens und Handelns. Hierzu bietet die Gründungslehre eine Kombination aus erfahrungsbasiertem Lernen und der Unterstützung einer unkonventionellen Denkweise (vgl. Wilson, 2008). Mit dem Ziel, neue Ansätze zur Förderung der unternehmerischen Kompetenz zu entwickeln, wurde an der OTH Regensburg und an der Technischen und Ökonomischen Hochschule (VŠTE) in Budweis das EU-Projekt „Unternehmerische Kompetenzen auf dem tschechisch-bayerischen Arbeitsmarkt“ gestartet. Der Fokus liegt auf der Zusammenarbeit bei der Gründungsqualifizierung und der Befähigung zur betrieblichen Innovation, um die grenzüberschreitende Employability zu erhöhen. Primäre Zielgruppe sind Studierende und Alumni aller Studiengänge.

Empirische Studie

Die Gründungsabsicht entsteht durch Wechselwirkungen zwischen einer Person und deren Umfeld (vgl. Estay, Dur-

rieu & Akhter, 2013). Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, welche Faktoren zur Bildung der unternehmerischen Absicht bei Studierenden am meisten beitragen. Zur Vorhersage der Gründungsabsicht sowie zur Identifikation eventuell vorhandener relevanter Unterschiede zwischen deutschen und tschechischen Studierenden wurde eine domänenübergreifende Befragung an den beiden Partnerhochschulen realisiert. Hierbei wurden sowohl Merkmale des akademischen Umfeldes als auch relevante Personenmerkmale wie Führungsmotivation erfragt (vgl. bspw. GUESSE, Bergmann & Golla, 2016; Schiefele, Krapp, Wild & Winteler, 1993; Nicholson & Arnolds, 1991). Die Datenerhebung erfolgte mithilfe eines Online-Fragebogens simultan an beiden Hochschulen. Insgesamt konnten 132 Studierende akquiriert werden. 57,6% der Teilnehmenden waren zum Zeitpunkt der Datenerhebung an der VŠTE und 42,4% an der OTH eingeschrieben (N = 132). Von den 132 Studierenden waren 66,7% weiblich und 33,3% männlich. 63,6% der Probanden konnten dem Studiengang der Betriebswirtschaften zugeordnet werden.

Ergebnisse

Zunächst wurden die unternehmerischen Absichten der Studierenden (Unternehmensgründung bzw. Nachfolge) untersucht. Nur 3,6% der Befragten der OTH Regensburg (N = 56) gaben an, direkt nach dem Studium eine Unternehmensnachfolge anzustreben. Außerdem konnte sich zum Zeitpunkt der Befragung kein Proband der OTH Regensburg vorstellen, unmittelbar nach Studienabschluss ein eigenes Unternehmen zu gründen. An der VŠTE (N = 73) waren dies hingegen 11,0% der Befragten. Fünf Jahre nach dem Studium kommt die Gründung bzw. Nachfolge für mehr Studierende in Frage (21,4% der deutschen und 38,4% der tschechischen Probanden). Weiterhin wurden die Unterschiede im Hochschulumfeld zwischen der OTH Regensburg und der VŠTE in Bezug auf die Vermittlung unternehmerischer Kenntnisse analysiert. Die Befunde zeigen, dass die Studierenden der OTH Regensburg, obwohl die empirisch gemessene Gründungsabsicht nied-



Abb. 1: Bewertung des akademischen Umfeldes von deutschen und tschechischen Studierenden, N = 133

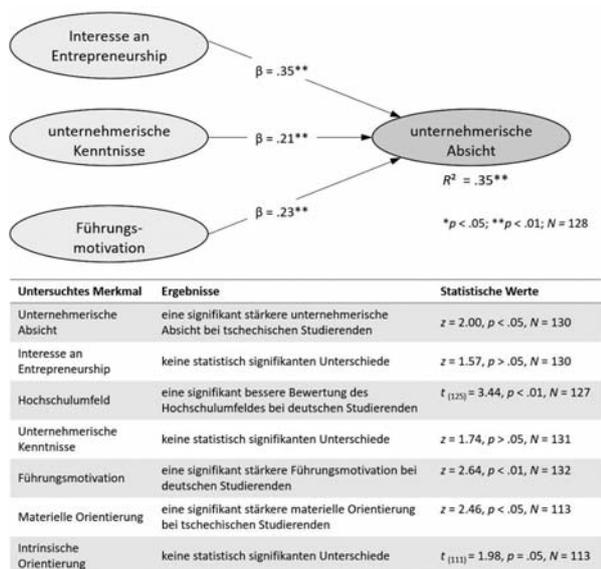


Abb. 2: Gruppenunterschiede im Hinblick auf gründungsrelevante Faktoren und das Prognosemodell zur Bildung der unternehmerischen Absicht (Gründung bzw. Nachfolge)

riger ist, fast alle relevanten Aspekte der Gründungskultur an der Hochschule positiver bewerten (vgl. Abbildung 1). Es wurde überprüft, ob sich deutsche und tschechische Studierende im Hinblick auf die Variablen, die für die Bildung der Gründungsabsicht wesentlich sind, voneinander unterscheiden. Die Resultate belegen, dass Studierende der OTH Regensburg eine höhere Führungsmotivation aufweisen ($z = 2,64, p < ,01, N = 132$). Bei den tschechischen Studierenden konnte dagegen eine stärkere materielle Orientierung identifiziert werden ($z = 2,46, p < ,05, N = 113$). Die genauen statistischen Werte können Abbildung 2 entnommen werden. Schließlich wurde untersucht, welche Faktoren zur Bildung der unternehmerischen Absicht am stärksten beitragen. Hierbei wurden das Interesse an Entrepreneurship ($\beta = ,35, p < ,001$), die Führungsmotivation ($\beta = ,23, p < ,01$) sowie unternehmerische Kenntnisse ($\beta = ,21, p < ,01$) als bedeutende Prädiktoren identifiziert (Abbildung 2). Diese Variablen erklären einen signifikanten Anteil der Varianz der unternehmerischen Absicht ($R^2 = ,35, F(1, 124) = 22,08, p < ,001$) und sollten daher auch weiter im Fokus der Gründungsförderung an Hochschulen stehen.

Projektleiter

Prof. Dr. rer. oec. Sean Patrick Saßmannshausen
Betriebswirtschaft, Leiter des start-up centers
sean.sassmannshausen@oth-regensburg.de

Projektmitarbeiter/in

· Johann Fabian Faltermeier (MBA)
johann.faltermeier@oth-regensburg.de
· Dr. Xenia Justus
xenia.justus@oth-regensburg.de

Geldgeber

Europäische Union (Ziel ETZ 2014-2020, INTERREG V)

Kooperationspartner

Technische und Ökonomische Hochschule in Budweis
(VŠTE Budweis)

Projektlaufzeit: 36 Monate

Fördersumme: 346.000 Euro (Anteil OTH Regensburg)

Ausblick

Die durchgeführte Befragung zeigt, dass eine Unternehmensgründung direkt nach dem Studium nur für wenige Studierende attraktiv ist, obwohl gerade an der OTH Regensburg das Umfeld für Gründungen sehr positiv bewertet wurde. Externe Faktoren können dabei eine Rolle spielen, wie die sehr gute Arbeitsmarktsituation. Ferner wurden wichtige Unterschiede in studienbezogenen Aspekten festgestellt, was die Notwendigkeit einer stärkeren grenzüberschreitenden Kooperation unterstreicht. Im Hinblick auf die Förderung von unternehmerischem Denken und Handeln erscheint es sinnvoll, die Lehr- und Unterstützungsangebote für Studierende und Alumni auszuweiten sowie eine Beschäftigung mit Entrepreneurship in diversen Studiengängen zu ermöglichen.

Xenia Justus, Johann Fabian Faltermeier,
Sean Patrick Saßmannshausen, OTH Regensburg ■



Europäische Union
Evropská unie
Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung
Evropský fond pro
regionální rozvoj



LITERATUR

Bergmann, H. & Golla, S. (2016). Unternehmertum an Hochschulen in Deutschland – Ergebnisse des Global University Entrepreneurial Spirit Students' Survey (GUESS) 2016. St. Gallen/Fulda: Universität St. Gallen und Hochschule Fulda.
Estay, C., Durrieu, F. & Akhter, M. (2013). Entrepreneurship: From motivation to start-up. Journal of International Entrepreneurship, 11, 243-267.

Nicholson, N. & Arnold, J. (1991). From expectation to experience: Graduates entering a large corporation. Journal of Organizational Behavior, 12, 413-429.
Schiefele, U., Krapp, A., Wild, K.-P. & Winteler, A. (1993). Der „Fragebogen zum Studieninteresse“ (FSI). Diagnostica, 39, 335-351.
Wilson, K. E. (2008). Entrepreneurship Education in Europe. In J. Potter (Hrsg.), Entrepreneurship and Higher Education (S. 119-138). Paris: OECD Publishing.

CANVAS: Constructing an Alliance for Value-driven Cybersecurity – Erste Ergebnisse eines EU-Projekts

Innerhalb von drei Jahren will CANVAS Stakeholder aus den Schlüsselbereichen der Digitalen Agenda für Europa – Gesundheitssystem, Wirtschaft/Finanzen und Strafverfolgung/Nationale Sicherheit – zusammenbringen, um Herausforderungen und Lösungen zu diskutieren, wie Cybersicherheit und Ethik in Einklang zu bringen sind. Ein besonderer Schwerpunkt von CANVAS ist die Sensibilisierung für die Ethik der Cybersicherheit durch Lehre und Weiterbildung in Wissenschaft und Industrie. Nun liegen erste Ergebnisse in Gestalt mehrerer Whitepaper vor.

Der Einsatz von IKT gerade im Gesundheitswesen bringt neue Wertekonflikte mit sich, lässt bereits bestehende Konflikte sichtbar werden und/oder erhöht deren Dringlichkeit. Stakeholder wie Patient_In, Angehörige, Pflegende, Leistungserbringerinnen und Leistungserbringer, Krankenkassen sowie die gesamte Gesellschaft sind mit konkurrierenden oder gar widersprüchlichen Zielen konfrontiert wie Effizienzsteigerung, Kostenreduzierung, Verbesserung der Behandlungsqualität oder der sicheren Informationsaufbewahrung. Gleichzeitig sollen im Gesundheitswesen grundlegende moralische Werte und/oder Werte, die für die Beziehung zwischen Patient_In und behandelndem Personal konstitutiv sind, geschützt werden. Solche Ziel- und Wertekonflikte werfen moralische Bedenken auf, da entschieden werden muss, welche Ziele und Werte vorrangig zu behandeln sind.

Tatsächlich gibt es nicht nur diese, sondern zusätzlich medizinisch bedingte Ziel- und Wertekonflikte wie beispielsweise jene zwischen Wohltun und Autonomie: Wenn IKT im Gesundheitssektor eingesetzt wird, sollte sichergestellt sein, dass Patient_In selbst bestimmen, wann

welche Informationen an wen weitergegeben werden – Passwortschutz und Verschlüsselung sind Maßnahmen zur Erreichung dieses Ziels. In Notfällen besteht jedoch die Gefahr, dass wichtige medizinische Informationen nicht mehr zugänglich sind. Darüber hinaus könnte es sehr hilfreich sein, dem behandelnden Personal medizinisch relevante Patient_Inneninformationen zugänglich zu machen, um die Qualität und Effizienz der Behandlung zu verbessern. Das Ziel, die Privatsphäre und die Autonomie der Patient_Innen zu schützen, kann dem jedoch entgegenstehen. Zudem wird in wissenschaftlichen Debatten oft erwähnt, dass es zur Gewährleistung der Cybersicherheit notwendig sein könnte, die individuelle Privatsphäre zu gefährden. Dies gibt Anlass zu besonderer Besorgnis, denn es liegt auf der Hand, dass sowohl der Schutz der Privatsphäre als auch die Sicherheit der Informationssysteme und den darin organisierten Patient_Innendaten wichtige Ziele im Gesundheitswesen sein müssen. Ohne Privatsphäre ist das für die medizinische Behandlung notwendige Vertrauen gefährdet und ohne die Gewissheit, dass Patient_Innendaten nicht manipuliert oder gestohlen werden, ist die Behandlung selbst gefährdet.

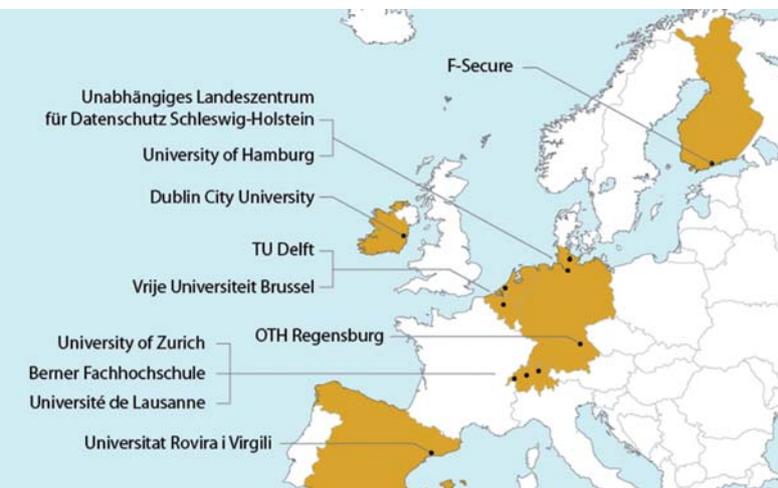


Abb. 1: Das CANVAS-Konsortium

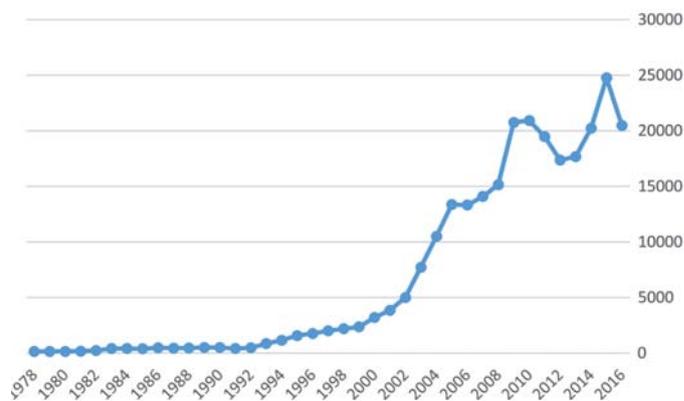


Abb. 2: Publikationen, die in der Literaturrecherche als relevant befunden wurden.

Der Bewerbungsprozess für Auszubildende – Wenn Motivation mehr zählt als Schulnoten

Im Rahmen einer Studie des Masterstudienganges Human Resource Management sowie des Bachelorstudienganges Betriebswirtschaft wollten wir wissen, wie der typische Bewerbungsprozess für Ausbildungsstellen aussieht und über welche Hürden junge Bewerberinnen und Bewerber im Auswahlprozess um einen Ausbildungsplatz aus Sicht der Unternehmen stolpern. Wichtigste Ergebnisse: Die Motivation ist wichtiger als gute Schulnoten, und das Verhalten der Bewerberinnen und Bewerber in sozialen Netzwerken ist für viele Unternehmen bedeutender als bislang gedacht.

Die Relevanz der dualen Ausbildung

Seit 2013 liegt die Zahl der Studienanfängerinnen und Studienanfänger in Deutschland über der Zahl der Anfängerinnen und Anfänger einer dualen Berufsausbildung (Quelle: BMBF, Berufsbildungsbericht 2018). Diese vielfach als „Akademisierungstrend“ bezeichnete Entwicklung hat auch im vergangenen Jahr dazu geführt, dass fast 49.000 Ausbildungsplätze unbesetzt blieben (Quelle: BMBF, Berufsbildungsbericht 2018).

Als Hauptgrund, warum offene Ausbildungsplätze in Unternehmen unbesetzt bleiben, nennen Unternehmen aber nicht nur die fehlenden Bewerbungen – vielmehr sehen sich Unternehmen vor allem mit nicht geeigneten Bewerbungen konfrontiert (2017: 68 %; Statista, 2017). Initiativen, die die Qualität der Bewerber und ihrer Bewerbungen erhöhen, unterstützen Jugendliche und

Unternehmen dabei, zusammenzufinden und haben deshalb gesellschaftliche, bildungs- und wirtschaftspolitische Relevanz.

Studie zum Bewerbungsprozess für Ausbildungsplätze

Mit einer Studie zum „Bewerbungsprozess für Ausbildungsplätze“, die mit Studierenden des Bachelor-Studienganges Betriebswirtschaftslehre, Schwerpunkt Personalmanagement, und des Masterstudienganges Human Resource Management im Sommersemester 2017 umgesetzt wurde, sollten Informationen von Unternehmen zu deren Bewerbungsverfahren, Auswahlkriterien, ihrer Erwartungshaltung und möglichen Stolpersteinen im Prozess der Auszubildendenbewerbung erfasst werden. Der Aufbau des Fragebogens orientierte sich vorrangig am Bewerbungsprozess und umfasste auch

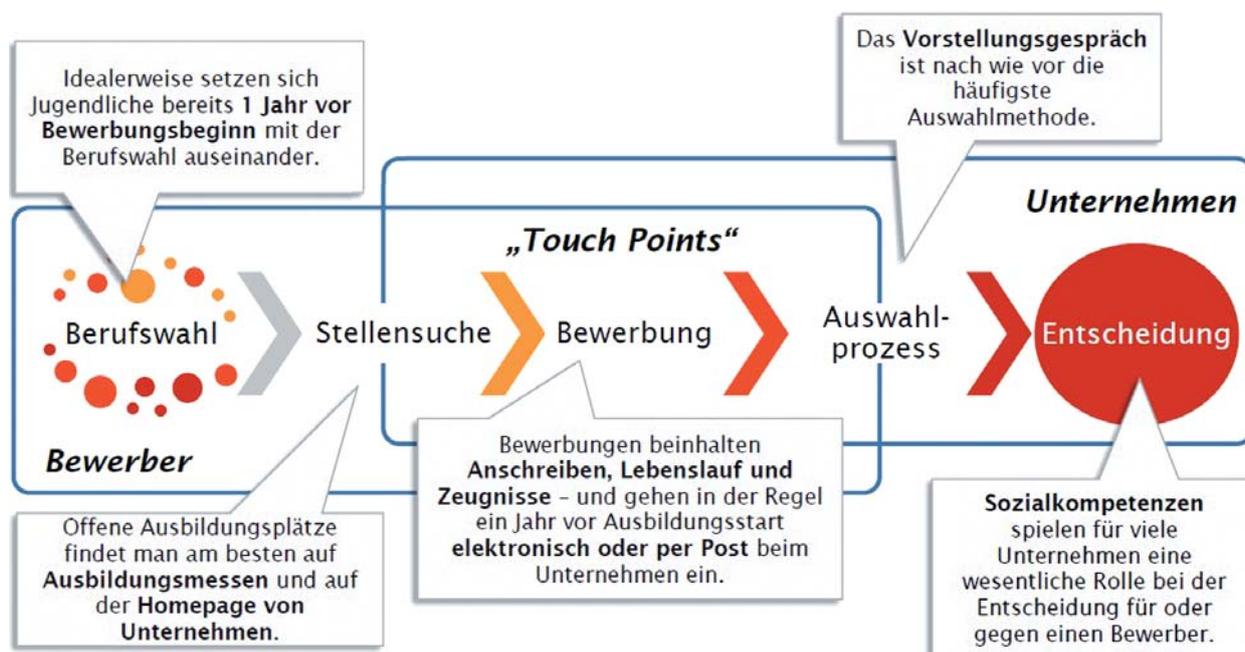


Abb. 1: Der typische Bewerbungsprozess für Auszubildende

Einschätzungen der Unternehmen bzgl. der Kandidatinnen und Kandidaten und des Erfolgs ihrer Auswahlprozesse.

Wesentliche Ergebnisse der Umfrage

Zunächst wurde im Rahmen der Befragung festgestellt, dass der Bewerbungsprozess für Ausbildungsplätze klassischen Bewerbungsprozessen entspricht und keine neuen oder experimentelle Tools eingesetzt werden. Typischerweise folgt auf eine Stellenanzeige im Internet (Homepage oder Stellenbörse) eine elektronische Bewerbung, auf die sich ggf. ein Auswahlgespräch anschließt. Nur 20 Prozent der befragten Ausbildungsunternehmen hatten allerdings den Eindruck, dass sich die Jugendlichen im Zuge der Berufswahl (sehr) gut mit den eigenen Fähigkeiten und Interessen hinsichtlich eines passenden Ausbildungsberufs auseinandergesetzt haben. Hinzu kommt, dass sich die Bewerberinnen und Bewerber vor den Vorstellungsgesprächen zu wenig über Beruf und Unternehmen informieren. Tatsächlich konnte kein Unternehmen berichten, dass die vergangenen Bewerberinnen und Bewerber ein sehr gutes Wissen über den gewählten Ausbildungsberuf gehabt hätten.

Weiterhin wurde in Erfahrung gebracht, dass Bewerbungen häufig Rechtschreibfehler oder eine mangelnde äußere Form aufweisen. Gerade ein gelungenes Anschreiben ist den Unternehmen aber wichtig. Eher überraschend war das Ergebnis, dass 50 Prozent der Unternehmen online über die Bewerberinnen und Bewerber recherchieren (Social Media und/oder Google-Suche) und der vorgefundene Online-Auftritt durchaus auch zu einer Absage gegenüber der Bewerberin oder dem Bewerber führen kann. Interessant ist auch: Wenn Bewerberinnen und Bewerber es bis ins Vorstellungsgespräch schaffen, sind den befragten Unternehmen neben guter Vorbereitung auf Standardfragen und Fragen zum Unternehmen auch Blickkontakt, Körperhaltung und überzeugende Motivation wichtig. Gute Schulnoten schlugen dabei weniger als erwartet ins Gewicht.

Prof. Dr. Carina Braun

Betriebswirtschaft

carina.braun@oth-regensburg.de



Abb. 2: Die wichtigsten Erkenntnisse

Verwendung der Ergebnisse

Auf Basis von Studienergebnisse gaben die Studierenden Handlungsempfehlungen für eine Neukonzeption der Unterlagen für den Aktionstag „Fit für die Bewerbung“. Bei der eintägigen Veranstaltung „Fit für die Bewerbung“ handelt es sich um eine Beschäftigungsinitiative des Goinger Kreises e.V.: Unterstützende Firmen laden Jugendliche des Abschlussjahrgangs in ihr Unternehmen ein, um alle Schritte des Bewerbungsprozesses detailliert zu erläutern, wie u. a. den angemessenen Umgang mit sozialen Medien, Berufswahl, Stellensuche, die professionelle Bewerbung und Bewerberauswahl. Die Studie wurde außerdem Institutionen zur Verfügung gestellt, die im Kontakt mit Jugendlichen stehen und diese mit Blick auf den Bewerbungsprozess für Ausbildungsplätze beraten (z. B. IHKs, Jobcenter und BIZ). Transparenz über den Prozess mindert bei Schülerinnen und Schülern die Unsicherheit und das Risiko des Scheiterns in einem (meist noch unbekanntem) Bewerbungsprozess.

Interessierte können die Studie auf der Homepage von Prof. Dr. Carina Braun/OTH Regensburg herunterladen.

Carina Braun, OTH Regensburg ■

LITERATUR

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Hrsg., (2018): Berufsbildungsbericht 2018; Bonn: BMBF; Online verfügbar unter https://www.bmbf.de/pub/Berufsbildungsbericht_2018.pdf, letzter Zugriff am 22.04.2018.

Statista (2017): Warum konnten Ausbildungsplätze nicht besetzt werden? Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/5058/umfrage/gruende-fuer-nichtbesetzung-von-ausbildungsplaetzen/>, letzter Zugriff am 22.04.2018.

Der Verbleib von MINT-Studierenden in den ersten vier Semestern – Eine Studienverlaufsanalyse (SVA)

Rund ein Drittel aller Studierenden in Deutschland bricht das Studium vorzeitig wieder ab. In der vorliegenden Studie wurde der Verbleib von Studierenden, Studiengangwechsler/innen sowie Studienabbrecher/innen im Studienverlauf genauer erforscht. Im Zentrum der Analyse standen die MINT-Studiengänge „Elektro- und Informationstechnik“, „Informatik“ und „Maschinenbau“ an der OTH Regensburg und OTH Amberg-Weiden. Der Studienverlauf in den ersten vier Semestern seit Beginn der Immatrikulation im Wintersemester 2015/2016 wurde basierend auf einem Panel-Studiendesign untersucht.

Eine derzeitige Studie des Deutschen Zentrums für Hochschul- und Wissenschaftsforschung (DZHW) belegt, dass die Studienabbruchquote in den Bachelorstudiengängen an Universitäten bei 32 Prozent und an den Fachhochschulen/Hochschulen für angewandte Wissenschaften (HaW) bei 27 Prozent liegt (vgl. Heublein et al. 2017). Eine Unterscheidung zwischen Studienabbruch und Studienwechsel ist seitens der Hochschulen nur eingeschränkt möglich, da der nachfolgende Werdegang einer exmatrikulierten Person i. d. R. nicht bekannt ist (vgl. Gensch & Kliegl 2011: 17). Das Projekt OTH mind setzte sich infolgedessen mit der zentralen Frage auseinander, wie sich der individuelle Studienverlauf sowie der Verbleib von Studienaussteigern/innen bzw. Studiengangwechslern/innen in ausgewählten MINT-Studiengängen über die Zeit entwickelt.

Die Studie ist als Panel (Längsschnittuntersuchung) aufgebaut und untersucht den Studienfortschritt sowie das Wechsel- bzw. Abbruchverhalten in den ersten vier Hochschulsemestern. Befragt wurden in diesem Zusammenhang alle 985 Studienanfänger/innen des WiSe 2015/2016, die ein Bachelorstudium in Maschinenbau, Elektro-

und Informationstechnik oder Informatik an der OTH Regensburg oder der OTH Amberg-Weiden begonnen haben. Die dabei erhobenen Informationen ermöglichen Aussagen über den individuellen Studienverlauf. Zudem wurde ein eindeutiger Personenidentifikator (ID) generiert, der es ermöglichte, alle individuellen Daten der Teilnehmenden über die vier Wellen zu verknüpfen. Somit konnte das Datenmaterial von 40 Personen über vier Semester herangezogen werden. Für die folgenden Analysen wurden Studiengangwechsler/innen (Wechsler/innen) und Studienaussteiger/innen (Abbrecher/innen) identifiziert. Von den Panelteilnehmenden haben während der vier Befragungswellen acht Personen das ursprüngliche Studium gewechselt und eine Person hat das Studium abgebrochen (Abbildung 1).

Motive für die Aufnahme eines MINT-Studiums und Studienverlauf

Als ausschlaggebende Beweggründe für die Aufnahme eines MINT-Studiums erwiesen sich vor allem das persönliche Interesse für ein MINT-Fach, das Interesse an den Studieninhalten sowie die Vertiefungsmöglichkeiten im Studium. Über den zeitlichen Verlauf stellte sich heraus, dass sich die Erwartungshaltung der Studierenden zunehmend besser erfüllt hat. Die subjektive Einschätzung der Gesamtanforderungen sowie des Studienerfolgs ist ein wichtiger Aspekt im Hinblick auf einen möglichen Studienabbruch oder -wechsel, aber auch fehlende Kenntnisse in Kerndisziplinen wie Mathematik, Physik und EDV können als Indikator für einen frühzeitigen Studienausstieg herangezogen werden. Es zeigte sich auch, dass mit zunehmender Studiendauer die Aussichten auf einen positiven Studienabschluss ansteigen.

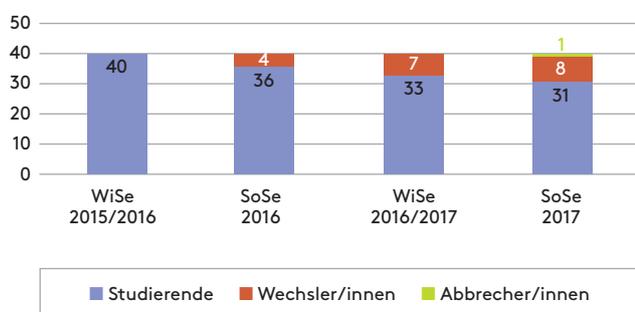


Abb. 1: Überblick über den Studienverlauf

Quelle: SVA 2015-2017 (Längsschnittbetrachtung), aggregierte Werte (OTH Amberg-Weiden und OTH Regensburg); n = 40

Studienverlauf im Querschnitt

Außerdem wurde das Studienverhalten über alle vier Semester im Querschnitt analysiert. Untersucht wurden die Gründe eines Studienabbruchs und -wechsels sowie der Verbleib von Studienabbrechern/innen (n = 16) und -wechsler/innen (n = 35). Zwei zentrale Faktoren spielten eine wesentliche Rolle hinsichtlich eines Studiengang- bzw. Hochschulwechsels oder Studienabbruchs: andere/falsche Erwartungen an das Studium und ein stark nachlassendes Interesse für das Studienfach (vgl. Rager 2018). 71,4 % (n = 25), also der Großteil der Wechsler/innen, verblieb an der Hochschule und hat ein weiteres Studium aufgenommen (Studiengangwechsler/innen). Rund ein Viertel (28,6 %; n = 10) hat die Hochschule verlassen und ein Studium an einer anderen Hochschule/Universität aufgenommen (Hochschulwechsler/innen).

Interessant war neben den Beweggründen für einen Studienabbruch auch der weitere Verbleib von Studienaussteigern/innen. Die Ergebnisse zeigten, dass mehr als die Hälfte der Studienaussteiger/innen (56,3 %; n = 9) in eine Erwerbstätigkeit wechselte, wobei sich fast 38 Prozent (n = 6) der Abbrecher/innen vorstellen können, zu einem späteren Zeitpunkt erneut ein Studium aufzunehmen.

Zusammenfassung

Die Studie zielte auf die Analyse des individuellen Studienverlaufs sowie des Verbleibs von Studienaussteigern/innen bzw. Studiengangwechsler/innen in ausgewählten MINT-Studiengängen über die Zeit ab. Das Studienverhalten wurde – aufgrund des geringen Stichprobenumfangs (n = 40) über den zeitlichen Verlauf – zusätzlich im Querschnitt analysiert. Hier wurden parallel zum Verbleib von Studienaussteiger/innen und Studiengangwechsler/innen auch die Gründe der Exmatrikulation erforscht. In

Projektleiter

Marco Bradshaw (M.A.), OTH mind
marco.bradshaw@oth-regensburg.de

Projektmitarbeiter/Autor

Projektgruppe OTH mind

Geldgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Verbundpartner: OTH Amberg-Weiden

Projektlaufzeit

„Studienverlaufsanalyse“: 24 Monate
Gesamtprojektlaufzeit: 42 Monate

Fördersumme

3,4 Mio. Euro für den Projektverbund

Homepage: www.oth-regensburg.de/mind

Bezug auf eine aufgenommene Berufsausbildung nach dem Studienabbruch lässt sich unter Berücksichtigung des kurzen Befragungszeitraums sowie der daraus resultierenden geringen Fallzahl eine ähnliche Tendenz wie bei Heublein et al. 2017 erkennen. Auch im Hinblick auf die Studienabbruchmotive zeigte sich sowohl in Heublein et al. 2017 als auch in der vorliegenden Studie, dass u. a. eine mangelnde Studienmotivation sowie fehlende Informationen zum Studium als wesentliche Gründe für einen Studienabbruch gelten.

Die Studie wurde im Verbundprojekt OTH mind erstellt, wobei das spezifische Arbeitspaket in Amberg-Weiden verortet war. Der vorliegende Text verweist deshalb auf die ausführliche Version der Untersuchung im Forschungsbericht 2018 der OTH Amberg-Weiden.

*OTH mind, Verbundprojekt –
Arbeitspaket „Studienverlaufsanalyse“* ■

LITERATUR

Gensch, K. & Kliegl, C. (2011): Studienabbruch – Was können Hochschulen dagegen tun? Bewertung der Maßnahmen aus der Initiative „Wege zu mehr MINT-Absolventen“. München: Bayerisches Staatsinstitut für Hochschulforschung und Hochschulplanung (IHF).
Heublein, U., Ebert, J., Hutzsch, C., Isleib, S., König, R., Richter, J. & Woisch, A. (2017): Zwischen Studiererwartungen und Studienwirklichkeit. Ursachen des Studienabbruchs, beruflicher Verbleib der Studienabbrecherinnen und Studienabbrecher und Entwicklung der

Studienabbruchquote an deutschen Hochschulen. Hannover: Deutsches Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung.
Rager, B. (2018): Der Verbleib von MINT-Studierenden in den ersten vier Hochschulsemestern – Eine Studienverlaufsanalyse (SVA) an den Ostbayerischen Technischen Hochschulen (OTH) Amberg-Weiden und Regensburg, in: OTH Amberg-Weiden: Forschungsbericht 2018, S. 119-125.

Isoliert perfundiertes Herz als physiologische Blutpumpe zur Untersuchung von Blutgerinnung in künstlichen Lungen

Bei der Langzeitanwendung von künstlichen Lungen (Extra Corporeal Membrane Oxygenation – ECMO) treten viele Komplikationen auf wie Blutgerinnung, Zellzerstörung (Hämolyse) oder Blutungsneigung der Patienten. Ob diese Komplikationen durch die mechanische Blutpumpe oder durch Strömung im ECMO entstehen, ist derzeit unklar. Um die Entstehung von Gerinnung und Hämolyse besser untersuchen zu können, wird ein Versuchsstand eines isoliert perfundierten Tierherzens entwickelt, der eine ideale physiologische Blutpumpe darstellt. Somit wird die Differenzierung von fluidmechanischen Prozessen, Biokompatibilitätsproblemen sowie Pumpen-induzierten Phänomenen ermöglicht.

Einleitung/Motivation

Jedes Jahr sterben ca. 600.000 Patienten an Lungen-erkrankungen in der EU, wovon mehr als die Hälfte der Todesfälle auf „Chronisch obstruktive Lungenerkrankung“ (COPD) zurückzuführen sind. Gegenwärtig sind 210 Millionen Menschen weltweit von dieser Krankheit betroffen und die Zahl steigt stetig an [1] [2].

Sobald die konventionelle Therapie bei Patienten mit akut lebensbedrohlichen Atemfunktionsstörungen versagt, wird meistens eine ECMO durchgeführt. Die ECMO übernimmt die Funktion des Herzens und der Lunge und unterstützt somit den Patienten, wodurch dem Herz-Kreislaufsystem mehr Zeit geben werden kann, sich zu erholen. Die ECMO-Therapie wurde ursprünglich jedoch für Kurzzeitanwendungen entwickelt. In der klinischen Anwendung zeigt sich der Trend, die ECMO langfristig für akut lungenkranke Patienten anzuwenden, wobei entsprechende Komplikationen auftreten können. Dementsprechend hoch sind mögliche Komplikationen der ECMO Langzeitbehandlung, da vermehrt Koagulation, Hämolyse, Infektionen und auch Blutungsneigung auftreten können. [3]

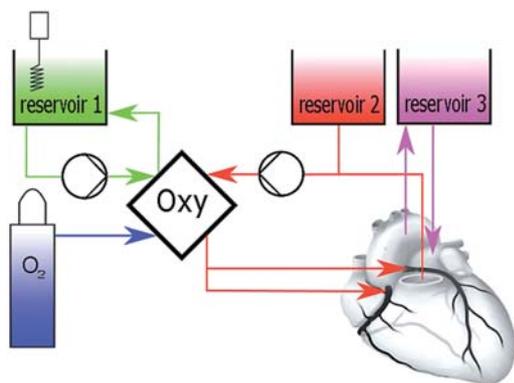


Abb. 1: Prinzipdarstellung des zugrunde liegenden Mock Loops
grün = Heizungskreislauf; rot = Blutkreislauf; lila = Versuchskreislauf;
blau = Sauerstoffversorgung

Das Ziel dieser Forschungsarbeit ist es zu untersuchen, ob die Ursache der Komplikationen in der notwendigen Blutpumpe oder im Oxygenator selber entstehen. Deshalb wird ein medizinischer ECMO Prüfstand mit einem isoliert perfundierten Herzen als Blutpumpe entwickelt. Dieser Prüfstand ermöglicht die Differenzierung des Entstehungsortes der Schäden. Da das Herz über Jahrhunderte perfekt von der Natur optimiert worden ist, kann davon ausgegangen werden, dass unter diesen physiologischen Bedingungen keine Schäden entstehen. Sofern unter diesen Versuchsbedingungen vermehrt Hämolyse auftritt und Blutgerinnung nachgewiesen werden kann, ist dies mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Indiz dafür, dass die Strömungssituation im Oxygenator als nicht optimal angesehen werden kann.

Methoden/Prüfstand

Die Verwendung eines menschlichen Herzens zu Versuchszwecken würde ein ethisch nicht akzeptables Vorgehen darstellen. Aufgrund dessen werden Schweineherzen (Abb. 1) verwendet, da diese in großen Mengen im Schlachthaus zur Verfügung stehen und oft nur ein Abfallprodukt darstellen. Da Schweineherzen eine große anatomische und physiologische Ähnlichkeit zum humanen Herzen aufweisen, stellen sie eine gute experimentelle Alternative zu humanen Herzen dar. [4]

Um das Schweineherz für die Versuche vorzubereiten, wird das Herz direkt nach der Schlachtung nach den aktuellen Leitlinien für transplantierbare Herzen behandelt. Dies erfordert eine umgehende Kühlung auf 4°C und ein Spülen der Herzgefäße mit kardiopleger Lösung. Durch das schnelle Abkühlen (sogenannte Warm-Ischämiezeit) wird der Stoffwechsel und somit auch der Sauerstoffverbrauch des Herzens erheblich reduziert, wobei insgesamt eine Ischämiezeit, also eine Zeit ohne Blutversorgung, von bis zu 4 Stunden toleriert werden kann. Im Labor wird das Herz anschließend für das Experiment vorbereitet. Dabei werden die Koronararterien vorsichtig

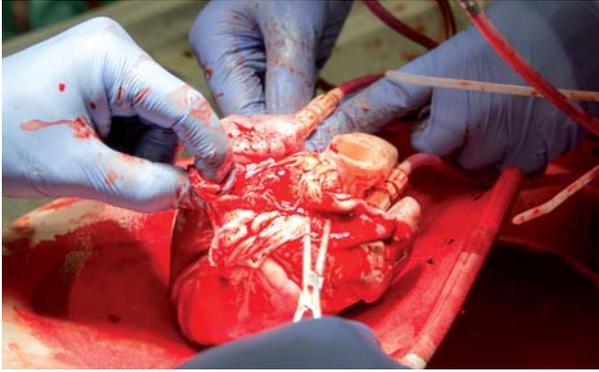


Abb. 2: Anschluss der Herzgefäße an den künstlichen Blutkreislauf

am Ansatz frei präpariert und von der Aorta abgetrennt. Die dadurch offenen Gefäßabgänge (Ostien) werden zugenäht und die linke Seite des Herzens kann als Pumpe für einen separaten, eigenständigen Testkreislauf verwendet werden. Die Koronararterien werden über einen Oxygenator (als Lungenersatz) mit der rechten Seite des Herzens kurzgeschlossen. Mit der Unterstützung einer mechanischen Pumpe und eines Oxygenators (Abb. 2), wird 37°C warmes und sauerstoffreiches Blut dem Herzen zugeführt (Abb. 3). Das Herz erwärmt sich und der Myokardmuskel beginnt wieder autonom, initiiert vom Herz-eigenen Erregungssystem, dem Sinusknoten, zu kontrahieren. Unter Umständen entsteht beim Wiedereinsetzen der Herzaktivität eine Arrhythmie, sogenanntes Herzkammerflimmern, das mit Hilfe eines Defibrillators behandelt werden kann. Der Defibrillator erzeugt dabei eine elektrische Entladung, wodurch das Herz synchronisiert wird und der Sinusknoten wieder einen physiologischen Takt vorgeben kann [5] [6].

Ergebnisse/Ausblick

Es hat sich gezeigt, dass die Erfolgswahrscheinlichkeit eines physiologisch schlagenden Herzens durch eine Verkürzung der warmen Ischämiezeit und einer sehr kurzen Aufwärmphase des Herzens auf Körpertemperatur bei der Reperfusion erheblich gesteigert werden kann. Dabei ist es zwingend notwendig, das Perfusions-Blut auf konstanten, physiologischen Parametern zu halten. Besonders wichtig sind hierbei der pH-Wert, die Temperatur, der Elektrolythaushalt und der Sauerstoff- bzw. Kohlenstoffdioxid-Partialdruck. Kleinste Abweichungen können bereits zum Misserfolg des Versuches führen. Zahlreiche Herzen konnten bereits erfolgreich reanimiert werden, wobei diese dann bis zu 60 Minuten regelmäßig kontra-

Projektleiter

Prof. Dr.-Ing. Lars Krenkel
Maschinenbau, Lehr-/Forschungsgebiet Biofluidmechanik
Regensburg Center of Biomedical Engineering (RCBE)
lars.krenkel@oth-regensburg.de

Projektmitarbeiter

Giuliano Giacoppo (B.Sc.)
giuliano.giacoppo@st.oth-regensburg.de

Projektlaufzeit: 18 Monate (MAPR)



Abb. 3: Oxygenator im Zustand der Füllung. Der Oxygenator übernimmt die Funktion der Lunge und versorgt das Herz mit sauerstoffreichem Blut durch Austausch von CO₂ mit O₂ über Fasermembranen.

hierten. Die meisten Herzen zeigten bisher jedoch nach einiger Zeit starke Einblutungen in den Herzmuskel sowie ein Entgleisen wichtiger Blutparameter, weshalb es nach einiger Zeit zum Herzstillstand kam.

Zum Erreichen der angestrebten Herzfunktionszeit von 8 h werden aktuell Prozessabläufe sowie die Überwachung und Anpassung der wichtigsten Blutparameter optimiert. Neben den technischen Verbesserungen müssen dafür u. a. auch die Abläufe bei der Herzentnahme im Schlachthaus beschleunigt werden.

Giuliano Giacoppo, Lars Krenkel
OTH Regensburg ■

LITERATUR

- [1] J. Bousquet, Global surveillance, prevention and control of chronic respiratory diseases – A comprehensive approach, Geneva: WHO, 2007.
- [2] J. Gibson, R. Lodenkemper, Y. Sibille, B. Lundbäck und M. Fletcher, Lunge und Gesundheit in Europa – Fakten & Zahlen: Zum besseren Verständnis von Lungenerkrankungen und ihrer Versorgung in Europa, Herne, Westf: FRISCHTEXTE Verlag, 2014.
- [3] J. Guttendorf, A. J. Boujoukos, D. Ren, M. Q. Rosenzweig und M. Hrvanek, „Discharge outcome in adults treated with extracorporeal membrane oxygenation,“ American journal of critical care : an official publication, American Association of Critical-Care Nurses, Bd. 23, Nr. 5, p. 365-377, 2014.
- [4] E. Chinchoy, C. L. Soule, A. J. Houlton, W. J. Gallagher, M. A. Hjelle, T. G. Laske, J. Morissette und P. A. Iaizzo, „Isolated four-chamber working swine heart model,“ The Annals of thoracic surgery, Bd. 70, Nr. 5, p. 1607-1614, 2000.
- [5] J. d. Hart, A. d. Weger, S. van Tuijl, J. M. A. Stijnen, C. N. van den Broek, M. C. M. Rutten und B. A. d. Mol, „An ex vivo platform to simulate cardiac physiology: A new dimension for therapy development and assessment,“ The International journal of artificial organs, Bd. 34, Nr. 6, p. 495-505, 2011.
- [6] M. A. Schechter, K. W. Southerland, B. J. Feger, D. Linder, A. A. Ali, L. Njoroge, C. A. Milano und D. E. Bowles, „An isolated working heart system for large animal models,“ Journal of visualized experiments : JoVE, Bd. 88, 2014.

Auswirkungen von Solvency II auf die Immobilienanlagen europäischer Versicherer

Die Studie untersucht die Auswirkungen von Solvency II auf die Immobilienanlagen europäischer Versicherer. Insbesondere für diese Akteure besteht vor dem Hintergrund noch anhaltend niedriger Zinsen und der portfoliostabilisierenden Wirkung direkter Immobilienanlagen ein akuter Bedarf, die Immobilienquoten auszubauen, auch nach der Solvency II-Einführung.

Sowohl die kurzfristigen als auch die langfristigen Zinsen befinden sich derzeit in der Nähe ihrer historischen Tiefstwerte. Da im Durchschnitt mehr als 90 Prozent der Kapitalanlagen deutscher Lebensversicherer auf fest verzinsliche Wertpapiere entfallen, stellt diese Niedrigzinsphase insbesondere Lebensversicherer vor eine große Herausforderung.

Mit den in deren Portfolien überwiegenden Staatsanleihen bester Bonität lassen sich die Garantiezinsen auf Lebensversicherungsverträge von derzeit durchschnittlich 3,2 Prozent nicht bedienen. Aus diesem Zusammenspiel sehr niedriger Anleihezinsen und vergleichsweise hoher Garantiezinsen könnte eine umfangreiche Unterdeckung für Versicherungsunternehmen resultieren. Einige Versicherer werden gezwungen sein, ihre Kapitalanlagen aus Staatsanleihen in renditestärkere Anlageklassen wie Unternehmensanleihen, Aktien oder Immobilien umzuschichten. Immobilien bieten den Vorteil, dass sie gegenüber Anleihen eine geringere Zinssensitivität aufweisen und zudem nur moderaten Marktrisiken unterliegen, zumindest verglichen mit Aktien und Unternehmensbeteiligungen. Darüber hinaus gelten die Renditeverläufe von Immobilien als relativ unabhängig von konventionellen Anlageklassen. Das bedeutet, dass sich das gesamte Anlagerisiko für ein gemischtes Portfolio bei unveränderter Renditeerwartung durch Immobilienanlagen vermindern lässt, weil die spezifischen Risiken von Immobilien nicht gleichzeitig mit jenen von Aktien oder Anleihen zum Tragen kommen.

Die Versicherungsbranche reagiert auf diese Erkenntnisse seit einigen Jahren mit dem Ausbau ihrer aus portfolioretischer Sicht noch deutlich zu niedrigen Immobilienquoten. Aktuell weisen viele Versicherungsunternehmen eine Immobilienquote von unter 5 % aus. Zahlreiche wissenschaftliche Studien legen nahe, dass die optimale Immobilienquote jedoch eher bei 15 % liegen sollte. Die bevorstehende Solvency II Reform könnte dem Trend hin zu höheren Immobilienquoten jedoch entgegenwirken: Gemäß Solvency II müssen Versicherer zum Zweck der Stärkung ihres Eigenkapitals (und damit zur Einschränkung ihrer Insolvenzwahrscheinlichkeit) risikobehaftete Bilanzpositionen – unter anderem auch Kapitalanlagen – anteilig mit Eigenkapital unterlegen. Die Höhe des geforderten Eigenkapitals (die Eigenmittelanforderung oder Solvenzkapitalanforderung) variiert dabei je nach betrachteter Anlageklassen erheblich. Ob durch diese „Ungleichbehandlung“ der Assetklassen Auswirkungen auf die Investmentstrategie der Versicherer zu erwarten sind, ist Untersuchungsgegenstand der Studie.

Die Ergebnisse zeigen im ersten Analyseschritt, dass die Europäische Aufsichtsbehörde für das Versicherungswesen und die betriebliche Altersversorgung (EIOPA) im Rahmen der Vorgaben für Solvency II das Risiko von direkten Immobilieninvestments (an dem sich die Eigenmittelanforderung stets bemisst) überschätzt. Die innerhalb der Studie nach konservativen Annahmen berechneten Value at Risk-Werte zwischen rund 13 % und

rund 18 % liegen deutlich unterhalb dem Wert von 25 %, der durch die EIOPA für die Eigenmittelanforderung an direkten Immobilienanlagen vorgeschrieben wird. Für deutsche Wohnungen liegen die von uns berechneten Werte sogar noch niedriger. Dies könnte die Anlageklasse Wohnimmobilien in Deutschland dann begünstigen, wenn eine Flexibilisierung der Standardformel möglich würde oder wenn solch eine Flexibilisierung innerhalb eines versicherungsinternen Risikomodells erreicht werden kann. Es zeigt sich zudem, dass die Immobilienanlage im Vergleich zu anderen Anlageklassen benachteiligt wird. Nur bei direkten Immobilienanlagen übersteigen die regulatorischen Eigenmittelanforderungen die tatsächlich gemessenen Values at Risk-Werte. Für alle anderen Anlageklassen wird das Risiko durch die Eigenmittelanforderung sogar eher unterschätzt.

Dieses Zwischenergebnis deckt sich mit dem Ergebnis bestehender Studien und könnte als unvorteilhaft für die Assetklasse Immobilien aufgefasst werden, sofern man davon ausgeht, dass Versicherer bei der Optimierung ihrer Portfolien als einzige Zielgröße die Minimierung der durch das Portfolio erzeugten Solvenzkapitalanforderung berücksichtigen.

Berücksichtigt man in einem zweiten – deutlich realitätsnäheren – Analyseschritt jedoch das tatsächliche Portfoliorisiko als primäre Optimierungszielgröße und berücksichtigt die durch das Portfolio erzeugte Solvenzkapitalanforderung lediglich insofern, als dass ein vorgegebenes Eigenkapitalbudget nicht zu überschreiten ist, ergibt sich ein gänzlich anderes Bild: Immobilienquoten von deutlich über 5 % sind selbst für niedrige Eigenkapitalbudgets nicht nur möglich, sondern zur Reduktion des Portfoliorisikos (beziehungsweise zur Steigerung der Portfoliorendite) zwingend nötig. Dieses Resultat setzt voraus, dass die Versicherer hinreichend kapitalisiert sind, sodass sie Handlungsspielräume zur Senkung des Anlagerisikos nutzen können und nicht ausschließlich hinsichtlich der Eigenmittelanforderung optimieren müssen.

Solvency II

Die Solvency II-Richtlinie (Richtlinie 2009/138/EG) führt weiterentwickelte Solvabilitätsanforderungen für Versicherer ein, denen eine ganzheitliche Risikobetrachtung zugrunde liegt, und stellt neue Bewertungsvorschriften hinsichtlich Vermögenswerten und Verbindlichkeiten auf, die künftig mit Marktwerten anzusetzen sind. Auf diese Weise soll das Risiko der Insolvenz eines Versicherers verringert werden. Gleichzeitig dient die Richtlinie der Harmonisierung des Aufsichtsrechts im europäischen Binnenmarkt.

Gemäß einer Erhebung der EIOPA selbst sind mehr als 75 % der europäischen Versicherer in der Ausgangslage nach Solvency II hinreichend kapitalisiert. Dazu kommt, dass insbesondere am deutschen Markt diejenigen Versicherer mit sehr starker Eigenkapitalbasis überwiegend extrem niedrige Immobilienquoten zwischen 0 % und 2 % aufweisen.

Im Resultat bedeutet dies, dass die Einführung von Solvency II zwar dafür sorgen dürfte, dass die jetzt theoretisch optimale Immobilienquote unterhalb der risiko-optimalen Immobilienquote bei Abwesenheit von Solvency II liegt, Solvency II jedoch nicht dafür sorgen sollte, dass die Immobilienquote in der Praxis in den nächsten Jahren aus Gründen der vorgeschriebenen Eigenmittel hinterlegung sinken wird. Es dürfte im Gegenteil für die meisten Versicherungsunternehmen auch nach der Einführung von Solvency II zur Realisierung effizienter Portfolien sinnvoll sein, ihre Immobilienquote spürbar zu erhöhen.

Michael Heinrich, International Real Estate Business School, Universität Regensburg ■
Prof. Dr. Tobias Just, International Real Estate Business School, Universität Regensburg ■
Prof. Dr. Thomas Schreck, OTH Regensburg ■

LITERATUR

Chun, Gregory H., Sa-Aadu, J., Shilling, James D.: The Role of Real Estate in an Institutional Investor's Portfolio Revisited. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, Vol. 29, Nr. 3, S. 295-320 (2004)
 Craft, Timothy M.: The Role of Private and Public Real Estate in Pension Plan Portfolio Allocation Choices, in: *Journal of Real Estate Portfolio Management*, Vol. 17, Nr. 1, S. 17-23 (2001)
 Hoesli, Martin, Lekander, Jon, Witkiewicz, Witold: Real Estate in the Institutional Portfolio: A Comparison of Suggested and Actual Weights. *The Journal of Alternative Investments*, Vol. 6, Nr. 3, S. 53-59 (2003)

Hoesli, Martin, Lekander, Jon, Witkiewicz, Witold: International Evidence on Real Estate as a Portfolio Diversifier. *Journal of Real Estate Research*, Vol. 26, Nr. 2, S. 161-206 (2004)
 Lee, Stephen, Stevenson, Simon: Real estate in the mixed-asset portfolio: the question of consistency. *Journal of Property Investment & Finance*, Vol. 24, Nr. 2, S. 123-135 (2006)
 Ziobrowski, Brigitte J., Ziobrowski, Alan J.: Higher Real Estate Risk and Mixed-Asset Portfolio Performance. *Journal of Real Estate Portfolio Management*, Vol. 3, Nr. 2, S. 107-115 (1997)

ANZEIGE

www.klebl.de

DER BAUPARTNER IN DEUTSCHLAND



Klebl GmbH · Gößweinstraße 2 · 92318 Neumarkt i.d.OPf. · Telefon (09181) 900-0 · klebl@klebl.de



Gebäude und Infrastruktur

Der Bereich Gebäude und Infrastruktur beschäftigt sich mit der Betrachtung von Siedlungsstrukturen und Gebäuden im baulichen, sozialen und gesellschaftlichen Kontext und untersucht deren (infra-)strukturelle Zukunftsfähigkeit und baukulturelle Relevanz. Eine entscheidende Rolle spielt hierbei auch die interdisziplinäre Vernetzung der Forschenden, um verschiedenste Aspekte von althergebrachten wie neuartigen Lebensformen und -ansätzen im Lebenszyklus von Gebäuden miteinander zu vereinen.

Optimierung der Energieflüsse im Wohngebäudebestand durch thermisch-dynamische Simulation

Die Energiewende eröffnet neue Handlungsfelder in der Gebäudesanierung. Ein Aspekt ist die Betrachtung der Gebäude auf Quartiersebene. Hier können Synergieeffekte bezüglich Energiebedarf und CO₂-Reduzierung genutzt werden. Es werden soziale Aspekte (z. B. Stadtentwicklung) mit technischen Themen, d. h. einer effizienten Versorgungstechnik und innovativen Konstruktionen der Gebäudehülle in Form solaraktiver Putzsysteme, miteinander verknüpft. Ziel der Studie ist es, die Potenziale und Grenzen für die Optimierung der Energieflüsse mittels thermisch-dynamischer Simulation darzustellen.

Der Wohngebäudebestand in Deutschland soll bis 2050 nahezu klimaneutral sein, um so nicht länger die Erwärmung der Erde durch CO₂-Emissionen zu unterstützen [1-4]. Hier hat sich das Quartier als Umsetzungsebene der energetischen Gebäudesanierung, mit Ziel sinkende Verbrauchswerte im Gebäudebereich zu erreichen, sehr gut bewährt [5]. Neben den umwelt- und klimapolitischen Zielsetzungen (Energieeffizienz, Verwendung von erneuerbaren Energien) treffen in der Gebäudemodernisierung soziale Herausforderungen (niedrige Wohnkosten, demographischer Wandel, ausreichender und funktionell geeigneter Wohnraum) aber auch denkmalpflegerische Ansprüche aufeinander. Die genossenschaftliche Siedlung Margaretenau in Regensburg, nahe dem OTH-Standort Prüfeningener Straße, zeigt all diese Probleme auf. Besondere Merkmale der Wohnsiedlung sind neben dem historischen Quartierscharakter (Abb. 1) die geringen Nettomieten sowie lange Nutzungsphasen der Wohnungen und ein hohes Durchschnittsalter der Nutzer. Zu dem Quartier gehören 84 Wohngebäude, welche größtenteils im Geschossbau, aber auch in Reihenhauserform zwischen 1919 und 1969 errichtet wurden. Die Siedlung weist mit derzeit 353 Wohneinheiten eine Gesamtwohnfläche von ca. 24.000 m² auf, die sich größtenteils im energetischen Urzustand befinden.



Abb. 1: Südsicht der Margaretenau 36 mit historischem Glockenturm, Quartier Margaretenau

Einzelne vorangegangene bauliche Maßnahmen (z. B. Austausch der Fenster) wurden in einer Bestandsanalyse aufgenommen und im Zuge der energetischen Bewertung der einzelnen Gebäude berücksichtigt. Für die Analyse der Energiewerte wurden die einzelnen Gebäude der Margaretenau in sieben Cluster (Abb. 2) unterteilt, um so Kennzahlen bezüglich der Verbrauchswerte in diesen Zonen zu ermitteln. Der Endenergieverbrauch des Quartiers Margaretenau wurde nach dem Berechnungsverfahren der DIN 4108-6/DIN V 4701 erbracht und beläuft sich auf ca. 5,5 GWh/a. Der spezifische Endenergiewert der 84 Gebäude liegt bei 181,7 kWh/(m²a) und zeigt somit den Handlungsbedarf hinsichtlich der energetischen Sanierung der Gebäude auf. Für die Entwicklung eines nachhaltigen Zukunftskonzepts wurden hier die Themenfelder bauliche Maßnahmen, Energieerzeugung- und Verteilung sowie Kosten und Ökologie des Quartiers erarbeitet und die Umsetzungshemmnisse und Synergieeffekte dargestellt. In Bezug auf die zu erwartende Energieeinsparung und die Investitionskosten wurden dabei verschiedene bauliche Maßnahmen (z. B. Dämmung der obersten Geschosssdecke, Erneuerung der Bestandsfenster) ausgewertet. Um den historischen Charakter der Margaretenau zu wahren, wird hinsichtlich der Ertüchtigung der Gebäudehülle eine Innendämmung an denkmalwerten Fassaden, sowie eine an der Dachentwässerung angepasste Außendämmung an den weiteren Bauten empfohlen. Die Feuchteproblematik in den Kellergeschossen der Bestandsgebäude kann durch die Installation einer thermischen Feuchtigkeitssperre in den Außenwänden behoben werden. Mit dem Ziel einer hohen Einsparung an Primärenergie und CO₂-Emission wurden verschiedene Konzepte hinsichtlich Energieerzeugung (Luft-Wärmepumpe, BHKW, Pelletheizung, Gas, Photovoltaik) und Energieverteilung für das Quartier entworfen. Dabei sind für das genossenschaftliche Quartier die wirtschaftlichen Aspekte (Investitionskosten, Wartungsaufwand) und sozialen Anforderungen (Vermeidung von Entmietungen) sowie die Analyse von rechtlichen Grundlagen, etwa hinsichtlich der Energieeinspeisung in das öffentliche Stromnetz, von großer Wichtigkeit.



Abb. 2: Einteilung des Quartiers in sieben Cluster hinsichtlich der Energiedichteanalyse

Unter anderem werden an einem Bestandsgebäude in der Lindenstraße im Forschungsprojekt MAGGIE unter Leitung von Professor Oliver Steffens in Kooperation mit der Franken Maxit GmbH & Co. und der Universität Bayreuth innovative solaraktive und solaradaptiven Putzsysteme entwickelt, die mittels „Eisbärenfellprinzip“ die vorhandenen Bestandswände als Wärmespeicher nutzen und den solaren Ertrag optimieren. Hierfür wird ein Wandmodell in der Gebäudesimulationssoftware IDA ICE programmiert, mit dem Ziel, die Grenzen für die Optimierung der Energieflüsse mittels thermisch-dynamischer Simulation bei der Verwendung von solaroptimierten Putzsystemen darzustellen. Dabei ist die Betrachtung des Wärmetransports und des Speichervermögens der Wand-

modelle sowie die Implementierung der materialspezifischen Abstrahl- und Absorptionscharakteristik auf Basis winkel- und wellenlängenabhängigen Ab- bzw. Einstrahlung für bestimmte Schichtdicken der Baustoffe von hoher Bedeutung.

Innovative technische Lösungen sind gerade für den Gebäudebestand notwendig, sodass auch historisch wertvolle Fassaden bzw. Gebäude ohne Denkmalschutz bewahrt und die klimapolitischen Ziele der Bundesregierung erreicht werden können. Die 1D-Gebäudesimulation mit IDA ICE ist hier ein hilfreiches Instrument, um dynamische Zusammenhänge der Energieflüsse darzustellen und zu bewerten.

Andreas Schnabl, Oliver Steffens
OTH Regensburg ■

Projektleiter

Prof. Dr. Oliver Steffens
Allgemeinwissenschaften und Mikrosystemtechnik
Regensburg Center of Energy and Resources (RCER)
oliver.steffens@oth-regensburg.de

Projektmitarbeiter

Andreas Schnabl (B.Eng.)
andreas2.schnabl@oth-regensburg.de

Geldgeber

Technologie- und Wissenschaftsnetzwerk Oberpfalz (TWO)
über das RCER

Kooperationspartner

Luxgreen Climadesign, Regensburg

Projektlaufzeit: 18 Monate

Fördersumme: 44.200 Euro

Kenndaten: Historisches Stadtquartier Margaretenau, Regensburg

- genossenschaftliche Siedlung
- Entstehungszeit 1919-1969
- Namensherkunft: Margarete Clementine Maria von Thurn & Taxis (* 6. Juli 1870 / † 2. Mai 1955)
- Gesamtfläche: ca. 24.000 m²
- 84 Wohngebäude (Geschossbau, Reihenhäuser)
- aktuell 353 Wohneinheiten

LITERATUR

- [1] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Hrsg.). 6. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung. Berlin, 2011.
- [2] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.). Mehr Aus Energie machen. Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz (Nape). Berlin, 2014.
- [3] Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.). Zukunfts-
- stadt: Strategische Forschungs- und Innovationsagenda (Fina) Der Nationalen Plattform Zukunftsstadt (Npz). Berlin, 2015.
- [4] Die neue Hightech-Strategie der Bundesregierung. Berlin, 2016.
- [5] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Energetische Stadtsanierung in der Praxis, Teil 2, Berlin, 2015, P. 4.

Performance-Based Seismic Design of Perimeter Diagrid Systems

This paper discusses a displacement-based methodology for the seismic design of diagonal grid (diagrid) systems. The methodology is applied to the preliminary design of a 24-story building located in the Lake Zone of Mexico City. It is concluded first, that the proposed methodology yields diagonal grid systems that adequately satisfy predefined deterministic performance levels; and second, that perimeter diagonal grid systems are an attractive option to provide seismic resistance to tall buildings located in high seismicity zones.

Introduction

Figures 1 and 2 show a cylindrical perimeter diagrid. A diagrid does not have vertical members (columns), since its diagonal members support simultaneously the vertical and lateral loads acting on it. The disposition of structural members as triangles results in a structural behavior dominated by axial stresses and deformations. Moon et al. (2007) indicate that in high-rise buildings, the angle of inclination of the diagonals with respect to the plan of the floor system should be in a narrow range of values centered at about 70°. The possibilities offered by diagrid systems in terms of combining aesthetic expression, versatility and structural efficiency, have been thoroughly discussed by Mele et al. (2014).

Displacement-based Design

The level of structural and nonstructural seismic damage in buildings is a direct consequence of their lateral deformation. Innovation in earthquake-resistant design has focused on the conception, design and construction of structural systems that are capable of adequately controlling their lateral deformation during seismic events of different intensity. This has led to the formulation of displacement-based design methodologies, that usually follow five steps; A) A qualitative definition of adequate performance is established through the explicit consideration of acceptable levels of damage in the building; B) Performance is quantified by establishing, in terms of interstory drift index ($ID_{i,max}$), lateral deformation thresholds consistent with the acceptable levels of damage; C) The value of $ID_{i,max}$ is used to determine the maximum lateral displacement demand at the rooftop (δ_{max}); D) A target value for the fundamental period of vibration of the building (T_{tar}), is established as a function of (δ_{max}); E) The sizes of the structural elements of the building are established in such a manner that the fundamental period of vibration of the building is as close as possible to T_{tar} .

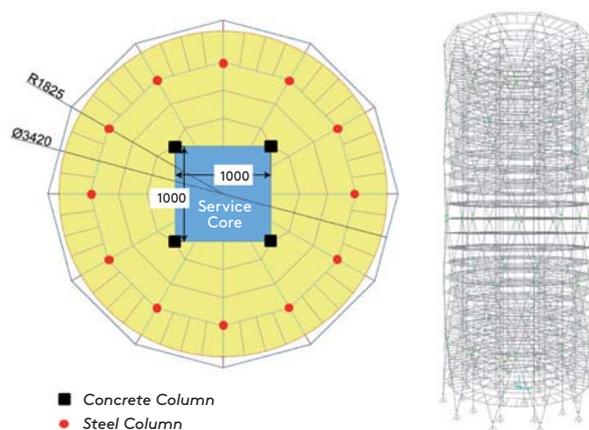


Fig. 1: 24-story building under consideration, plan view and 3D model

Stories	Required Area [cm ²]
21-24	146
17-20	291
13-16	436
9-12	582
5-8	727
1-4	873

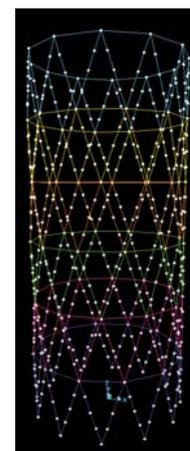


Fig. 2: Areas of diagonal members

Displacement-based Methodology

Terán et al. (2017) offer a detailed discussion on a displacement-based methodology for the seismic design of buildings conformed by internal gravitational frames and a perimeter diagrid. In terms of modeling, the methodology assumes that; A) The slabs of the floor system act as rigid in-plane diaphragms; B) The frames support most of the gravitational loads; and C) The total required lateral stiffness of the building is provided by the diagrid. The performance of the building is considered satisfactory if the gravitational frames comply with the Immediate Occupancy performance level, and the diagrid system can be easily repaired after the occurrence of the design ground motion.

To establish the design ground motion, a set of 10 motions was considered. The motions are intended to reflect the characteristics of the motion recorded during September 1985 at the Secretaría de Comunicaciones y Transportes site. Figure 1 shows the geometric and structural configurations of a 24-story building. The building has a total height of 84m. A992Fy50 steel was used for the diagonal members of the perimeter diagrid, which have an angle of inclination of 71.40°. It was decided to use reinforced concrete frames to structure the service core of the building, and steel moment-resisting frames for the rest of the gravitational system. Steel decks were provided to all stories.

To achieve the targeted performance, ID_{max} was assumed equal to 0.01. According to the displacement-based methodology, δ_{max} is equal to 70 cm, and T_{tar} equal to 1.65s. Figure 2 summarizes the areas established for the diagonal members of the diagrid.

A nonlinear static analysis of a three-dimensional model of the 24-story building was carried out. Inelastic behavior is first developed in the diagrid at a roof displacement of 43 cm. The gravitational system does not develop damage until the roof displacement is close to 70 cm. To

Projektleiter

Prof. Dr.-Ing. Andreas Maurial
Bauingenieurwesen
Labor Konstruktiver Ingenieurbau
andreas.maurial@oth-regensburg.de

Kooperationspartner

Prof. Dr. Amador Terán Gilmore, Ph.D.
Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Azcapotzalco
Ciudad de México

evaluate the seismic performance of the 24-story building, a series of nonlinear time-history analyses were carried out. A roof displacement demand of 68 cm was estimated, which is slightly smaller than the design threshold of 70 cm. The largest value of interstory drift is close to 0.009, which is slightly smaller than the design threshold of 0.010. As a result, the gravitational system achieves the Immediate Occupancy performance level, and the diagrid develops low levels of structural damage.

Conclusions

Diagrid systems exhibit a notable capacity to control the lateral response of earthquake-resistant buildings. They constitute an attractive option, from the point of views of sustainability and structural security, to conform the structural system of tall buildings located in high seismicity zones. A displacement-based methodology can be used for their seismic design.

Amador Terán Gilmore, UAM-A Mexico City ■

Andreas Maurial, OTH Regensburg ■

Samuel Roeslin,

University of Auckland/OTH Regensburg ■

REFERENCES

Mele E., Toreno M., Brandonisio G., and De Luca A. (2014), „Diagrid structures for tall buildings: case studies and design considerations”, *The Structural Design of Tall and Special Buildings*, 23, 124-145.
Moon K-S., Connor J.J. and Fernandez J.E. (2007), „Diagrid structural systems for tall buildings: characteristics and methodology for preliminary design”, *The Structural Design of Tall and Special Buildings*, 16, 205-230.

Terán Gilmore A., Roeslin S., Quiroz Ramírez A., Cuadros Hipólito E. and Olivera González J. (2017), „Displacement-based preliminary design of diagrid systems”, *XVI World Conference on Earthquake Engineering*, Paper No. 574.

Sanierungsplanung im Denkmalbestand mittels thermischer Gebäudesimulation

Im Rahmen der Sanierungsvorbereitung für das vom deutschen Architekten Hans Scharoun erbaute „Haus Schminke“ (1930 – 1933) in Löbau, Sachsen, kooperiert das Forschungscluster 'Nachhaltiges Bauen und historische Bauforschung' (NBHB) der OTH Regensburg mit der Stiftung Haus Schminke. Um die Reaktionen des Gebäudes auf Veränderungen durch Sanierungsmaßnahmen vorab untersuchen zu können, wird ein möglichst realitätsnahes thermisches Gebäudesimulationsmodell erstellt. Dadurch wird ersichtlich, dass Eingriffe zur Verbesserung der Energieeffizienz des Gebäudes weitreichende Auswirkungen auf das Innenraumklima und die Bausubstanz haben können.



Abb. 1: Gartenansicht Haus Schminke
Foto: Katharina Sauer, OTH Regensburg, 2016

Die Sanierungsplanung im Denkmalbestand stellt eine besondere Herausforderung dar: Zum einen dürfen die Denkmalwerte nicht beeinträchtigt werden, zum anderen soll eine zeitgemäße Nutzung ermöglicht und Unterhaltskosten reduziert werden. Die Möglichkeiten einer energetischen Modernisierung im Denkmalbestand sind im Vergleich zu herkömmlichen Gebäuden sehr gering und bedürfen daher einer genauen Vorplanung.

Mittels thermischer Gebäudesimulation lassen sich im Rahmen einer Sanierungsplanung verschiedenste Maßnahmen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf das bestehende Gebäude vorab untersuchen. Anhand mathematischer Modelle können Aussagen über das Einsparungspotenzial für Heiz- und Kühllasten, Veränderungen im Raumklima und der Behaglichkeit getroffen werden. Bereits geringe Veränderungen der Bausubstanz oder des Luftwechsels können erhebliche Auswirkungen auf die Bauklimatik haben. Die Simulation macht diese sichtbar und Bauschäden durch unsachgerechte Sanierung können vermieden werden. Die Genauigkeit des Modells ist

abhängig von der Qualität der eingegebenen Parameter wie z. B. Wärmedurchgangskoeffizienten, Luftwechselrate, Verglasungswerte und Verschattungen. Um die Genauigkeit zu erhöhen, bietet sich bei Bestandsgebäuden an, vorab ein Monitoring des Innenraumklimas durchzuführen, anhand dessen sich das Simulationsmodell kalibrieren lässt.

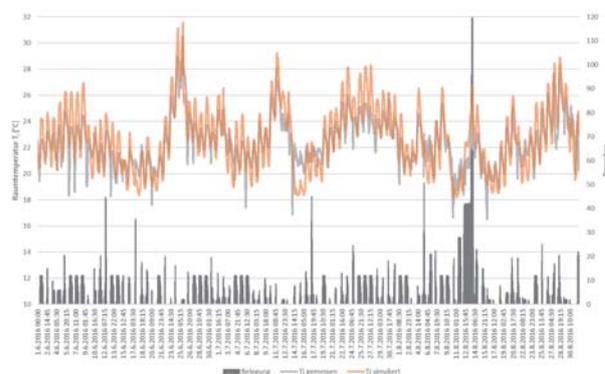


Abb. 2: Temperaturverlauf im Sommer für Messung und Simulation in Halle Erdgeschoss. © Sandra Schmid, Felix Wellnitz, OTH Regensburg, 2018

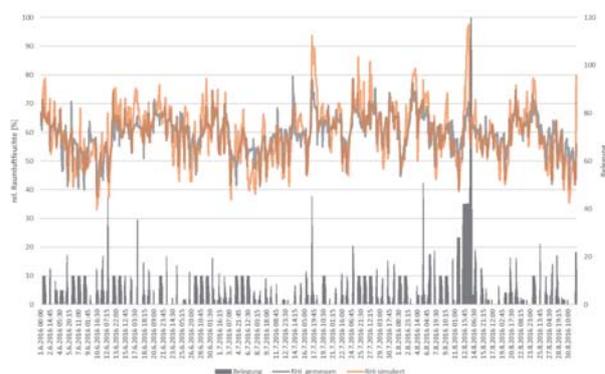


Abb. 3: Verlauf relative Raumluftfeuchte im Sommer für Messung und Simulation in der Halle im EG. © Sandra Schmid, Felix Wellnitz, OTH Regensburg, 2018

Für die Sanierungsplanung im „Haus Schminke“, erbaut von 1930 bis 1933 für den Nudelfabrikanten Schminke und dessen Familie von Hans Scharoun (dt. Architekt 1893-1972) in Löbau, wurde ein solches Monitoring durchgeführt und eine thermische Gebäudesimulation erstellt. Von Februar 2016 bis Januar 2018 ermittelte die OTH Regensburg mit 20 Datenloggern Innenraumtemperaturen, relative Raumluftfeuchten und Oberflächentemperaturen in ausgewählten Räumen. Die Auswertung der Messwerte ergab, dass die bisherige Nutzung des Hauses als Museum und Veranstaltungsort keinerlei Einfluss auf Feuchteschäden an kritischen Konstruktionspunkten hatte. Allerdings zeigt sich, dass Besuchergruppen einen weitaus größeren Einfluss auf die relative Luftfeuchte haben als auf die Raumtemperatur. Zudem scheint das denkmalgeschützte Haus die heute gültigen Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz nach DIN 4108-2 zu erfüllen und kann daher durchaus als behaglich eingestuft werden. [1,2]

Für die Erstellung des thermischen Simulationsmodells wurde das Programm IDA ICE verwendet. Zur Eingabe der Parameter wurden Norm- und Real-Werte verwendet. Der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) der Außenwand wurde im Rahmen einer Bachelorarbeit [3] messtechnisch ermittelt, ebenso wurde die Luftwechselrate näherungsweise rechnerisch in einer Projektarbeit [4] bestimmt. Interne Wärmeeinträge durch Besucher sind mit den tatsächlichen Besucherdaten der Stiftung Haus Schminke hinterlegt.

Die Kalibrierung des Modells zeigte, dass die gemessene Innenraumtemperatur im Haus Schminke sehr gut nachgebildet werden kann. Vor allem in den Sommermonaten gibt es kaum Abweichungen. Im Winter hingegen können die Temperaturschwankungen nicht ausreichend nachgebildet werden, da der im Simulationsprogramm hinterlegte Heizungsregler Temperaturschwankungen, im Vergleich zur realen Anlage, zu genau ausgleicht.

Die Nachbildung der relativen Luftfeuchte in den Räumen erwies sich als weitaus schwieriger. Denn die Speichereigenschaft der Konstruktion und die Geschwindigkeit des Ein- und Auslagerns spielen hierbei eine entscheidende Rolle. Durch das Anpassen der Lüftungsintervalle der Fenster konnte dennoch eine gute Nachbildung erzielt werden.

Projektleiter

Prof. Dr.-Ing. Felix Wellnitz
Architektur, Fachgebiet Gebäudesanierung/Raumklima
felix.wellnitz@oth-regensburg.de

Projektmitarbeiterin

Sandra Schmid (B.Eng.)
sandra1.schmid@oth-regensburg.de

Geldgeber

Technologie- und Wissenschaftsnetzwerk Oberpfalz (TWO)
Regensburg Center for Energy and Resources (RCER)

Kooperationspartnerin

Stiftung Haus Schminke, vertreten durch Dipl.-Ing. M.Sc. Claudia Muntschick, gefördert von Bund, dem Land Sachsen und der Deutschen Stiftung Denkmalschutz mit insgesamt 220.000 Euro

Projektlaufzeit: 20 Monate

Fördersumme: 670.000 Euro vom TWO/RCER

Homepage

<https://www.oth-regensburg.de/professoren-profilseiten/professoren-a/prof-dr-felix-wellnitz/forschung.html>

Die These, dass Besucher die relative Raumluftfeuchte im Haus weitaus mehr beeinflussen als die Raumlufttemperatur, wird durch die thermische Simulation gestützt. Bei reduziertem Luftwechsel steigt somit das Risiko der Schimmelbildung, da anfallende Feuchte nicht mehr ausreichend abtransportiert werden kann. Bei großen Veranstaltung im Haus muss daher besonders auf eine ausreichende Belüftung geachtet werden.

Die Untersuchungen am Haus Schminke zeigen, dass eine thermische Gebäudesimulation gerade im Denkmalbestand sehr sinnvoll ist, da bereits kleinste Änderungen gravierende Auswirkungen auf die sensible Bauklimatik historischer Gebäude haben können. Mit den heute zur Verfügung stehenden mathematischen Modellen lassen sich diese bereits im Vorfeld untersuchen und gewährleisten eine fachgerechte Abwägung zwischen Energieeffizienz und Bautenschutz.

Sandra Schmid, Felix Wellnitz
OTH Regensburg ■

LITERATUR

- [1] Schmid S., Muntschick C., Wellnitz F.: Licht, Luft und Sonne – das Haus Schminke von Hans Scharoun. Die nachhaltige und denkmalgerechte Ertüchtigung einer Ikone der Moderne in Zeiten von Klimawandel und Ressourcenknappheit. In: Fraunhofer IRB Verlag (Hrsg.): Bausubstanz. Jahrgang 8, Heft 1. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2017.
- [2] Schmid S.: Haus Schminke – The sustainable refurbishment of a modernist icon: Analysis of monitoring data. OTH Regensburg, 2017.
- [3] Fischenich J.: Ermittlung des U-Wertes von Bestandsgebäuden – Haus Schminke, Löbau. OTH Regensburg, 28.2.2018.
- [4] Fischenich J.: Luftdichtheit – Haus Schminke. OTH Regensburg, 2017.

Simulationsmodell für den Feuchtetransport und die Feuchtespeicherung in Beton

Einschränkungen in der Langlebigkeit von Beton sind oft mit dem Feuchtetransport im Porensystem verbunden. Für die Vorhersage des Feuchtehaushalts in Tunnelinnenschalen unter instationären Randbedingungen wurde ein Simulationsmodell entwickelt. Der Entwicklungsprozess umfasst dabei die Bestimmung von wichtigen Materialparametern und die Validierung an Daten, die durch eine Langzeitmessung sowohl an der Oberfläche als auch in Kavitäten in Tunnelinnenschalen gemessen wurden. Eine Vorstudie beschreibt den Einfluss von einzelnen Materialparametern auf den Wassergehalt im Baustoff.

Hohe Feuchtegehalte in Beton können im Brandfall durch den raschen Temperaturanstieg und hoher Dichtigkeit der Matrix in Tunnelinnenschalen zu explosiven Abplatzungen von Betonbauteilen und somit zu schweren Schädigungen der Bauwerkskonstruktion führen. Soll das Risiko für explosives Abplatzen von Betonteilen reduziert werden, so ist es unumgänglich, frühzeitig hohe Feuchtegehalte zu detektieren, um Gegenmaßnahmen einleiten zu können. Die Erkennung gefährdeter Tunnelabschnitte, welche im Brandfall eine erhöhte Beständigkeit aufweisen müssen, da die Tragfähigkeit des Tunnels erhalten werden muss, wird durch das entwickelte Vorhersagemodell ermöglicht. Wenn die Innenschale geringe Feuchtegehalte aufweist, ist der Beton ausreichend brandbeständig, wohingegen bei höheren Feuchtegehalten Gegenmaßnahmen getroffen werden müssen. Eine mögliche Gegenmaßnahme ist das Aufbringen einer Brandschutzschicht. Die Planung von Schutzmaßnahmen setzt jedoch eine hohe qualitative und quantitative Verlässlichkeit der Vorhersage des Feuchtegehalts voraus. [1,2]



Abb. 1: Nordportal des Inntaltunnels. Foto: D. Sindesberger

Das komplexe System des Feuchtehaushalts kann von einer Vielzahl von Parametern beeinflusst werden. Es ist daher nötig, die Problemstellung umfassend zu betrachten. Für die Erstellung eines Prognosetools müssen neben den materialspezifischen Parametern, wie etwa der Feuchtespeicherfunktion und der Porosität, die sich zunächst auf die Ausgangsstoffe der verwendeten Betonrezeptur zurückführen lassen, die anliegenden instationären Klimarandbedingungen erfasst werden. Zudem wird der Feuchtehaushalt durch chemische Prozesse, insbesondere Versalzung und Karbonatisierung, beeinflusst. Die Anwendung einer numerischen Software zur Bestimmung des Feuchtegehalts für das Spezialanwendungsgebiet Tunnelinnenschalen liefert jedoch Abweichungen von den erhobenen Messdaten. Die komplexen Zusammenhänge zwischen Materialeigenschaften sowie Umwelteinflüssen und vor allem die Ungewissheit der exakten Betonrezeptur sind Ursachen für die Abweichungen. [3]

Innerhalb des Forschungsvorhabens wurde durch Simulation eine Parameterstudie durchgeführt, welche hygrische Kenngrößen und deren Auswirkung auf den Gesamtwassergehalt beschreibt. Dadurch konnte die

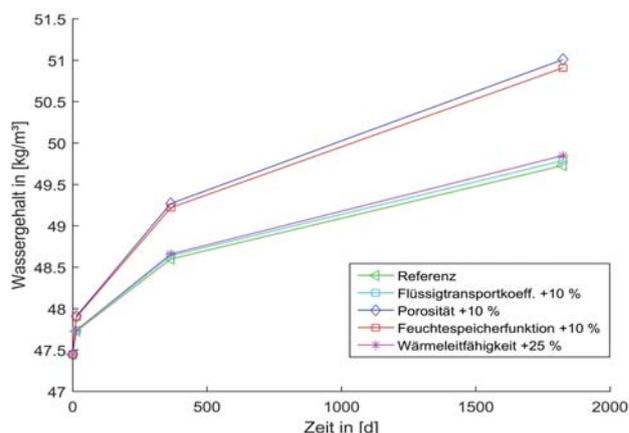


Abb. 2: Einfluss verschiedener Materialeigenschaften auf den Wassergehalt

Feuchtespeicherfunktion, die das gespeicherte Wasser im Baustoff in Abhängigkeit der anliegenden relativen Luftfeuchte beschreibt, als einflussreichste Größe bestimmt werden. Andere Parameter wie etwa die Flüssigtransportkoeffizienten und der Wasserdampfdiffusionswiderstand verfügen über eine untergeordnete Rolle bei dem sich unter instationären Bedingungen ergebenden Wassergehalt.

Um das erzeugte Modell und die gewonnenen Simulationsdaten auf ihre Richtigkeit zu überprüfen, wurde in dem untersuchten Tunnel ein Messsystem appliziert. Dabei wurden Sensoren in Bohrlöcher mit unterschiedlichen Tiefen eingesetzt. Anschließend wurden die Sensoren vertikal gegen einen Luftaustausch abgedichtet. Die relative Feuchte in der Kavität steht dabei im Gleichgewicht zum Wassergehalt im Beton. Die Kalibrierung des Messsystems wurde in einer Exsikkator-Versuchsanordnung durchgeführt, bei dem die Sensoren in Betonprüfkörper eingesetzt und einer vorgegebenen relativen Feuchte ausgesetzt wurden. Der Partialdruck innerhalb des Betonprüfkörpers (Kavität) und in der Umgebung (Exsikkator) nähern sich dabei solange an, bis keine Druckunterschiede vorhanden sind. Aufgrund der erhöhten Anzahl an Ionen im Beton (etwa durch das alkalische Milieu) weichen die vom Sensor ermittelten Werte für die relative Feuchte von den tatsächlichen ab. Diese Abweichung kann durch eine Off-Set-Korrektur relativiert werden.

Die erzielten Genauigkeiten der gemessenen und simulierten Kavitätsfeuchte sind in Abbildung 3 illustriert. Dabei beginnt die Simulation am Jahresanfang (Stunde 0) und endet mit dem 31.12. (Stunde 8760). Die im Bauteil auftretenden Feuchteschwankungen werden in der Simulation abgebildet. Abweichungen in der Höhe der Schwankungen können durch die unterschiedlichen Wasseraufnahmekoeffizienten erklärt werden. Um die Feuchteschwankungen der Berechnung näher an die Messdaten anzugleichen, muss der Wasseraufnahmekoeffizient aus einer Bohrkernprobe ermittelt werden. Zudem ist ein Off-Set zwischen Messung und Simulation in der Höhe für die Kavitätsfeuchte vorhanden. Dies führt zur Notwendigkeit weiterer Kalibrierversuche um den Off-Set genauer bestimmen zu können.

Projektleiter

Prof. Dr. Oliver Steffens
 Regensburg Center of Energy and Resources (RCER)
 Kompetenzzentrum Nachhaltiges Bauen
 oliver.steffens@oth-regensburg.de

Projektmitarbeiter

Sebastian Malz (M.Sc.)

Geldgeber

Technologie- und Wissenschaftsnetzwerk Oberpfalz (TWO)

Projektlaufzeit: 18 Monate

Fördersumme: 33.300 Euro

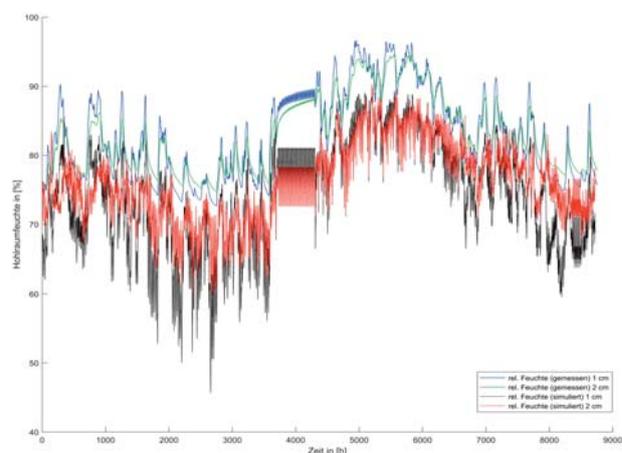


Abb. 3: Vergleich der simulierten und gemessenen Hohlraumfeuchte in den Tiefen 1 cm und 2 cm

Zusammenfassend bietet das Simulationsmodell die Grundlage, um die Feuchtespeicherung und den Feuchtetransport in Tunnelinnenschalen anhand des gemessenen anliegenden Außenklimas zu ermitteln. Durch die Messung von Feuchtespeicherfunktion und dem Wasseraufnahmekoeffizienten können Feuchteprofile in unterschiedlichen Betontiefen in hoher Übereinstimmung zu den vorhandenen Messdaten erzeugt werden.

Sebastian Malz, Oliver Steffens
 OTH Regensburg ■

LITERATUR

- [1] F. Dehn Et Al., „Brand-Abplatzungsverhalten – Faserbeton in Straßentunneln“, Gesellschaft für Materialforschung und Prüfanstalt für das Bauwesen Leipzig GmbH, Bericht der Bundesanstalt für Straßenwesen, Brücken- und Ingenieurbau, Heft B 73.
- [2] R. Jansson, „Fire Spalling of Concrete, Theoretical and Experimental Studies“, Ph. D. Thesis, Kth Architecture and the Built Environment, Kth Royal Institute of Technology, Stockholm, 2013.
- [3] M. Thiery Et Al., „Effect of Carbonation on the Microstructure and Moisture Properties of Cement-Based Materials“, International Conference on Durability of Building Materials and Components Porto, Konferenzbeitrag, Portugal, April 2011.

Information und Kommunikation

Im Fokus von Information und Kommunikation steht die gesamte Bandbreite der Kommunikation von Mensch zu Mensch ebenso wie die Mensch-Maschine-Interaktion oder auch diejenige innerhalb rein technischer Systeme. Dabei ist eine ganzheitliche Betrachtung der Ressourcen und Prozesse notwendig, um IT-Sicherheitsstrukturen auf- und auszubauen. Neben Themen der Sicherheit in Systemen und Netzen stehen verschiedenste Konzepte und Anwendungen zur Datenverarbeitung beispielsweise für Logistik oder Robotik im Zentrum unserer Forschungsaktivitäten.

Eye Movement Patterns im Software Engineering

Heutzutage spielt Software eine immer größere Rolle. Unsere moderne Gesellschaft nutzt sie mittlerweile routinemäßig im Alltag. Wir werden vom Wecker unseres Smartphones geweckt, fahren mit teilautonomen Fahrzeugen in die Arbeit und führen im Berufsalltag diverse Operationen mit unseren PCs aus. Kurzum: Software hat in allen Bereichen unseres Lebens Einzug gehalten. Doch wie wird sichergestellt, dass all diese Programme auch funktionieren? Wie gehen Programmierinnen und Programmierer bei der Qualitätssicherung vor? Diesen und weiteren Fragen kam das LaS³ unter Einsatz modernster Eye-Tracking-Technologie nach.

Einleitung

Das Laboratory for Safe and Secure Systems (LaS³) beschäftigt sich bereits seit 2015 im Rahmen des Projekts EVELIN mit der Forschungskombination von Pädagogik, Psychologie und Software Engineering. Als zentrale Erhebungsmethode werden dabei die Augenbewegungen von Programmierinnen und Programmierern mit einem Eye-Tracker erfasst und ausgewertet [1,2,3,4].

Die jüngsten Ergebnisse legen nahe, dass das Lesen von Sourcecode mit spezifischen Augenbewegungen einhergeht, die je nach der zu erledigenden Aufgabe und des Erfahrungslevels stark variieren können.

Der Einfluss von Expertise auf die Augenbewegungen

In einer ersten Studie [1] im Jahr 2016 wurden 15 Anfänger und neun fortgeschrittene Programmierer rekrutiert, um C-Codes zu reviewen und zu analysieren, ob diese fehlerbehaftet sind oder einen Output ausgeben. Dabei wurden alle Augenbewegungen mit einem SMI 250Hz Eye-Tracker aufgezeichnet, der auch schnellste Augenbewegungen erfassen kann.

Im Rahmen der Datenauswertung zeigte sich, dass die Fortgeschrittenen deutlich besser darin sind Fehler zu

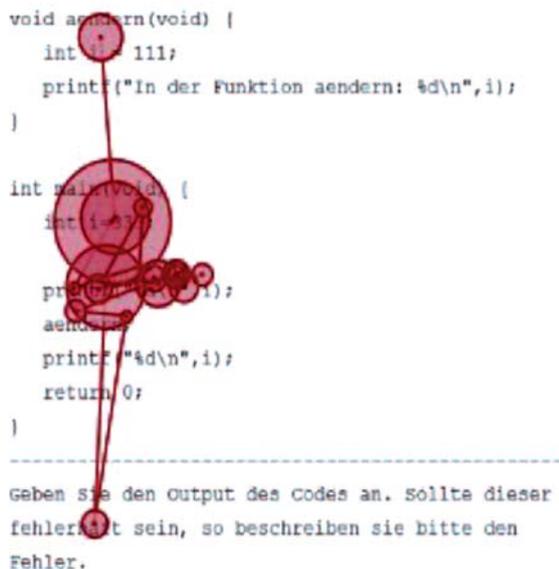


Abb. 1: Augenbewegungen eines fortgeschrittenen Programmierers in den ersten zehn Sekunden

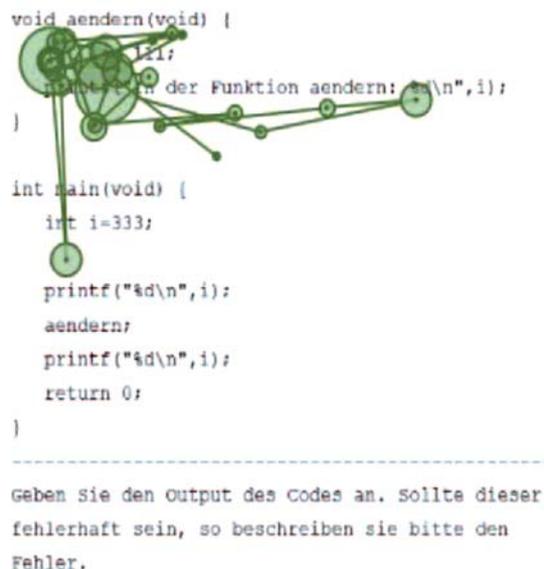


Abb. 2: Augenbewegungen eines Anfängers in den ersten zehn Sekunden

entdecken und zu verstehen, welche Ergebnisse der Code liefert. Weiterhin konnte nachgewiesen werden, dass sich die Augenbewegungen von Anfängern und Fortgeschrittenen deutlich voneinander unterscheiden (Abb. 1 und Abb. 2). So lesen Anfänger, einen Code wie einen natürlichen Text. Erfahrene Programmierer hingegen bewegen sich unter Verwendung von Lesestrategien sprunghaft durch die einzelnen Codezeilen.

Eine vertiefende statistische Auswertung [2] konnte belegen, dass die beobachteten Augenbewegungen einem Muster folgen, welches besagt, dass sich Programmierer intensiv mit dem Code beschäftigen und ein mentales Modell von diesem erstellen. In der Literatur wird dieses Vorgehen als „Scan Pattern“ beschrieben, jedoch konnte dessen Existenz und die Existenz weiterer Eye Movement Pattern noch nicht verifiziert werden [5].

Verifikation von Eye Movement Patterns

Aus diesem Anlass wurde eine neue Studie kozipt. Diese soll die bereits beschriebenen Muster endgültig verifizieren und zur Verbesserung der Lehre nutzbar machen [4].

Auch hier versuchen Fortgeschrittene und Anfänger in einem C-Code Fehler zu finden. Nach Abschluss des Experiments werden noch Einzel-Interviews durchgeführt, bei denen die Probanden erklären sollen, was sie genau an welcher Stelle der Aufzeichnung betrachtet haben und weshalb sie dies getan haben.

Die Datenerhebung läuft derzeit noch, jedoch belegen erste Ergebnisse, die Existenz der Eye Movement Pattern [4,5].

Projektleiter

Prof. Dr. Jürgen Mottok
Elektro- und Informationstechnik
Laboratory for Safe and Secure Systems (LaS³)
Zentrum Digitalisierung.Bayern (ZD.B)
juergen.mottok@oth-regensburg.de

Projektmitarbeiter/innen

- Florian Hauser (M.A.)
florian.hauser@oth-regensburg.de
- Rebecca Reuter (M.Sc.)
rebecca.reuter@oth-regensburg.de
- Ivonne Hutzler (B.Sc.)
ivonne2.hutzler@oth-regensburg.de

Geldgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Kooperationspartner: Universität Regensburg

Projektlaufzeit: 48 Monate

Förderungssumme: 2 Mio. Euro

Zusammenfassung

Die Aufzeichnung und Analyse von Augenbewegungen stellt sich als eine wirkungsvolle Methode dar, mit deren Hilfe man Einblicke in kognitive Prozesse gewinnen kann, die bei Programmierern auftreten, wenn sich diese mit dem Schreiben, Verstehen und Korrigieren von Code beschäftigen. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse sollen für die Lehre und zu deren Weiterentwicklung eingesetzt werden.

*Florian Hauser, Jürgen Mottok
OTH Regensburg ■*

LITERATUR

- [1] Nivala, M., Hauser, F., Mottok, J., & Gruber, H. (2016). Developing visual expertise in software engineering. An eye tracking study. In Proceedings of the 2016 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON) (pp. 613–620).
- [2] Hauser, F., Reiß, M., Nivala, M., Mottok, J., Gruber, H. (2017). Eye tracking applied. Visual expertise in code reviews. In the proceedings of the 9th IATED International Conference on Education and New Learning Technologies, Barcelona, Spain, (pp. 379–389).
- [3] Nivala, M., Hauser, F., Jossberger, H., Reiß, M., Mottok, J., & Gruber, H. (2017). Detecting errors in program flow diagrams. Comparing novices and advanced programmers. Poster presented at the European Association for Research on Learning and Instruction, Tampere, Finland.
- [4] Hauser, F., Gegenfurtner, A., Hutzler, I., Reuter, R., Gruber, H., Holmqvist, K., & Mottok, J. (submitted). Eye movement patterns in source code review – An eye tracking study.
- [5] Uwano, H., Nakamura, M., Monden, A., & Matsumoto, K.-I. (2006). Analyzing individual performance of source code review using reviewers' eye movements. In Proceedings of the 2006 ACM Eye Tracking Research & Applications Conference (ETRA) (pp. 133–140).

Rekonstruktion der Schema-Evolutionshistorie aus semistrukturierten Data Lakes

Viele Unternehmen sammeln mittlerweile semi-strukturierte Daten in sogenannten Data Lakes. Die Daten werden dabei langfristig in NoSQL Datenbanken vorgehalten. Deren Schemaflexibilität erlaubt es, auch heterogene Datensätze abzulegen. Für eine spätere, programmatische Analyse der Daten ist es jedoch unabdingbar, die Struktur der Daten in all ihrer Variabilität zu kennen. In diesem Beitrag stellen wir ein Verfahren vor, um ein Schema aus einem Data Lake zu rekonstruieren. Anders als bestehende Verfahren rekonstruieren wir dabei eine mögliche Evolutionshistorie, d. h. wir zeigen auf, wie sich die Struktur der Daten im Lauf der Zeit verändert hat. Unsere Implementierung im Software-Werkzeug Darwin erlaubt es, diese Extraktion als dreistufigen Prozess interaktiv auszuführen.

Im Fokus des DFG-finanzierten Forschungsprojekts „NoSQL-Schemaevolution und skalierbare Big Data Datenmigration“ stehen große Datenmengen, wie sie sich als sog. Data Lakes sammeln und in NoSQL Datenbanken vorgehalten werden. Insbesondere interessieren uns strukturelle Änderungen an neu hinzukommenden Daten. Diese Änderungen können sehr einfacher Natur sein, wie etwa ein Attribut, das in den Altdaten noch nicht vorhanden ist. Wir betrachten aber auch komplexere Änderungen, die mehr als einen Datensatz betreffen, wie etwa das Duplizieren von Attributen zwischen Datensätzen. Denormalisierte Datensätze sind bei der Datenhaltung in NoSQL-Datenbanken nicht unüblich, da

viele NoSQL-Datenbanksysteme keine Joinoperationen unterstützen. So können durch das Vorhalten von redundanten Daten Joinberechnungen zur Laufzeit vermieden werden.

Während viele NoSQL-Datenbanksysteme darauf ausgelegt sind, strukturell heterogene Daten zu verwalten, macht diese Heterogenität bei der Analyse von Daten mitunter Probleme. Um korrekte Anfragen auf den Daten formulieren zu können, ist es unabdingbar, die Struktur der Daten in all ihrer Variabilität zu kennen. Ansonsten besteht die Gefahr, z. B. bei Aggregationen über optionalen Attributen, falsche Ergebnisse zu berechnen.

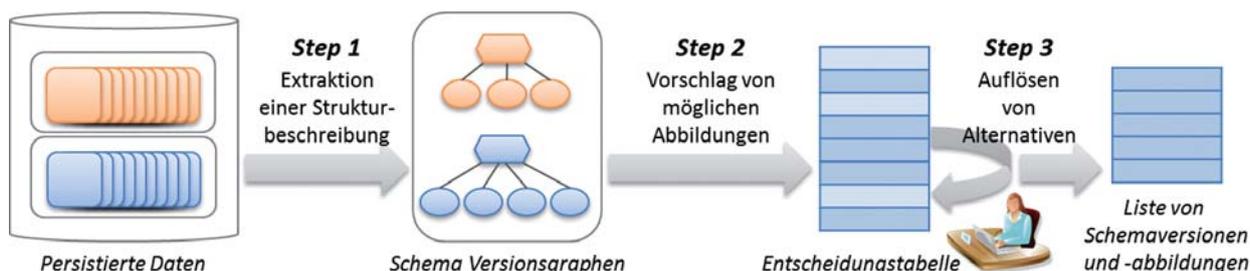


Abb. 1: Interaktive Rekonstruktion der Schema-Evolutionshistorie in drei Schritten.

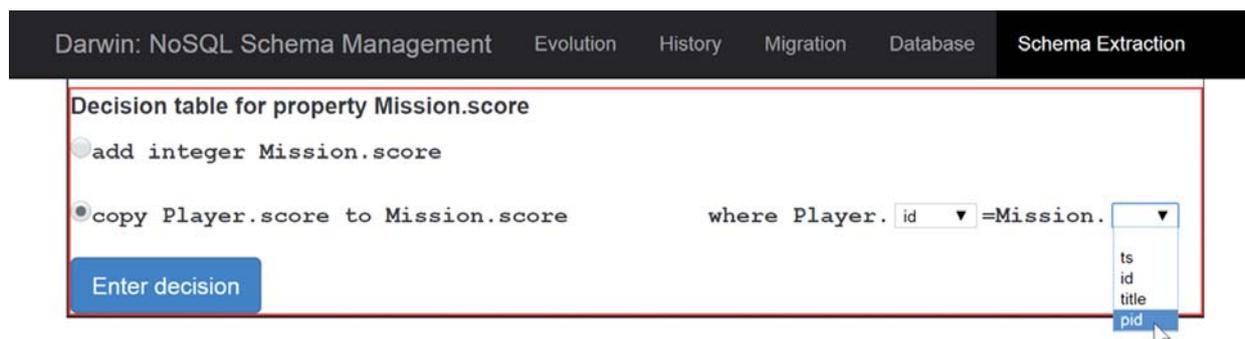


Abb. 2: Die Entscheidungstabelle schlägt alternative Schema-Abbildungen vor.

Als Teilergebnis unseres Forschungsprojekts stellen wir einen Ansatz zur Schema-Extraktion vor, der anders als bestehende Verfahren [1] kein globales Schema, sondern eine Sequenz von Schemaversionen extrahiert. Dabei gehen wir von der realistischen Annahme aus, dass alle Datensätze mit einem Zeitstempel versehen sind, der den Zeitpunkt des Einfügens in den Data Lake protokolliert.

Abbildung 1 zeigt den Extraktionsprozess in drei Schritten. In einem ersten Schritt wird eine holistische Strukturbeschreibung aus den persistierten Daten extrahiert. Die Extraktion erfolgt inkrementell, um dem hohen Datenvolumen von Data Lakes Rechnung zu tragen.

Das Ergebnis sind Schema Versionsgraphen, die die strukturellen Varianten der persistierten Daten beschreiben und anhand der Zeitstempel erfassen. Auf Basis der Graphen schlägt unser Verfahren eine mögliche Schema-Evolutionshistorie vor. Konkret wird eine Abfolge von Schemaversionen abgeleitet, sowie mögliche Abbildungen zwischen den einzelnen Versionen. Eine Entscheidungstabelle stellt diese übersichtlich dar und überlässt die Auswahl den Expertinnen und Experten mit Domänenwissen. Abbildung 3 zeigt die Entscheidungstabelle in unserer Implementierung innerhalb unseres Software-Werkzeuges Darwin [3]. In Abbildung 3 hat Darwin erkannt, dass Datensätze vom Typ Mission (in einem Online-Rollenspiel) ab einem bestimmten Zeitpunkt nun ein Attribut „score“ aufweisen. Darwin kann an dieser Stelle nicht entscheiden, ob das Attribut neu hinzugefügt wurde (d. h. ein „add“ erfolgt ist), oder ob es von verknüpften Datensätzen vom Typ „Player“ zu „Mission“ kopiert wurde (eine „copy“ Operation). Um letztere Möglichkeit zu erkennen, analysiert Darwin persistierte Daten auf mögliche Inklusionsabhängigkeiten zwischen Datensätzen hin [2]. Die Wahl zwischen den alternativen Schema-Abbildungen erfolgt interaktiv. Wir nehmen für unser Beispiel an, dass sich die Experten für die zweite Möglichkeit entscheiden.

Nachdem alle Alternativen aufgelöst worden sind, produziert Darwin im dritten Schritt die konsolidierte Schema-Evolutionshistorie. Wie in Abbildung 3 gezeigt, können nun einzelne Schema-Versionen gegenübergestellt werden. In der Abbildung werden zwei Versionen der Mission Datensätze im JSON Schema Format gegenübergestellt. Änderungen bezüglich der Vorgängerversion werden visuell hervorgehoben. Über den Schemabeschreibungen werden die Schema-Abbildungen zwischen den Schemaversionen gezeigt. So wurde beim Übergang von Version 4 auf Version 5 ein Attribut „pid“ hinzuge-

Projektleiterin
 Prof. Dr. Stefanie Scherzinger
 Informatik und Mathematik
 stefanie.scherzinger@oth-regensburg.de

Geldgeber
 Deutsche Forschungsgesellschaft (DFG), Grant #385808805

Projektlaufzeit: 36 Monate

Fördersumme
 168.000 Euro (Anteil OTH Regensburg)

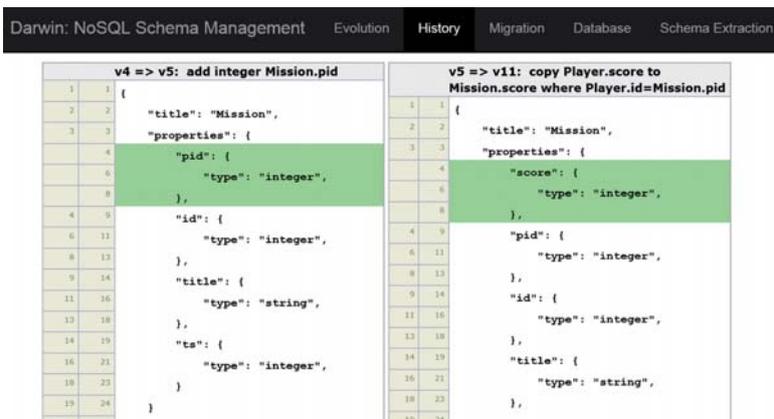


Abb. 3: Darstellung von zwei Schemaversionen im Software-Werkzeug Darwin.

fügt. Beim Übergang zur nächsten Schemaversion wurde das Attribut „score“ von referenzierenden Player Datensätzen zu Mission Datensätzen kopiert.

Mit Hilfe von neuartigen Werkzeugen wie Darwin erhalten Datenanalysten Unterstützung in der Pflege von Data Lakes. Konkret kann mit Darwin nicht nur eine globale Schemabeschreibung, sondern eine plausible Schema-Evolutionshistorie extrahiert werden. Die Historie zu kennen kann für die Analyse von Data Lakes bereits sehr wertschöpfend sein. Das ist die Grundlage, um überhaupt sinnvolle Anfragen und Transformationen auf den Datensätzen spezifizieren zu können. Wir sind überzeugt, dass Werkzeuge wie Darwin einen wertvollen Beitrag für die Arbeit mit Data Lakes darstellen.

Meike Klettke, Universität Rostock ■
 Stefanie Scherzinger, OTH Regensburg ■
 Uta Störl, Hochschule Darmstadt ■

LITERATUR

[1] Schema Extraction and Structural Outlier Detection for NoSQL Data Stores. M. Klettke, U. Störl, S. Scherzinger. BTW 2015.
 [2] Uncovering the Evolution History of Data Lakes. Meike Klettke, Hannes Awolin, Uta Störl, Daniel Müller, Stefanie Scherzinger. SCDM 2017.

[3] Curating Variational Data in Application Development. Uta Störl, Daniel Müller, Julian Stenzel, Alexander Tekleab, Stephane Tolale, Meike Klettke, Stefanie Scherzinger. ICDE 2018. Demo.

„Karel the Robot“ – Gutes Software Engineering in der Programmiergrundlagenausbildung

Die ersten Veranstaltungen eines Einführungskurses in die Programmierung gestalten sich, aufgrund unterschiedlicher Kompetenzen der Studierenden, oft herausfordernd für Studierende und Lehrende. Die Folge ist häufig eine Über- bzw. Unterforderung der Studierenden: Studierende mit Vorerfahrung fühlen sich mitunter nicht genügend gefordert und bleiben den Veranstaltungen fern, während Studierende ohne Vorerfahrung sich schnell überfordert fühlen. Im schlimmsten Fall führt dies bereits zu Beginn des Semesters zu einem Abbruch der Lehrveranstaltung seitens der Studierenden.

Zur Lösung dieses Dilemmas kommt an der OTH Regensburg der Roboter Karel zum Einsatz. Karel ist ein vielfach erprobtes didaktisches Werkzeug, mit dem herausfordernde Programmieraufgaben spielerisch und ohne umfängliches Vorwissen gelöst werden können.

Einführende Programmierveranstaltungen sind gerade an Hochschulen für angewandte Wissenschaften sowohl für Studierende als auch für Lehrende herausfordernd. Lehrende sehen sich mit einer sehr heterogenen Zielgruppe konfrontiert: Ausgebildete Fachinformatikerinnen und Fachinformatiker mit Berufserfahrung fühlen sich bei einem langsamen Einstiegstempo schnell unterfordert. Dies kann in Frust und sogar in eine Verweigerungshaltung umschlagen. Gleichzeitig kämpfen die Programmierneulinge unter den Studienanfängern mit dem Tempo der ersten Vorlesungen, da sie mit neuen Konzepten überhäuft werden. Um diese nicht schon von Beginn an zu „verlieren“ und gleichzeitig die Fortgeschrittenen bei der Stange zu halten, wird die Lehre für die Dozenten schnell zur anspruchsvollen Aufgabe.

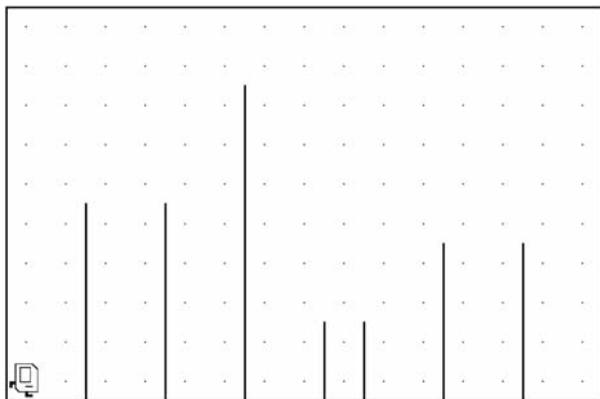


Abb. 1: Im Steeplechase Problem hat Karel mehrere Hürden zu überwinden.

Lehrkonzept

Ein bewährtes spielerisches Element in solchen Einführungsveranstaltungen ist der Einsatz von didaktischen Werkzeugen wie Karel [2]. Seit bald 40 Jahren bahnt sich der kleine Roboter namens Karel seinen Weg in einer zweidimensionalen Welt. Gesteuert wird er über Anweisungen einer Programmiersprache. Abbildung 1 zeigt eine typische Programmieraufgabe für Studierende, den „Steeplechase“: Karel muss sich von links nach rechts in seiner Welt bewegen und hat dabei Hürden zu überwinden. Karel versteht einfache Anweisungen, wie etwa, sich um die eigene Achse zu drehen oder eine bestimmte Anzahl Schritte vorwärts zu gehen. Durch Kontrollfluss-Anweisungen wie Verzweigungen und Schleifen bewegt Karel sich dann fort.

Karel-inspirierte Werkzeuge gibt es inzwischen für diverse Programmiersprachen wie Java oder C++. Da aber derzeit keine lauffähigen Implementierungen für die Programmiersprache C zur Verfügung stehen, wurde Karel an der OTH Regensburg in Kollaboration mit der Universität Regensburg neu entwickelt. Unsere Implementierung ist in die Entwicklungsumgebung CLion integriert, die zu einer in der Industrie weit verbreiteten IDE-Familie des Herstellers JetBrains gehört. Abbildung 2 zeigt ein einfaches Karel Programm in CLion.

Neben einer Neuimplementierung haben wir auch ein modernes Lehrkonzept für den Einsatz von Karel ent-

wickelt: Der Fokus beim Einsatz von Karel ist bewusst auf das Erlernen und Erleben guter Software-Engineering Praxis gerichtet. In einer iterativen „top-down“ Vorgehensweise werden Probleme in einfachere Teilprobleme zerlegt, die wiederum einzeln gelöst werden. Dabei lernen die Studierenden schon frühzeitig, eigene Funktionen zu schreiben, um den Code so übersichtlicher zu gestalten und die Wiederverwendbarkeit von Code zu ermöglichen.

Von Anfang an legen wir dabei Wert auf Abstraktion, d. h. das Verstecken von Komplexität, die im weiteren Verlauf der Lehrveranstaltung aufgelöst wird. Beispielsweise wird den Studierenden schon von Beginn an das Konzept einer for-Schleife erklärt, damit diese erste Algorithmen selbst entwickeln können. Tieferliegende Konzepte wie Variablen werden dabei ausgeblendet. Diese bewusste didaktische Reduktion fokussiert auf weniger neu zu erlernende Konzepte und ermöglicht den Studierenden kreatives Problemlösen ab der ersten Übung. Im weiteren Verlauf der Lehrveranstaltung werden die zu Beginn abstrahierten Konzepte aufgelöst, strukturiert sowie in der Tiefe erklärt und eingeübt.

Für eine ausführlichere Darstellung dieser Ideen verweisen wir auf unsere Publikation zu Karel [1].

Ergebnisse einer Kurzumfrage zum Einsatz von Karel

Abbildung 3 fasst die Ergebnisse einer Kurzumfrage zusammen, die wir in einem Kurs mit Studierenden durchgeführt haben, die Karel im Einsatz erlebt haben. 16 von 22 Studierenden stimmten zu, dass Karel ihnen geholfen hätte, die Programmiersprache C besser zu verstehen.

19 von 23 Studierenden gaben an, dass Karel ihnen geholfen hätte, das Konzept „Kontrollfluss“ besser zu verstehen. 22 von 23 Studierenden (darunter eine neutrale Antwort) sind dafür, Karel auch in künftigen Lehrveranstaltungen wieder einzusetzen.

Ermutigt durch dieses positive erste Feedback möchten wir Karel weiterhin einsetzen und künftig systematisch auch in größeren Gruppen evaluieren.

Projektleiter
 Prof. Dr. Markus Heckner
 Informatik und Mathematik
 markus.heckner@oth-regensburg.de

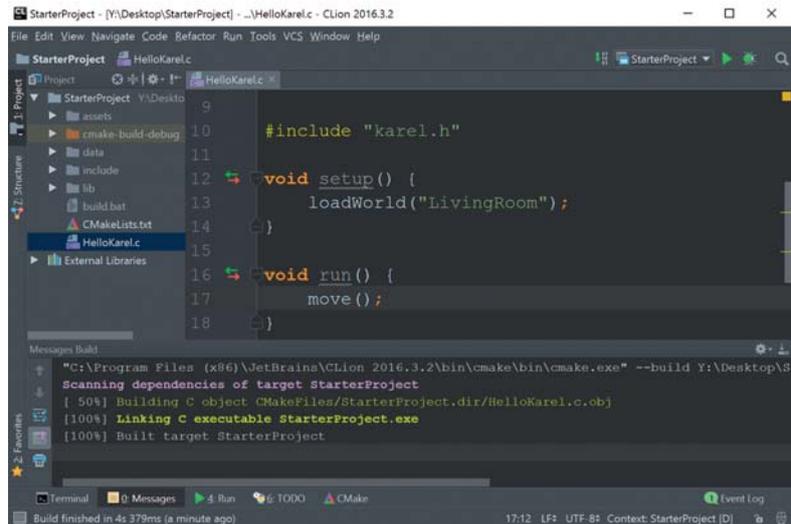


Abb. 2: Ein einfaches Karel Programm in der CLion Entwicklungsumgebung.

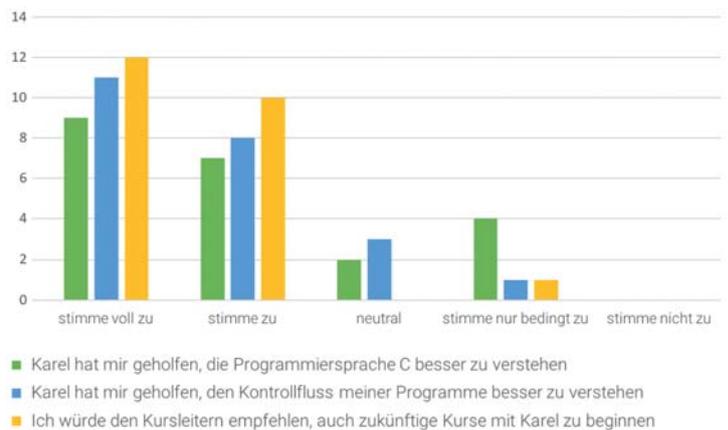


Abb. 3: Umfrageergebnisse unter Studierenden an der OTH Regensburg.

- Markus Heckner, OTH Regensburg ■
- Stefanie Scherzinger, OTH Regensburg ■
- Alexander Bazo, Universität Regensburg ■
- Christian Wolff, Universität Regensburg ■

LITERATUR

[1] Karel relearns C – Teaching good software engineering practices in CS1 with Karel the Robot. Markus Heckner, Stefanie Scherzinger, Alexander Bazo, Christian Wolff. TDSE@EDUCON 2018.

[2] A Gentle Introduction for the Art of Programming. R. E. Pattis. Karel the Robot, John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, 1981.

Von „Schatten-IT“ zur Business-Managed IT

Schatten-IT bezeichnet Hardware, Software und IT-Serviceprozesse, die durch Fachbereiche selbst erstellt oder bezogen werden. Das Forschungsprojekt fokussiert auf Chancen und Risiken des Phänomens. Bisherige Ergebnisse der Analyse von Praktikerliteratur zum Thema zeigen einen stärkeren Fokus auf kontrollierte Nutzung von Schatten-IT im Vergleich zur akademischen Literatur. Eine erste Interviewstudie mit 16 IT-Entscheidern konnte diese Sicht bestätigen. Eine weitere laufende Studie mit 29 IT-Entscheidern untersucht Bedingungen für positive Fälle von Schatten-IT, oder allgemeiner, „Business-Managed IT“.

Schatten-IT bezeichnet Software, Hardware und IT-Serviceprozesse, die von Fachbereichen selbst beschafft oder erstellt wurden, ohne die IT-Abteilung mit einzubeziehen. Zu verwandten Konzepten gehören unter anderem Feral Practices, Shadow Systems, Un-enacted Projects, Shadow Sourcing und Workarounds.

Eine Auswertung akademischer Literatur zu Ursachen, Folgen und Governance von Schatten-IT hat gezeigt, dass in der Forschung sowohl negative als auch positive Aspekte dieses Phänomens anerkannt werden. Zu den negativen Folgen zählen der Verlust innerbetrieblicher Kontrolle, Ineffizienzen, Security-/Datenrisiken und Integrationsdefizite. Schatten-IT kann sich allerdings auch

positiv auf die Produktivität von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern auswirken, wenn dadurch Defizite in der bestehenden Anwendungslandschaft ausgeglichen werden. Auch kann sie einen Beitrag zu Innovationen im Unternehmen leisten.

Trotzdem hat sich die bisherige Forschung primär auf den Umgang mit bestehender und Verhinderung zukünftiger Schatten-IT konzentriert. Eine Analyse aktueller Praktikerliteratur zu diesem Thema hat allerdings gezeigt, dass in der Praxis auch die kontrollierte Nutzung von Schatten-IT im Vordergrund steht. Um diese Sichtweise genauer zu analysieren und zu bestätigen, wurden Interviews mit 16 IT-Entscheidern aus unterschiedlichen Industrien durchgeführt.

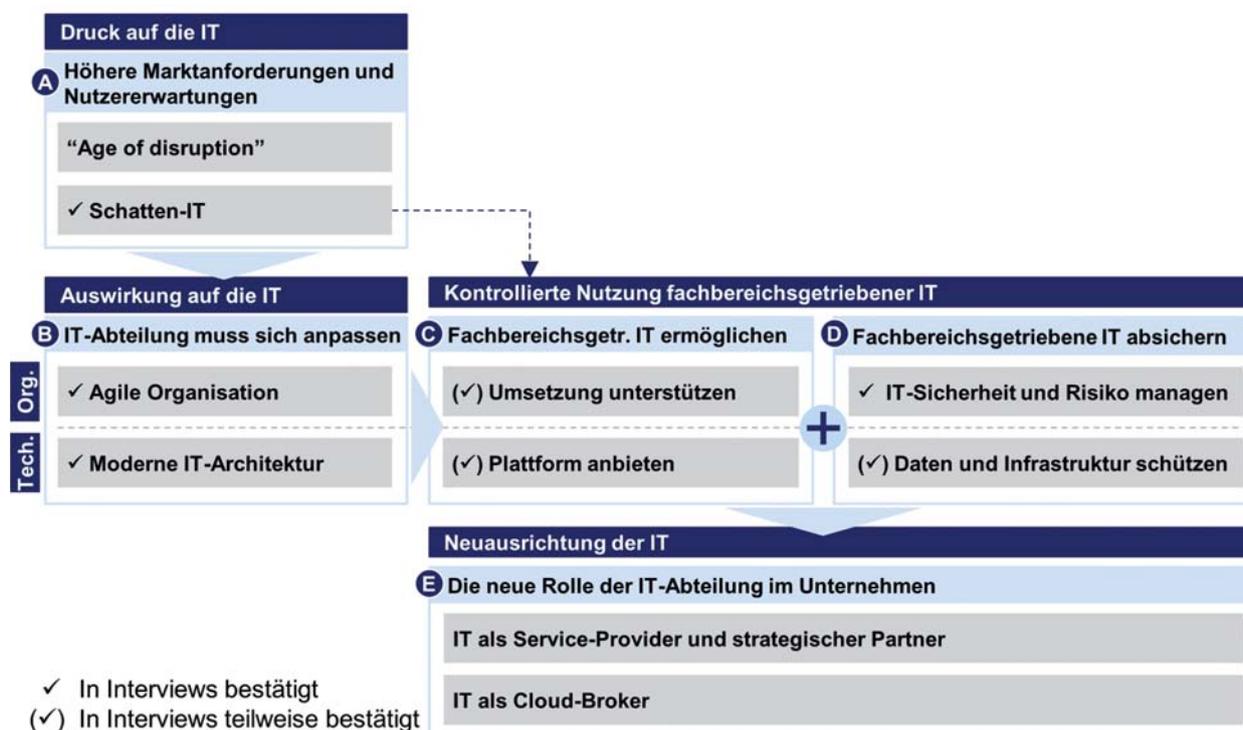


Abb. 1: Aktuell in der Praxis diskutierte Themen zur Schatten-IT

Praktikerliteratur behandelt den gestiegenen Druck auf die IT-Abteilung durch höhere Marktanforderungen und Nutzererwartungen. Keiner der Studienteilnehmenden nimmt allerdings Bezug auf erhöhten Wettbewerbsdruck durch potenzielle Disruption. Sie sehen sich jedoch unterschiedlichen Ausprägungen von Schatten-IT ausgesetzt. Beispiele dafür reichen von Tabellenkalkulationslösungen bis hin zu großen geschäftskritischen Systemen. Als Gründe für den Alleingang der Fachabteilungen werden unter anderem ein wahrgenommener Kostenvorteil und höhere Umsetzungsgeschwindigkeit genannt.

Um den erhöhten Ansprüchen und Anforderungen zu entsprechen, passen sich IT-Abteilungen an, indem sie ihre Organisation nach agilen Prinzipien ausrichten. Dies bedeutet auch, schneller auf Anfragen von Fachbereichen zu reagieren und generell den sogenannten „Business-IT-Alignment“-Reifegrad zu erhöhen. Um eine schnelle Umsetzung von Lösungen zu gewährleisten, ist es auch notwendig, über eine zugrundeliegende, moderne IT-Architektur zu verfügen. Neben Themen wie Standardisierung und Abstraktion von Infrastruktur beschäftigen sich Studienteilnehmenden in unterschiedlichem Ausmaß auch mit cloud-basierter Delivery.

Einige der befragten IT-Entscheider gehen über Bemühungen hinaus, die Notwendigkeit von Schatten-IT durch Anpassung der IT-Abteilung zu verringern. Sie machen kontrollierte Nutzung von sog. Business-Managed IT, indem sie diese aktiv unterstützen und einen Handlungsrahmen für die Fachbereiche definieren. Beispielsweise kann eine eigenständige Entwicklung für sehr fachbereichsnahe, lokale Anwendungen erlaubt und Expertise zu Infrastruktur und Sourcing von der IT-Abteilung beige-steuert werden. Dadurch können potenziell schneller Anforderungen durch die Fachbereiche selbst umgesetzt werden, auch solche, die in der IT-Abteilung eine niedrigere Priorität einnehmen würden. Um diesen Vorgang technisch zu unterstützen, stellen einige Teilnehmer Infrastruktur bzw. Plattformen zur Verfügung.

Um die Risiken dieser Business-Managed IT zu minimieren, werden Richtlinien zu Themen wie IT-Sicherheit und Datenschutz eingesetzt, die bei lokalen Entwicklungen beachtet werden müssen. Einige Studienteilnehmenden

Projektleiter

Prof. Dr. Markus Westner
markus.westner@oth-regensburg.de

Kooperationspartner

Technische Universität Dresden

betrachten diese Themen als bereichsübergreifende, interdisziplinäre Aufgabe, die am besten von der IT-Abteilung übernommen und sichergestellt werden sollte. Um Risiken erkennen und bewerten zu können, ist auch Transparenz zu eingesetzten Systemen notwendig. Die befragten IT-Entscheider erachten es generell als schwierig, volle Sichtbarkeit von Schatten-IT herbeizuführen. Keiner der Befragten setzt einen sogenannten „Cloud Security Access Broker“ ein, einige betreiben aber zumindest aktives Netzwerkmonitoring und greifen auf Endpoint-Security-Lösungen zurück.

Geht man von einem kontinuierlichen Trend zur Dezentralisierung von IT-Verantwortlichkeiten aus, stellt sich die Frage zur zukünftigen Bedeutung der IT-Abteilung. Dieser Aspekt wurde in den Interviews nicht direkt aufgegriffen, aber in der Praktikerliteratur werden zwei Szenarien dargestellt. Die IT-Abteilung kann sich entweder stärker serviceorientiert ausrichten und als strategischer Partner für die Fachabteilungen agieren, oder sie läuft Gefahr zu einem reinen Cloud-Broker degradiert zu werden. Letztere Rolle würde sich nur noch um das Management von externen Anbietern von Cloud-Diensten beschränken, die direkt von den Fachbereichen beschafft und eingesetzt werden.

Weitere Forschung in diesem Bereich wird sich nun mit der Frage beschäftigen unter welchen Bedingungen es Sinn macht, Business-Managed IT aktiv zu fördern. Dazu werden Interviews mit insgesamt 29 IT-Entscheidern durchgeführt und sowohl positive als auch negative Beispiele aus der Praxis analysiert.

Andreas Kopper, OTH Regensburg/TU Dresden ■
Markus Westner, OTH Regensburg ■

LITERATUR

Kopper, A., & Westner, M. (2016). Deriving a Framework for Causes, Consequences, and Governance of Shadow IT from Literature. In V. Nissen, D. Stelzer, S. Straßburger, & F. Danie (Eds.), *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI) 2016*. Technische Universität Ilmenau 09.-11. März 2016 (pp. 1687–1698). Ilmenau, Thür: TU Ilmenau Universitätsbibliothek.
Kopper, A., & Westner, M. (2016). Towards a Taxonomy for Shadow IT. In *AMCIS 2016 Proceedings*. San Diego.

Kopper, A., Westner, M., & Strahringer, S. (2017). Kontrollierte Nutzung von Schatten-IT. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 54(1), 97–110. <https://doi.org/10.1365/s40702-016-0286-x>
Kopper, A. (2017). Perceptions of IT Managers on Shadow IT. In *AMCIS 2017 Proceedings*. Boston.
Kopper, A., Fuerstenau, D., Zimmermann, S., Rentrop, C., Rothe, H., Strahringer, S., & Westner, M. (2018). Business-Managed IT: A Conceptual Framework and Empirical Illustration. In *ECIS 2018 Proceedings*. Portsmouth.

ANZEIGEN

OPUS[®]

CAM Software

Clever bits working for you!



**OPUS Entwicklungs- und
Vertriebs GmbH**

Wilhelm-Raabe-Str. 4
73230 Kirchheim unter Teck
Tel.: + 49 (0)7021/49410
e-mail: info@opus-cam.de

CAD/CAM, Werkzeugverwaltung, NC Simulation, DNC/MDE, Kalkulation

www.opus-cam.de



ZUKUNFT LASERTECHNIK: www.ARGES.de/career



Produktion und Systeme

Die Forschung im Bereich Produktion und Systeme behandelt die methodische Gestaltung, simulationsgestützte Verbesserung und effiziente Realisierung komplexer Produktionssysteme durch quantitative Methoden, Informationssysteme, Automatisierung, Regelungstechnik und (teil-)automatisierte Anlagen. Neue Werkstoffe und Fragen der Material- und Verfahrenstechnik sind dabei Herausforderungen beim Design und der Herstellung neuer energie- und ressourceneffizienter Produkte.

High-End-Strukturen für den Leichtbau – mit faserverstärktem 3D-Druck

Additive Fertigung, oder auch 3D-Druck, erlaubt die Herstellung von komplexen Bauteilen mit nahezu beliebiger Geometrie. Werden dabei Kunststoffe genutzt, sind die mechanischen Eigenschaften des erzeugten Bauteils jedoch begrenzt und oft nur für Prototyping-Anwendungen geeignet. Ziel des Projekts FIBER-PRINT ist die Entwicklung bzw. Weiterentwicklung eines additiven Fertigungsprozesses mit Faserverstärkung. Durch die Einbringung und kraftflussgerechte Anordnung von Endlosfasern kann die mechanische Belastbarkeit signifikant gesteigert werden und dadurch können auch lasttragende Strukturen additiv gefertigt werden.

Einleitung

Additive Fertigungsprozesse erlauben neue Formgebungsmöglichkeiten und sind im Besonderen als Fertigungsverfahren für komplexe Geometrien geeignet. Additive Fertigung oder 3D-Druck-Fertigung findet Einsatz bei der Erzeugung von Musterbauteilen, auch Rapid Prototyping, bei der Herstellung von Kleinserien und Einzelstücken wie auch im Formenbau. Im industriellen Bereich werden 3D-gedruckte Bauteile beispielsweise bereits für den Einsatz in Luft- und Raumfahrtanwendungen konzipiert und entwickelt. Da hier die Bauteile oft als lasttragende Strukturen agieren und auch die Einsparung von Gewicht priorisiert wird, ist hier die Möglichkeit zur Gestaltung komplexer Geometrien besonders vorteilhaft. Um hierbei gezielt die vorteilhafteste Geometrieform zu wählen, werden simulationsbasierte Optimierungsmethoden genutzt. Abgesehen von der Geometrie nehmen auch die Eigenschaften des verwendeten Werkstoffs Einfluss auf die Belastbarkeit des Bauteils. Im Bereich des kunststoffbasierten 3D-Drucks sind

die mechanischen Bauteileigenschaften deshalb weitgehend begrenzt und oft nur für Prototyping-Anwendungen geeignet. Abhilfe kann hier durch einen 3D-Druck mit Faserverstärkung geschaffen werden, der im Besonderen bei einer Verstärkung mit Endlosfasern die Belastbarkeit signifikant steigert. Im Rahmen des Projekts FIBER-PRINT wird an der Weiterentwicklung solcher 3D-Drucksysteme gearbeitet.

Faserverstärkter 3D-Druck

Die additive Fertigung eines Bauteils beginnt im Allgemeinen mit einer rechnergestützten Konstruktion der Geometrie (CAD-Modell). Das Modell wird anschließend über einfachere Dreiecksformen angenähert bzw. nachgebildet, was als Tesselation bezeichnet wird und die nachfolgende Bearbeitung erleichtert. Im letzten Schritt wird schließlich über ein Postprozessor-Programm der eigentliche Maschinencode erstellt, der in der Form einer sequentiellen Anweisungsliste den Fertigungsprozess am 3D-Drucker steuert. Wird in diesem Ablauf eine zusätzliche numerische Strukturoptimierung integriert, kann nach der Konstruktion der Basisform die weitere Gestaltung durch Simulationsprogramme vorgenommen. Abbildung 1 zeigt ein Beispiel der dadurch entstehenden äußeren Form an einer modellhaften Geometrie auf. Die in der Abbildung dargestellten Bauteile wurden im Schmelzschichtverfahren (FDM-Verfahren) mit einem thermoplastischen Kunststoffsystem erzeugt. Im vorgestellten Modell wird die Form eines auskragenden Balkens an die einseitige Belastung und die wiederum einseitig fixiert Lagerung (Bolzen) angepasst. Der Basisform wurde mit der Simulationssoftware ANSYS Workbench über eine numerische Topologieoptimierung auf Grundlage statisch-mechanischer Betrachtungen eine optimale bzw. optimierte neue Form zugewiesen. Wie in Abbildung 1 dargestellt, kann diese auch direkt am 3D-Drucker umgesetzt werden. Grundsätzlich wird durch diese Wegnahme an Material die Belastbarkeit, hier die Steifigkeit, des Bauteils reduziert, hingegen wird in einem deutlich signifikanteren Ausmaß an Masse, also das Bauteilgewicht, eingespart. Sollen solche Strukturen als last-

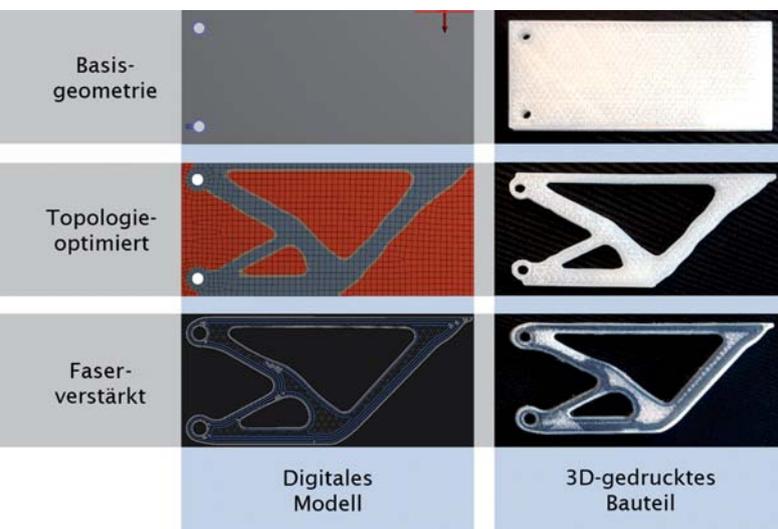


Abb. 1: Matrixschema zum 3D-Druck mit Topologieoptimierung und Faserverstärkung, aufgezeigt an digitalen Modellen (links) und an umgesetzten, 3D-gedruckten Bauteilen (rechts).

tragendes Element zum Einsatz kommen, sind allerdings die mechanischen Eigenschaften der Strukturen zumeist ungenügend. Durch die Einbringung einer Faserverstärkung kann diese deutlich verbessert werden, wie die Kurvenverläufe der Diagramme in Abbildung 2 darstellen. Die Werkstoffsteifigkeit kann dabei der Steigung der Messkurven entnommen werden, während die Kurvenhöhen das Belastungsmaxima – in diesem Fall der Zugfestigkeit – widerspiegeln. Im Vergleich steigert bereits ein Anteil von etwa 5 Vol.-% an Glasfasern die Zugfestigkeit von etwa 30 MPa auf 150 MPa. Werden höherfeste Kohlenstofffasern eingesetzt und der maximal mögliche Faserfüllgehalt von etwa 20 Vol.-% aktuell marktverfügbarer 3D-Drucksysteme ausgenutzt, können Zugfestigkeiten im mittleren Bereich der Baustähle bei nur einem Fünftel der Werkstoffdichte von Stählen erreicht werden. Weiterhin zeigen die Diagramme in Abbildung 2, dass die Faserfüllung das Werkstoffverhalten verändert. So er-

Projektleiter

Prof. Dr.-Ing. Ingo Ehrlich
 Labor für Faserverbundtechnik (LFT)
 ingo.ehrlich@oth-regensburg.de

Projektmitarbeiter

Christian Pongratz (M.Sc.)
 christian1.pongratz@oth-regensburg.de

Geldgeber

Bundesministerium der Verteidigung, Wehrwissenschaftliches Institut für Werk- und Betriebsstoffe (WIWeB)

Projektlaufzeit: 36 Monate

Fördersumme: 270.000 Euro

Homepage: <https://www.oth-regensburg.de/lft>

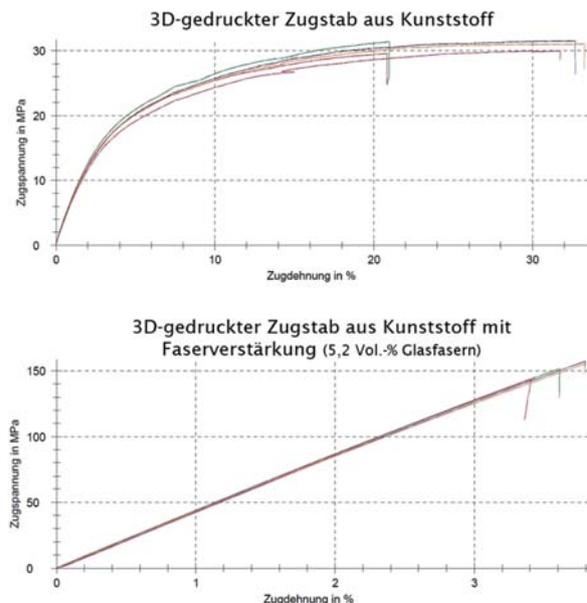
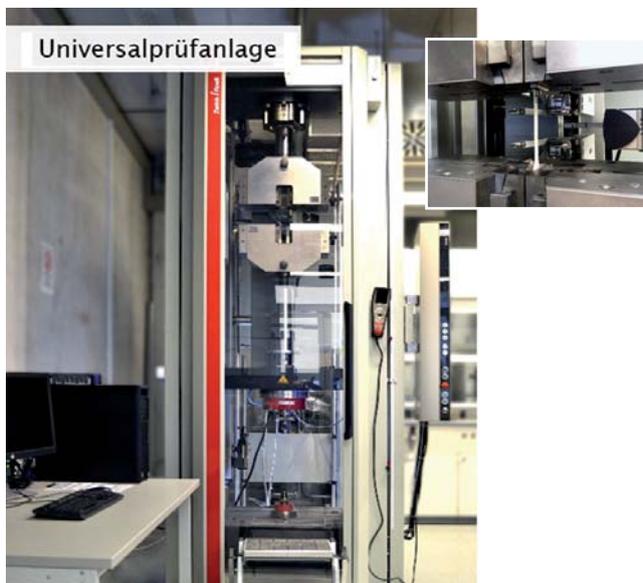


Abb. 2: Universalprüfanlage Zwick Z250 Allround-Line (links) und die damit ermittelten Spannungs-Dehnungs-Kurven von 3D-gedruckten Kunststoffprobekörpern mit und ohne Faserverstärkung unter Zugbelastung (rechts).

zeugte Bauteile weisen ein stark ausgeprägtes anisotropes Verhalten auf – also unterschiedliche Werkstoffeigenschaften in unterschiedliche Raumrichtungen – wie auch die charakteristische Eigenheit des sprödebruchartigen Versagens. Das digitale Modell und das 3D-gedruckte Bauteile in der untersten Reihe in Abbildung 1 zeigen den Einsatz von Kohlenstofffasern im vorgestellten Balkenmodell.

Weiteres Vorgehen

Die Erweiterung des Kunststoff-3D-Drucks mit dem Einsatz einer Endlosfaserverstärkung in Kombination mit einer Topologieoptimierung weist ein großes Potenzial für die Erzeugung von neuen und innovativen Leichtbaustrukturen auf. Die Faserverstärkung verbessert die mechanischen Eigenschaften 3D-gedruckter Strukturen

signifikant, jedoch nur bei einer Faserausrichtung in Lastrichtung. Für zukünftige 3D-Druckkonzepte ist deshalb ein Zurückgreifen auf die Information der Belastungsrichtung und eine Orientierung der Endlosfasern am Kraftfluss sinnvoll. Weiterhin ist nicht immer ein ebener, zweidimensionaler Lastzustand gegeben, weshalb die Beschränkung auf einen schichtweisen Aufbauprozess umgangen werden muss. Dies kann etwa durch einen Wechsel des Druckkonzeptes und alternativer Werkstoffe erreicht werden. Die Entwicklung eines solchen 3D-Druckprozesses bzw. die Weiterentwicklung auf Basis bestehender Systeme durch deren Adaption und das Schaffen neuer Schnittstellen ist das Ziel des Projekts FIBER-PRINT.

Christian Pongratz, Ingo Ehrlich
 OTH Regensburg ■

Neue Methode zur Bestimmung der Biegesteifigkeit von Drahtseilen

Bei Aufzügen und Schachtförderanlagen mit Treibscheibenantrieb sind die Fahrkörbe regelmäßig durch Unterseile miteinander verbunden. Die Unterseile bilden am unteren Ende einen Bogen in freier Krümmung aus. Der Krümmungsbogen hängt entscheidend von der Biegesteifigkeit des Seils, also dem Widerstand gegen die Biegung, ab. Es wird eine Methode vorgestellt, mit der sich die Seillinie eines frei gekrümmten Seils und damit auch die maximale Ausbeulung der Seillinie darstellen lassen. Durch Anpassung der Rechenergebnisse an die durch Versuche festgestellte Seillinie lässt sich die im Seil vorhandene Biegesteifigkeit bestimmen.

Einleitung

Ein Seil, das zwischen zwei Aufhängepunkten gespannt ist und aufgrund des Seilgewichts durchhängt, bildet die sogenannte Kettenlinie aus. Das Seil überträgt dann nur Normalkräfte und kann daher als biegeschlaff betrachtet werden. Bei der freien Krümmung von Seilen tritt allerdings die zwar kleine – aber dennoch vorhandene – Biegesteifigkeit des Seils in Erscheinung. Mit der Rechenmethode und dem Versuch, die hier vorgestellt werden, ist es möglich, die im Seil vorhandene Biegesteifigkeit zu bestimmen.

Seilbiegesteifigkeit

Die Seilbiegesteifigkeit EI setzt sich zusammen aus der Summe der jeweils konstanten Einzelbiegesteifigkeiten der einzelnen Drähte EI_{el} und der durch die allerdings in weiten Grenzen schwankende Reibung zwischen den einzelnen Drähten erzeugten Reibungsbiegesteifigkeit EI_R . [1] Schraft [2] hat die Reibungssteifigkeit EI_R systematisch untersucht und durch Gleichung (1) beschrieben, wobei d der Seildurchmesser, ΔS der Zugkraftverlust beim Lauf über die Seilscheibe und D der Seilscheibendurchmesser ist.

$$\frac{EI_R}{d^4} = a_0 + a_1 \frac{\Delta S}{d^2} \left(\frac{D}{d}\right)^2 \quad (1)$$

Bei der freien Krümmung, wie sie bei Unterseilen von Aufzügen und Schachtförderanlagen mit Treibscheibenantrieb auftritt, sind die Zugkraft und damit auch der Zugkraftverlust im Bereich der freien Krümmung praktisch null. Die Krümmung wird also hauptsächlich von den Einzelbiegesteifigkeiten der einzelnen Drähte EI_{el} und von der Anfangsreibungssteifigkeit EI_{R0} bestimmt. Die Seilbiegesteifigkeit ergibt sich dadurch näherungsweise zu Gleichung (2), wobei d der Seildurchmesser und δ_i die Durchmesser der Einzeldrähte im Seil sind.

$$EI = EI_{el} + EI_{R0} = E \frac{\pi}{64} \sum \delta_i^4 + a_0 \cdot d^4 \quad (2)$$

Seillinie

Wenn zur Beschreibung der frei gekrümmten Seillinie ein kleines Seilstück herausgeschnitten wird und die Schnittgrößen und die Gleichgewichtsbedingungen angesetzt werden, ergibt sich eine nichtlineare Differentialgleichung (DGL) 4. Ordnung. Eine numerische Integration ist nicht möglich. Ursache hierfür ist das Auftreten senkrechter Tangenten. Carbogno [3] und der Autor [4] haben daher bereits Näherungslösungen für die maximale Ausbeulung des Seils angegeben. Als Alternative zur numerischen Integration der DGL der frei gekrümmten Seillinie bietet sich die Methode des Minimums der potentiellen Energie an. Dazu wird die Seillinie als Folge von Balkenelementen beschrieben, die durch Drehfedern miteinander verbunden sind. Die Federrate der Drehfedern hängt von der Seilbiegesteifigkeit ab. Die Seillinie bildet sich aus, indem die potentielle Energie des Systems ein Minimum hat.

Versuche

Die Versuche wurden mit drei Warrington-Seale-Seilen (6x36 WS+IWRC, 16 mm und 10 mm, und 8x36 WS+IWRC, 16 mm) durchgeführt. Die Seilmuster hatten eine Länge von $L = 4$ m. Die Seilenden wurden jeweils an einer horizontalen Schiene befestigt, wobei der horizontale Abstand der Seilaufhängepunkte (Basisabstand B) von null in 0,1 m-Schritten bis $B = 1$ m vergrößert wurde. Bei jedem eingestellten Basisabstand wurden die größte horizontale Ausbeulung A (von Seilmitte zu Seilmitte) und ihr vertikaler Abstand h von der Basislinie gemessen.

Ergebnisse

Für jeden Messpunkt wird die Seilbiegesteifigkeit so gewählt, dass Rechen- und Messergebnis übereinstimmen. In Abb. 1 ist die Bestimmung der Seillinie mit Hilfe der Methode des Minimums der potentiellen Energie beispielhaft für das Seil 8x36WS+IWRC, 16 mm, dargestellt. Der Basisabstand beträgt 0,3 m. Es ergibt sich eine plausible Seillinie. Mit Gleichung (2) lässt sich aus der durch An-

passung der Rechenergebnisse an die Messergebnisse ermittelten Biegesteifigkeit EI die Anfangsreibungssteifigkeit EI_{R0} bzw. der Faktor a_0 bestimmen. Für jedes Seil und für jeden Basisabstand B sind die Faktoren a_0 ermittelt worden. Kleinste Messfehler bei der Bestimmung der maximalen Ausbeulung beeinflussen das Ergebnis jedoch stark [5]. Deshalb werden für jedes Seil Mittelwert und Streuung angegeben. Die Ergebnisse werden mit den Zahlenwerten verglichen, die Schraft [2] durch seine Versuche ermittelt hat. In Abb. 2 sind sämtliche Ergebnisse zusammengefasst. Die ermittelten bezogenen Anfangsreibungssteifigkeiten a_0 sind mit den Ergebnissen von Schraft [2] vergleichbar. Es ist daher möglich, die Anfangsreibungssteifigkeit durch den vorgestellten statischen Versuch zu ermitteln.

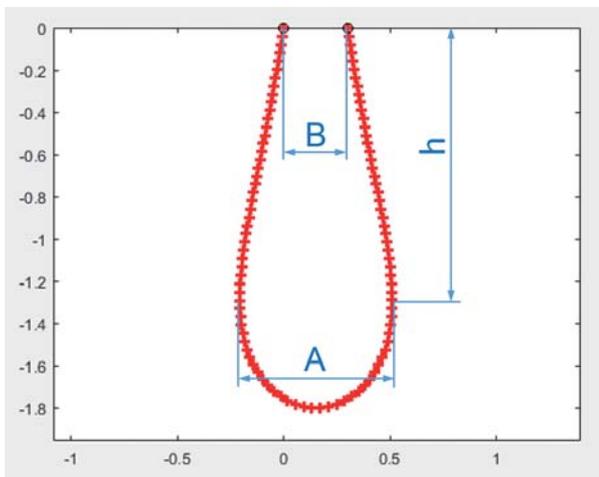


Abb. 1: Frei gekrümmte Seillinie als Minimum der potentiellen Energie (Basisabstand B , größte horizontale Ausbeulung A , vertikaler Abstand h von der Basislinie). Die beiden Achsen sind in Metern skaliert.

bezogene Anfangsreibungssteifigkeit a_0	6x36 WS+IWRC 10 mm	6x36 WS+IWRC 16 mm	8x36 WS+IWRC 16 mm
Mittelwert	6,2	7,9	4,9
Standardabweichung	3,0	2,2	1,0
Schraft ²	7,1	7,1	6,2

Abb. 2: Ermittelte Zahlenwerte für die bezogene Anfangsreibungssteifigkeit a_0

Projektleiter
 Prof. Dr.-Ing. Ulrich Briem
 Maschinenbau
 ulrich.briem@oth-regensburg.de

Zusammenfassung und Ausblick

Mit Hilfe einer Energiemethode – der Methode des Minimums der potentiellen Energie – lässt sich die Seillinie eines frei gekrümmten Seils darstellen. Durch Vergleich des Rechenergebnisses mit der im Versuch ermittelten Seillinie lässt sich die im Seil wirkende Biegesteifigkeit EI bestimmen. Bei Kenntnis der aus dem Seilaufbau berechenbaren elastischen Biegesteifigkeit EI_{el} lässt sich aus der ermittelten Biegesteifigkeit EI die Anfangsreibungssteifigkeit EI_{R0} bzw. die auf die 4. Potenz des Seildurchmessers bezogene Anfangsreibungssteifigkeit a_0 berechnen. Die ermittelten bezogenen Anfangsreibungssteifigkeiten a_0 sind mit den Ergebnissen von Schraft [2] vergleichbar. Es ist daher möglich, die Anfangsreibungssteifigkeit durch den vorgestellten statischen Versuch zu ermitteln.

Nach Schraft [2] ist die Anfangsreibungssteifigkeit EI_{R0} unabhängig vom Krümmungsradius. Die vom Zugkraftverlust und dem Krümmungsradius abhängige lineare Zunahme der Reibungssteifigkeit ist bei allen von Schraft untersuchten Seilen ungefähr gleich groß. Die von Feyrer [6] vorgestellte Methode, mit Hilfe der Seilbiegesteifigkeit die Frage zu klären, ob bei mehrfacher Einsicherung die leere Unterflasche sich noch abwärts bewegen kann, ist somit bei Kenntnis der durch den beschriebenen Versuch einfach zu ermittelnden bezogenen Anfangsreibungssteifigkeit a_0 anwendbar.

Ulrich Briem, OTH Regensburg ■

LITERATUR

- [1] Schmidt, K.: Die sekundäre Zugspannung der Drahtseile aus der Biegung. Diss. TH Karlsruhe 1965
- [2] Schraft, O.: Die Biegesteifigkeit und der Wirkungsgrad laufender Rundlitzenseile. Diss. Universität Stuttgart 1997
- [3] Carbogno, A.: Theoretical Analysis, Model and Operation Investigations of a free loop in Balance Ropes. International Seminar of Shaft Hoisting Technology, Kraków, 1990. Conference Proceedings, pp. 51-83
- [4] Briem, U.: Freie Krümmung von Unterseilen. Glückauf-Forschungshefte 65 (2004) Nr. 2, S. 40-43
- [5] Pitzl, M.: Freie Krümmung von Drahtseilen. Unveröffentlichte Bachelorarbeit. OTH Regensburg 2018
- [6] Feyrer, K.: Absenken der leeren Hakenflasche. Fördern und Heben 50 (2000) 3, S. 216-218

Entwicklung und Implementierung eines neuartigen Materialmodells zur Verbesserung von Blechumformsimulationen

Die Entwicklung von Produkten und Prozessen verlagert sich immer mehr in die digitale Welt. Die Vorhersage der erreichbaren Produktgüte hinsichtlich optischer Kriterien und mechanischer Belastbarkeit mittels Simulation stellt einen wesentlichen Aspekt in der modernen Wertschöpfungskette dar. Dabei hat sich die Methode der Finiten Elemente (FEM) in vielen technischen Bereichen als unverzichtbares Hilfsmittel etabliert. Durch den Einsatz der FEM wird die Ingenieurin oder der Ingenieur von heute dazu befähigt, die erreichbare Qualität von Blecherzeugnissen durch virtuelle Nachbildung der formgebenden Bearbeitungsverfahren vorherzusagen.

Einführung

Der Trend zur Herstellung von Strukturen in Leichtbauweise hat im Automobil- und Flugzeugbau die Entwicklung von immer höher legierten Metall- und Aluminiumlegierungen angestoßen. Dabei sind vor allem hochfeste Stähle mit stark erhöhtem Umformvermögen von Interesse. Bei großen Deformationen, wie bei der Blechumformung oder einem Fahrzeugcrash, weisen solche Werkstoffe eine ausgeprägte Veränderung ihres plastischen Fließverhaltens und ihrer richtungsabhängigen Eigenschaften auf. Ziel dieses Projekts ist es, ein bislang verwendetes Materialmodell zu erweitern und so die Simulationsergebnisse durch Berücksichtigung der Evolution des Fließverhaltens zu verbessern.

Die Methode der Finiten Elemente (FEM) stellt mathematische Ansätze bereit, welche das physikalische Verhalten eines kontinuierlichen Körpers auf die Lösung lokaler Formulierungen unter Berücksichtigung der makroskopischen Eigenschaften seines Werkstoffes reduzieren. Die dafür nötigen Materialgleichungen werden unter Zuhilfenahme numerischer Algorithmen gelöst und können so am Ende zu einer globalen Lösung zusammengesetzt werden.

Aufgrund der in jüngster Vergangenheit entstandenen Notwendigkeit von masseoptimierten Strukturen aus Blechwerkstoffen bei gleichzeitig flexibler Formgebung haben sich in den Bereichen der Umformtechnik hochlegierte Metall- und Aluminiumwerkstoffe durchgesetzt. Dabei sind vor allem hochfeste Stähle mit erhöhtem Umformvermögen von Interesse. Anhand der großen Menge an absorbierte Verformungsenergie weisen solche Werkstoffe eine ausgeprägte Veränderung ihres Fließverhaltens und somit ihrer richtungsabhängigen Eigenschaften auf. Bei den in der FEM eingesetzten, konventionellen Materialmodellen werden die beschreibenden Modellkoeffizienten stets als konstant angenommen. Somit sind diese nicht in der Lage, die Evolution der Anisotropie zu berücksichtigen.

Forschungsansatz

Um den Gütegrad von Umformsimulationen zu verbessern, wird ein bereits vorhandenes Materialmodell für den in der Umformtechnik wichtigen Sonderfall des ebenen Spannungszustands ausgewählt und modifiziert. Bewertet werden solche Materialmodelle anhand ihrer Fließortkurve, vgl. Abbildung 1. Ihre mathematische Beschreibung kann im Hauptspannungsraum als Fläche dargestellt werden. Alle Spannungszustände, die innerhalb der Fließfläche liegen, gelten als elastisch. Die Spannungszustände, die auf der Fließfläche liegen, nennt man plastisch.

Sowohl wegen der hexagonalen Form der Fließortkurve der betrachteten Werkstoffklasse als auch einer ausreichend hohen Anzahl an Modellfreiheitsgraden, wird das anisotrope Yld2000-2D-Modell nach Barlat et al. [1] als Ausgangsmodell herangezogen. Die Form der Fließortkurve wird dabei über einen konstanten Modell exponenten festgelegt. Dieser beschreibt die Isotropie der Grundgleichungen des anisotropen Basismodells.

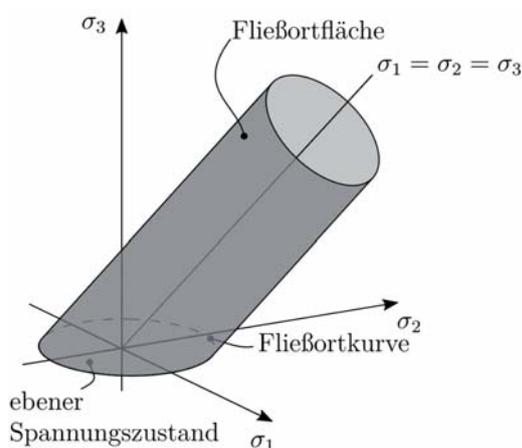


Abb. 1: Exemplarische Darstellung des räumlichen Fließortmodells nach von Mises und der zugehörigen Fließortkurve für den ebenen Spannungszustand.

Gegenüberstellung der Fließortkurven

Für eine erste Bewertung des entwickelten Yld2000-var-Modells wird die experimentelle Datenbasis von Cia et al. [2] für den Dualphasenstahl 980 (DP980) herangezogen. Aufgrund ihres hohen Verbreitungsgrads in Wissenschaft und Technik sind stets das isotrope Fließkriterium nach von Mises und das anisotrope Hill48-Kriterium dem entwickelten Yld2000-var-Modell gegenübergestellt. Zusätzlich unterliegen die Fließortkurven des Yld2000-2D-Modells mit unterschiedlichen Werten für den Modell-

exponenten einer Prüfung. Der in Abbildung 2 gezeigte Abgleich der Fließortkurve des DP980 zeigt auf, dass das von Mises-Kriterium die experimentell erfasste Fließortkurve ganzheitlich überschätzt. Auch ist das auf der Komplexitätsebene höher einzustufende Hill48-Kriterium weniger für die Vorhersage des Fließverhaltens von Strukturen aus diesem DP980 geeignet. Den höchsten Übereinstimmungsgrad

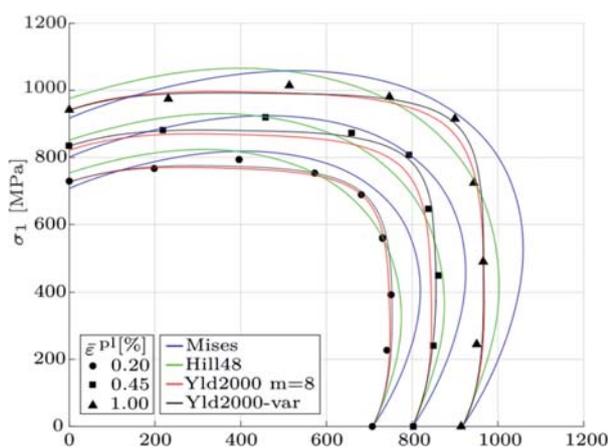


Abb. 2: Bewertung des Fließverhaltens des entwickelten Fließkriteriums durch Vergleich der Fließortkurven im ersten Quadranten des Hauptspannungsraums mit der experimentellen Datenbasis von Cia et al. [2].

zwischen dem physikalischen Verhalten des Werkstoffs und der Fließortkurve eines konstitutiven Modells liefert das entwickelte Yld2000-var-Modell. Für $\epsilon^{pl} = 0.45\%$ und $\epsilon^{pl} = 1.00\%$ treten aufgrund der konstanten Modellpara-

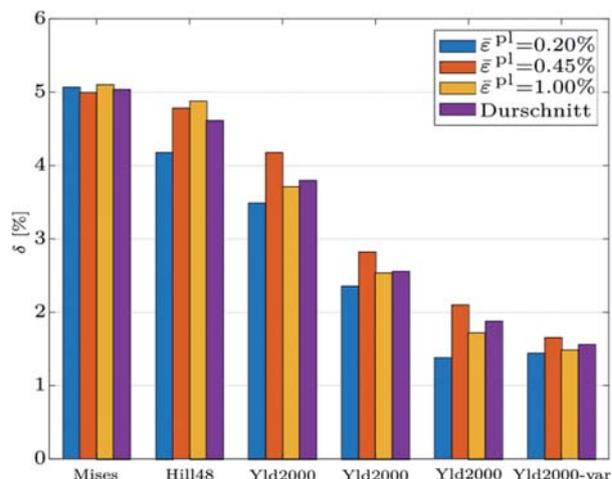


Abb. 3: Abschätzung des Fehlers des vorgestellten Yld2000-var-Kriteriums und den in der Technik eingesetzten, konservativen Materialmodellen mit konstanten Koeffizienten bei unterschiedlichen Umformgraden.

meter des Yld2000-Kriteriums vor allem im Bereich des biaxialen Spannungszustands Abweichungen auf. Die in Abbildung 3 abgebildeten Fehler dienen einer qualitativen Beurteilung für den Abgleich der experimentellen Daten und der Simulationsergebnisse. Es zeigt sich, dass vor allem bei größeren Umformgraden das entwickelte Yld2000-var-Modell genauere Vorhersagen bezüglich des Fließverhaltens des DP980 liefert.

Ausblick

Das modifizierte anisotrope Materialmodell bildet die Basis weiterer Forschungen in diesem Bereich. Die aufgestellten Gleichungen des Materialmodells und die aufgebauete Variante des Integrationsverfahrens sind nicht auf die Nachbildung von Strukturen aus hochlegierten Dualphasenstählen beschränkt. Eine Ausweitung des Einsatzes der Routine auf andere Werkstoffklassen stellt einen denkbaren nächsten Schritt dar, was eine Anwendung der Materialroutine auf komplexe industrielle Fragestellungen begünstigt.

Sebastian Hederer, Marcus Wagner
OTH Regensburg ■

LITERATUR

[1] Barlat, F., Brem, J.C., Yoon, J. W., Chung, K., Dick, R. E., Lege, D. J., Pourboghrat, F., Choi, S. H., Chu, E.: Plane stress yield function for aluminum alloy sheets—part I: Theory. International Journal of Plasticity, 19(9):1297–1319, 2003.

[2] Cai, Z., Diao, K., Wu, X., Wan, M.: Constitutive modeling of evolving plasticity in high strength steel sheets. International Journal of Mechanical Sciences, 107:43–57, 2016.

Erstellung eines Konstruktionskatalogs für die additive Fertigung

Die additive Fertigung bietet vielfältige Möglichkeiten hinsichtlich der Bauteilgestaltung. Jedoch sind auch bei den generativen Fertigungsverfahren konstruktive Randbedingungen zu beachten, um Bauteile kostengünstig und mit optimalen Eigenschaften herzustellen. Es ist bereits umfangreiche Fachliteratur erhältlich, die entsprechende Konstruktionsempfehlungen gibt. Um Produktentwickler bedarfsgerecht zu unterstützen, ist jedoch ein Nachschlagewerk erforderlich, das mit geeigneter Systematik Konstruktionsvorschläge ausgibt, die zur aktuellen Problemstellung passen. Aufbauend auf dem Stand der Technik, eigenen Analysen und experimentellen Untersuchungen werden erste Ansätze für ein solches Nachschlagewerk vorgestellt.

Konzeption des Konstruktionskatalogs

Bei einem Konstruktionskatalog handelt es sich um einen Wissensspeicher, der in konzentrierter und strukturierter Form alle nötigen Informationen für Konstrukteure bereitstellt. Durch gezieltes Ausblenden einzelner Teilbereiche kann der Katalog dabei auf die individuellen Bedürfnisse angepasst werden. Klassische Konstruktionskataloge lassen sich in drei unterschiedliche Typen unterteilen: Objekt-, Operations- und Lösungskataloge. Jede dieser Katalogarten ist auf einen speziellen Verwendungszweck zugeschnitten. Objektkataloge beinhalten physikalische, werkstoffkundliche, geometrische und technologische Sachverhalte. Der Operationskatalog führt gestalterische Auslegungen von Bauteilen sowie Festigkeitsberechnungen und Grenzmaßtoleranzen auf. Beim letzten Katalogtyp, dem Lösungskatalog, handelt es sich um die speziellste Form. Hierbei werden zu konkreten Aufgabenstellungen detaillierte Lösungsvorschläge bis hin zum verwendbaren Herstellungsverfahren geliefert. [1, 2]

Da ein Konstruktionskatalog für die additive Fertigung eine Vielzahl an Informationsbereichen abdecken soll, kann diese Forderung nur mit der Kombination der unterschiedlichen Katalogtypen erfüllt werden.

Aufbau des Konstruktionskatalogs

Der Konstruktionskatalog liegt in einem interaktiven Format vor. Der Benutzer kann einfach per Link zwischen unterschiedlichen Richtlinien wechseln. Die Konstruktionsrichtlinien wurden nach ihrer Bedeutsamkeit für industrielle Herstellungsprozesse ausgewählt. Eine hierarchische Strukturierung erlaubt es, einen allgemeinen Überblick zu geben und bei Bedarf immer detaillierter in Themengebiete einzusteigen (Abb. 1). Hierfür dient ein Interface, das den Informationsgehalt strukturiert darstellt. Durch ihren konsistenten Aufbau ist die Benutzeroberfläche intuitiv bedienbar.

Ziel ist es, zu Beginn einen Überblick über die additiven Fertigungsverfahren zu schaffen und, je nach Anforderungen des Benutzers, diese zu vertiefen. Mit den bereitgestellten Konstruktionsrichtlinien können auf effektive Weise eigenständig Geometrien, Parameter, Materialien etc. angepasst und so die Produkte verbessert werden.

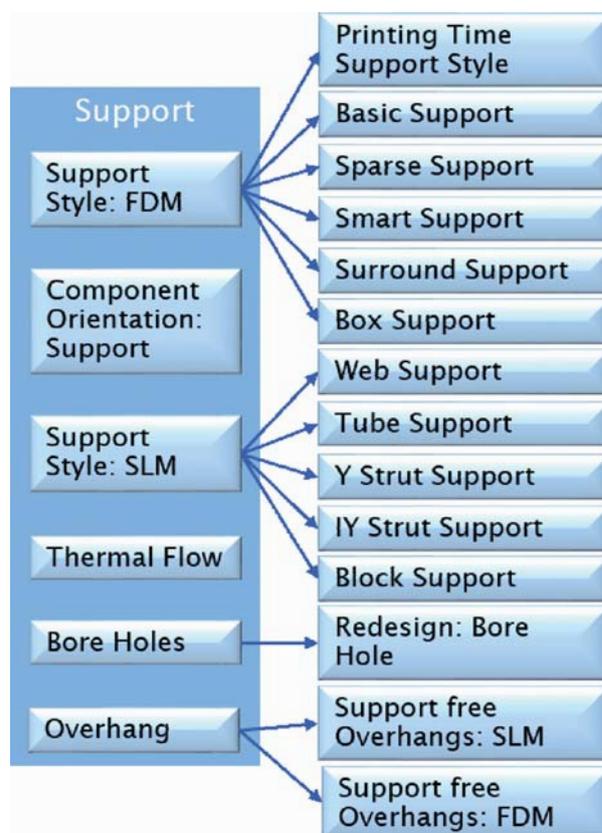


Abb. 1: Hierarchische Struktur des Gestaltungsaspekts Support

Konstruktionsrichtlinien

Die im Konstruktionskatalog enthaltenen Richtlinien basieren zum einen auf Erkenntnissen, die in der vorhandenen Literatur recherchiert wurden, und zum anderen auf eigenen experimentellen Untersuchungen. Diese wurden mittels des FDM-Druckers Fortus 380mc des Herstellers Stratasys durchgeführt. Anhand verschiedener Prüfkörper werden z. B. die kleinstmöglich herstellbaren Innenkonturen und Extrusionen oder der maximale stützstrukturfreie Neigungswinkel eines Überhangs ermittelt (Abb. 2).

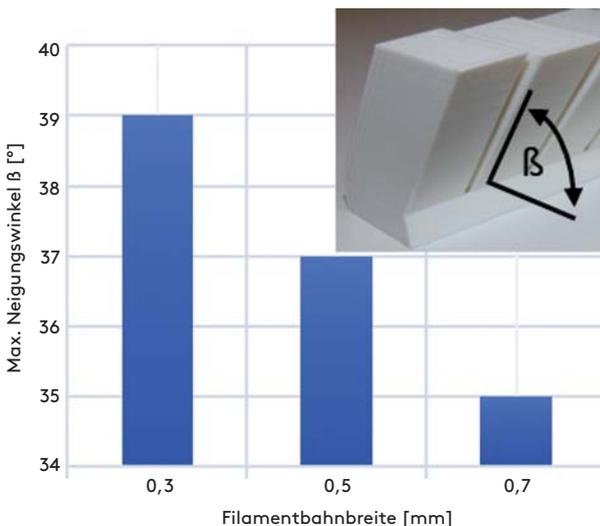


Abb. 2: Maximaler Neigungswinkel stützstrukturfreier Überhänge (ABS; T12-Düse)

Des Weiteren wird auch die Oberflächenrauheit additiv gefertigter Probekörper näher untersucht und die Abhängigkeit der Oberflächenqualität von verschiedenen Prozessparametern dargestellt. Anhand von unterschiedlich im Bauraum orientierten Zugstäben werden die Festigkeiten additiv gefertigter Bauteile ermittelt (Abb. 3).

Kontakt
 Prof. Dr.-Ing. Stefan Hierl
 Maschinenbau
 Labor Lasermaterialbearbeitung
 stefan.hierl@oth-regensburg.de

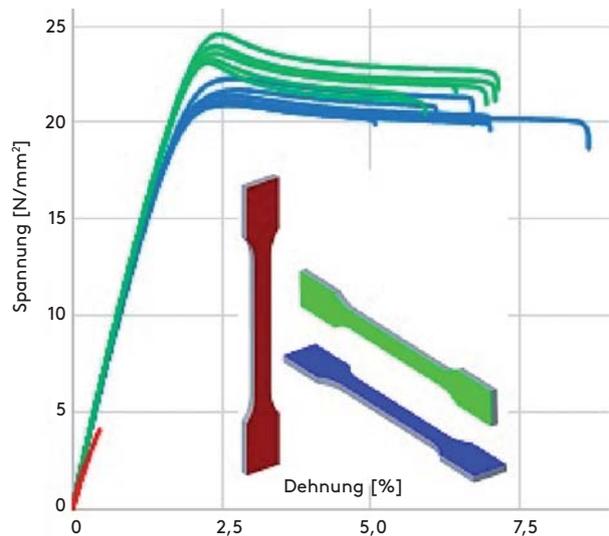


Abb. 3: Zugfestigkeit bei unterschiedlichen Bauteilorientierungen (ABS; T10)

Außerdem werden im Konstruktionskatalog auch gestalterische Richtlinien für sogenannte Print-in-Place-Bauteile aufgeführt. Hierbei handelt es sich um bewegliche Baugruppen, die in einem Fertigungsprozess gedruckt werden und anschließend mit geringem Nachbearbeitungsaufwand direkt einsatzbereit sind. Es werden z. B. die benötigten Spaltmaße für Gelenke und Linearführungen aufgeführt, damit diese ein möglichst kleines Spiel aufweisen. Zudem wird auch die gestalterische Dimensionierung von Filmgelenken dargestellt. Anhand dieser und vieler weiterer Konstruktionsrichtlinien wird es dem Konstrukteur ermöglicht, Bauteile für die additive Fertigung anzupassen und damit die technische und wirtschaftliche Effizienz erheblich zu steigern.

Moritz Schillinger, Julien Görlach, Stefan Hierl
 OTH Regensburg ■

LITERATUR

[1] Adam, G. A. O.: Systematische Erarbeitung von Konstruktionsregeln für die additiven Fertigungsverfahren Lasersintern, Laserschmelzen und Fused Deposition Modeling, Dissertation 2015

[2] Roth, K.: Konstruieren mit Konstruktionskatalogen. Berlin: Springer 2001

Einfluss von Prozessparametern auf die Schmelzimpregnierung zur Herstellung von faserverstärkten Thermoplasten

Die Erforschung von faserverstärkten Kunststoffen (FVK) mit thermoplastischer Matrix ist aufgrund der Schweißbeignung als Verbindungstechnologie, der thermischen Umformbarkeit, der Recyclebarkeit sowie der verkürzten Prozesszeiten im Vergleich zu den vorwiegend eingesetzten faserverstärkten Duroplasten erstrebenswert. Die Wechselwirkung zwischen den physikalischen, mechanischen und geometrischen Parametern erhöht den Komplexitätsgrad des Herstellungsprozesses. Ziel ist daher die Entwicklung einer Imprägniertechnik, die eine Fasertränkung mittels eines Thermoplastschmelzbades ermöglicht.

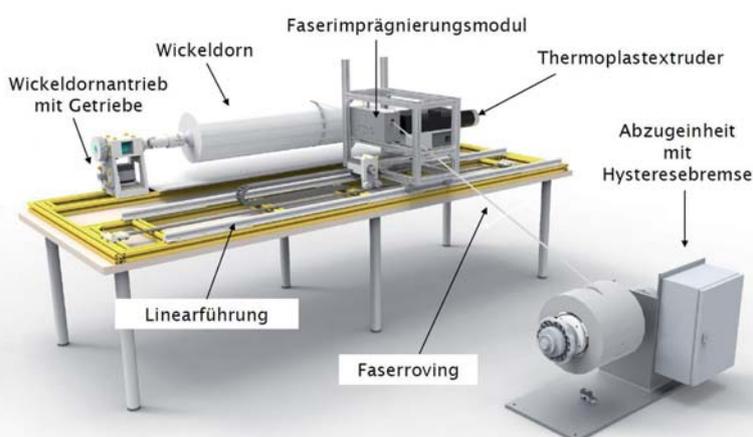


Abb. 1: Thermoplastwickelanlage

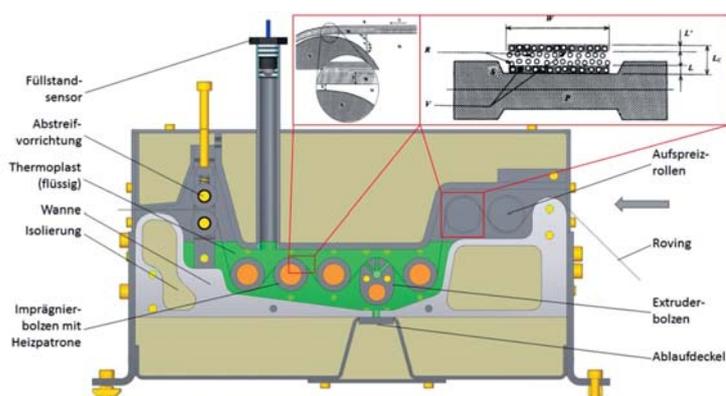


Abb. 2: Schmelzbadimprägnierprozess mit physikalischer Beschreibung der Imprägnierung nach Bates [2]

Einleitung

Faserverstärkte Kunststoffe (FVK) zeichnen sich durch hohe Festigkeiten und Steifigkeiten bei gleichzeitig geringem Gewicht aus. Damit übertreffen sie hochlegierte Stähle oder leichte Werkstoffe wie Aluminium, wodurch sich diese hervorragend für den Leichtbau in der Automobil-, Luft- und Raumfahrtindustrie eignen. FVK sind ein Verbund aus Verstärkungsfasern und einer Kunststoffmatrix. Die Fasern werden bei einem Wickelprozess zur Herstellung von Rohren bisher vorwiegend mit einem duroplastischen Kunststoff verbunden, der einen flüssigen Zustand aufweist. Die Faserbündel (Roving) werden dabei direkt mit dem flüssigen Kunststoff durchtränkt (Direktimprägnierung) und nach der Formgebung unter Temperatureinbringung ausgehärtet. Die Direktimprägnierung als vorgeschalteter Prozess in der Fertigungstechnik zur Herstellung von endlosfaserverstärkten Verbunden mit thermoplastischer Kunststoffmatrix wird aufgrund der hohen Schmelzviskosität der Thermoplaste und den daraus resultierenden Herausforderungen bei der Fasertränkung selten in der Industrie verwendet. In Industrieanwendungen werden dagegen bereits fertig konsolidierte Fasergewebe-Thermoplast-Halbzeuge (Organobleche) verarbeitet. Da diese Kunststoffgruppe im Gegensatz zu duroplastischen Vertretern schmelzbar ist, eine geringere Verarbeitungszeit aufweist, recyclebar ist und zudem umweltschonender produziert werden kann, ist es aus technologischer und ökologischer Sichtweise sinnvoll, die Fertigungstechnik von thermoplastischen Faserverbundwerkstoffen weiter zu erforschen.

Thermoplastwickelprozess

Der Wickelprozess mit Verstärkungsfasern und thermoplastischem Kunststoff ist in Abbildung 1 dargestellt. Die Verstärkungsfasern sind auf einer Spule aufgerollt und an einer Abzugeinheit fixiert. Der Roving wird an der Wickelanlage in das Faserimprägniermodul geführt.

Die imprägnierten Fasern werden anschließend auf einem sich drehenden Wickeldorn abgelegt. Zur Produktion eines mehrschichtigen faserverstärkten Thermoplastrohres, dessen mechanische Eigenschaften optimal in Abhängigkeit der auftretenden Belastung ausgelegt sind, werden verschiedene Wickelwinkel durch geregelte Geschwindigkeiten der Anlagenelemente generiert.

Schmelzbadimprägnierprozess

Die im Rahmen des Forschungsprojekts entwickelte Schmelzbadimprägniereinheit ist in Abbildung 2 dargestellt. Der Roving wird von der rechten Seite in das Modul eingeführt und über zwei Rollen aufgespreizt. Diese Verbreiterung des Rovings bedingt eine Abflachung des Faserbündels und ermöglicht somit eine Verbesserung der Imprägnierung (Abbildung 2). Die geometrischen und physikalischen Zusammenhänge aus Imprägniertiefe, Rovingabmessungen zur Feststellung der Permeabilität und den damit verbundenen Imprägnierungsgrad werden durch Bates [2] und Ren [4] mathematisch beschrieben. Anschließend taucht der Roving in das Schmelzbad aus flüssigem Kunststoff ein. Dieses wird durch den Extruderbolzen, der mit dem Thermoplastextruder auf der Rückseite verbunden ist, befüllt. Die eigentliche Imprägnierung findet aufgrund des erhöhten Druckes kurz bevor der Roving den Imprägnierbolzen berührt, statt (Abbildung 2). Die Beschreibung des Imprägnierprozesses in diesem Bereich basiert auf dem Darcy-Gesetz [3]. Da die Viskosität des Thermoplasts von der Temperatur nach der Andrade-Gleichung [1] abhängig ist und die Imprägnierung wiederum von der Viskosität, ist in jedem Imprägnierbolzen eine Heizpatrone verbaut. Diese sorgen durch eine geeignete Regelung dafür, dass am Bolzen der Thermoplast auf die exakte Imprägnierungstemperatur aufgeheizt ist. Nach mehrmaliger Imprägnierung durch die weiteren feststehenden Bolzen wird der nun entstandene Faserkunststoffverbund über eine Abstreifvorrichtung nach außen geleitet.

Die Herausforderung in der Auslegung der Baugruppenkomponenten und Einstellparameter besteht in der Optimierung aller geometrischen, mechanischen und physikalischen Parameter in Hinblick auf die Imprägnierqualität. Diese Parameter gründen auf den erwähnten physikalischen Gesetzmäßigkeiten des Imprägnierprozesses, die in Wechselwirkung zueinander stehen. Dabei gilt es, ein Optimum zwischen einer angemessenen Faserbruchrate und eines minimal erforderlichen Imprägnierungsgrades zu erreichen.

Projektleiter

- Prof. Dr.-Ing. Ingo Ehrlich
Labor für Faserverbundtechnik
ingo.ehrlich@oth-regensburg.de
- Prof. Dr.-Ing. Stefan Hierl
Labor Lasermaterialbearbeitung
stefan.hierl@oth-regensburg.de

Projektmitarbeiter

- Marco Siegl (M.Sc.)
marco.siegl@oth-regensburg.de
- Anton Schmailzl (M.Sc.)
anton2.schmailzl@oth-regensburg.de

Geldgeber

Europäische Union – Europäischer Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE)

Kooperationspartner

University of West Bohemia, New Technologie-Research Centre, Pilsen (CZ)

Projektlaufzeit: 36 Monate

Fördersumme: 967.000 Euro

Homepage

<https://www.oth-regensburg.de/forschung/forschungsprofil/forschungscluster/kmk.html>
<https://www.oth-regensburg.de/lft>
<https://www.oth-regensburg.de/fakultaeten/maschinenbau/labore/lmp-lab.html>

Zusammenfassung

Der vorgestellte Wickelprozess mit Imprägnierung der Verstärkungsfasern mit thermoplastischem Kunststoff stellt den Teil des Materialherstellungsprozesses im Projekt TheCoS dar. Hierzu wurde eigens eine neue Imprägniertechnik mittels Schmelzbadimprägnierung unter Berücksichtigung der physikalischen Gegebenheiten ausgelegt und entwickelt. Erste Versuche zeigen die Funktionalität des Imprägniermoduls auf und auch Schwachstellen, die konstruktiv gelöst werden können.

Marco Siegl, Ingo Ehrlich
OTH Regensburg ■

LITERATUR

- [1] Andrade, E.: XLI. A theory of the viscosity of liquids. The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, Vol. 17, No. 7, pp. 497-511, 1934
- [2] Bates, P. J.; Charrier, J. M.: Effect of process parameters on melt impregnation of glass roving. Journal of Thermoplastic Composite Materials, Vol. 12, No. 4, pp. 276-296, 1999
- [3] Gaymans, R. J.; Wevers, E.: Impregnation of a glass fibre roving with a polypropylene melt in a pin assisted process. Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, Vol. 29, No. 5, pp. 663-670, 1998
- [4] Ren, F.; Yu, Y.; Yang, J.; Xin, C.; He, Y.: A Mathematical Model for Continuous Fiber Reinforced Thermoplastic Composite in Melt Impregnation. Applied Composite Materials, Vol. 35, No. 5, pp. 408-425, 2016

Laserablationssystem zur Strukturierung von Halbleitermaterialien

Zur Vereinzelung von Chips auf einem Wafer wurde im Rahmen einer Masterarbeit ein Laserablationssystem aufgebaut. Dabei wird nicht wie üblich der Wafer verfahren, sondern der Laserstrahl durch einen Scankopf abgelenkt. Der diodengepumpte, gütegeschaltete Festkörperlaser erreicht durch Frequenzverdreifung eine Wellenlänge von 355 nm. Bei einer Wiederholrate von 60k Hz werden damit Pulsweiten von 35 ns und eine mittlere Ausgangsleistung von 10 W realisiert. Mit diesem Aufbau können 4"-Wafer bis zu einer Dicke von 650 µm aus Silizium sowie Saphir angeritzt bzw. komplett durchgetrennt werden.

Einleitung

Zur konventionellen Chipvereinzelung von Wafern werden hauptsächlich Spindelrennsägen verwendet. Mit diamantbeschichteten Trennscheiben einer Dicke von 60 µm bis zu 300 µm können verschiedenste Materialien bzw. Kombinationen aus Silizium, Glas und Keramik mit hoher Genauigkeit geschnitten werden. In Abhängigkeit der Vorschubgeschwindigkeit bilden sich bei der Methode jedoch deutliche Ausbrüche an den Trenngräben, vor allem beim Trennen von Verbindungshalbleitern, da das Material sehr spröde ist. Zudem steigt derzeit der Bedarf an gedünnten Wafern für Technologien wie SiP (System in Package), was ebenfalls die Gefahr der Bruch- und Rissbildung [1] erhöht.

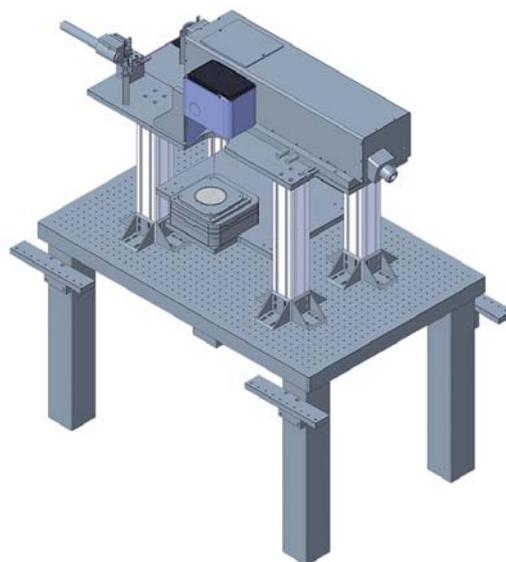
Als Alternative zum Spindelrennsägen bietet sich das Laserschneiden an [2]–[4]. Dieses Verfahren nutzt einen Laser, um eine hohe Geschwindigkeit, Genauigkeit und Qualität bei der Bearbeitung von Materialien zu erreichen. Da bei dem System keine Kühlung und Schmierung der Trennscheibe bzw. Wafers benötigt wird, ermöglicht dies die Trennung von besonders empfindlichen Chips, die offenliegende Membranen oder filigrane Strukturen aufweisen. Man unterscheidet zwei Arten, das Ablationsverfahren und das soge. Stealth Dicing. Beim Ablationsverfahren wird das Material verdampft oder sublimiert, indem die Laserenergie für eine sehr kurze Zeitspanne auf eine kleine Fläche fokussiert wird. Dahingegen wird beim Stealth Dicing eine modifizierte Schicht durch die Fokussierung des Lasers im Inneren des Werkstücks gebildet. Durch einen Bandexpander erfolgt anschließend die Trennung bzw. Vereinzelung. Die Anschaffungskosten sind aber bei den Lasersystemen erheblich größer als bei den Spindelrennsägen. Die Wellenlänge des Lasers muss darüber hinaus für die Materialien geeignet sein.

Lasersystem

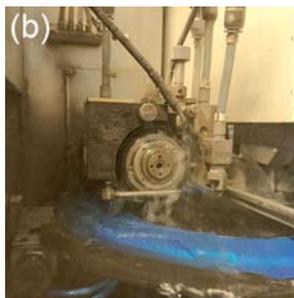
Es handelt sich um ein Laserablationssystem, das im Gegensatz zu einem konventionellen System nicht den Wafer verfährt, sondern den Laserstrahl entsprechend

ablenkt. Dies wird durch einen 2D-Scankopf (RACOON 8,5s der Arges GmbH), dessen Spiegelkomponenten auf den diodengepumpte, gütegeschalteten Festkörperlaser (AVIA 355-10 der Coherent GmbH) mit einem Strahldurchmesser von 3,5 mm abgestimmt sind, realisiert. Da der Laserstrahl auf der gesamten Arbeitsfläche (109 x 109 mm²) beliebig abgelenkt werden kann, ermöglicht dies weitere Anwendungsfelder abseits der Chipvereinzelung. Das System kann z. B. auch zur Strukturierung von Oberflächen, zum Schneiden beliebiger

(a)



(b)



(c)

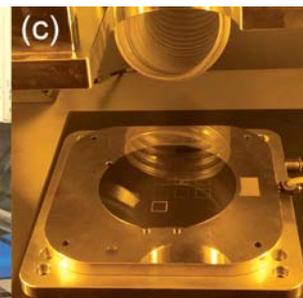


Abb. 1: CAD-Modell des Laserablationssystems (a) ohne Schutzumhausung. Aufnahme der konventionellen Spindelrennsäge (b) und des Laserablationssystems mit 2D-Scankopf (c) in Betrieb.

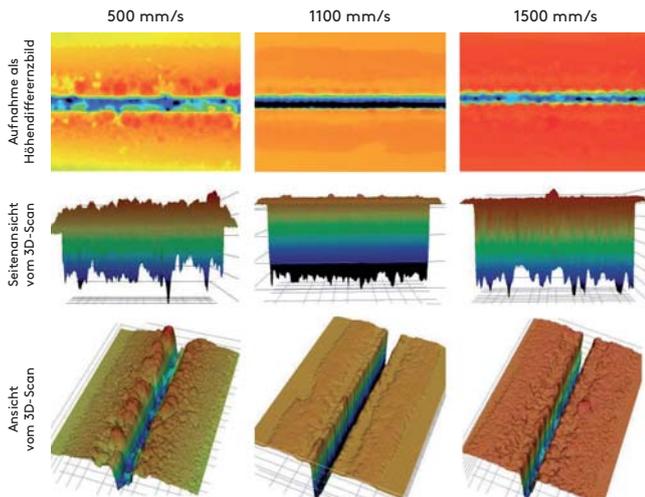


Abb. 2: Beispielhafte 3D-Laserscanaufnahme eines Trenngrabens in Silizium bei verschiedenen Vorschubgeschwindigkeiten nach jeweils 100 Wiederholungen [5].

Formen sowie zum Laser-Liftoff (Ablösen einer Materialschicht vom Substrat durch Bestrahlung einer auf dem Substrat im Vorfeld gebildeten Schicht) verwendet werden. Der Laser erreicht durch Frequenzverdreifung eine Wellenlänge von 355 nm und eignet sich für die Bearbeitung von Silizium, Saphir und Keramiken. Bei einer Wiederholrate von 60 kHz können Pulsweiten von 35 ns und eine mittlere Ausgangsleistung von 10 W (entspricht ca. 160 μ J Ausgangsenergie) realisiert werden. Mit der F-Theta Linse (Brennweite 174 mm und Apertur von 6 mm) wird der Laserspot auf ca. 30 μ m in der Fokusebene verkleinert. Das System ist auf einem schwingungsgedämpften optischen Tisch (Newport Corporation) in einer Schutzumhausung mit einer Filter-Ventilator-Einheit und Absaugung aufgebaut. Zur Justierung ist ein 2 mW Helium-Neon Laser (1103/P der JDS Uniphase Corporation) mit einer Wellenlänge von 632 nm verbaut. In Abbildung 1 werden ein CAD-Modell des Laserablationssystems (a) und beide Trennsysteme in Betrieb (b, c) gezeigt.

Materialbearbeitung

Neben der Pulswiederholrate gibt es zwei weitere wichtige Parameter für die Laserablation. Diese sind Vorschubgeschwindigkeit und die Anzahl der Wiederholungen des Schnittes (Abb. 2 aus [5]). Erste Untersuchungen zeigten, dass bei Vorschubgeschwindigkeiten unter 500 mm/s die Verunreinigungen bzw. Ablagerun-

gen auf der Oberfläche erheblich ausgeprägter sind, da Aufschmelzeffekte auftreten. Wenn die Vorschubgeschwindigkeit hingegen auf über 1500 mm/s erhöht wird, ist der Pulsüberlapp nicht mehr gegeben und es entsteht ein welliger Schnitt. Die besten Ergebnisse wurden bei Silizium mit einer Vorschubgeschwindigkeit von 1100 mm/s erreicht. Mit der Veränderung der Anzahl an Wiederholungen kann die Tiefe des Trenngrabens eingestellt werden.

Ausblick

Das von uns aufgebaute Laserablationssystem zeigt sehr vielversprechende Ergebnisse bei der Trennung von Silizium, Saphir und Keramiken. Bei Silizium wurden bereits ausführliche Untersuchungen durchgeführt. Des Weiteren soll mit dem Aufbau die Möglichkeiten zur Oberflächenbearbeitung bzw. zum flächigen Abtrag untersucht werden. Dieses System wird künftig hauptsächlich zur Einzelung von Chips im Rahmen der Lehre bzw. des Reinraumpraktikums im Bachelorstudiengang Mikrosystemtechnik zum Einsatz kommen und eröffnet darüber hinaus aber auch neue Möglichkeiten für die angewandte Forschung mit verschiedenen Materialien und deren Mikrostrukturierung.

*Robert Ławrowski, Matthias Hausladen,
Christoph Langer, Rupert Schreiner
OTH Regensburg* ■

Projektleiter

Prof. Dr. rer. nat. Rupert Schreiner
Elektronenoptische und Optoelektronische Systeme (LEOS)
rupert.schreiner@oth-regensburg.de

Projektmitarbeiter

Robert Ławrowski, Matthias Hausladen, Christoph Langer

Geldgeber

Masterarbeit finanziert von der Arges GmbH

Kooperationspartner

Arges GmbH, Wackersdorf

Projektlaufzeit: 6 Monate

Homepage

www.oth-regensburg.de/forschung/forschungsprofil/forschungscluster/leos.html

LITERATUR

- [1] J. M. Bovatsek and R. S. Patel, „Highest-speed dicing of thin silicon wafers with nanosecond-pulse 355nm q-switched laser source using line-focus fluence optimization technique,“ presented at the Laser-based Micro- and Nanopackaging and Assembly IV, 2010, vol. 7585, p. 75850K.
- [2] J. R. Lawrence, *Advances in Laser Materials Processing: Technology, Research and Applications*. Woodhead Publishing, 2017.
- [3] W. Koechner and M. Bass, *Solid-State Lasers: A Graduate Text*. New York: Springer-Verlag, 2003.
- [4] J. Meijer, „Laser beam machining (LBM), state of the art and new opportunities,“ *J. Mater. Process. Technol.*, vol. 149, no. 1, pp. 2-17, Jun. 2004.
- [5] Pang Kang Jiunn, „Laser Dicing of Several Semiconductor Materials“. OTH-Regensburg, Dez. 2016.

ANZEIGE



e *Wir machen -mobil Bayern ...*

Damit auch Bayerns Regionen Fahrt aufnehmen können, braucht es eine flächen-deckende Ladeinfrastruktur. Für Unternehmen, Privatpersonen und Kommunen sind wir der fachkundige Partner: von der Lade-säule über die Wartung bis zur Abrechnung. Wir beraten Sie gerne!

www.bayernwerk.de/elektromobilitaet

bayernwerk

Energie und Mobilität

Energie und Mobilität sind für unsere Gesellschaft sowie Wirtschaft von höchster Bedeutung. Zudem stellen sie uns stets vor neue Herausforderungen: von erneuerbaren Energien bis zum intelligenten Energiemanagement und von intelligenter Fahrerassistenz bis zu neuartigen sicheren Mobilitätskonzepten. Ein ressourcenschonender und effizienter Umgang ist hierfür unerlässlich. Unsere Forschungsansätze zielen darauf ab, Energie effizienter zu nutzen und zu speichern sowie Mobilitätsstrukturen sicherer zu gestalten.

SyNErgie: Steuerverfahren für Blindleistungsquellen zur Optimierung der Blindleistungsbilanz von Mittelspannungsnetzen

Die Energiewende stellt Netzbetreiber vor neue Herausforderungen. Ein Aspekt ist dabei die Blindleistungsbereitstellung. Blindleistungsflüsse im Stromnetz beeinflussen die Spannungshaltung und Netzstabilität. Derzeit gleichen diese unerwünschten Ströme vorrangig konventionelle Kraftwerke aus. Aufgrund des Wegfalls der großen Atom- und Kohleleiler benötigt das System neue Lösungen. Ziel des Vorhabens SyNErgie ist die Beschreibung von Netzplanungs- und Netzführungsstrategien – mit Augenmerk auf der Integration eines Blindleistungsmanagements – hinsichtlich Regelungs- und Planungsstrategien.

Was ist Blindleistung „Q“?

Blindleistung entsteht überwiegend beim Auf- und Abbau magnetischer Felder z. B. in elektrischen Motoren. Blindleistung kann beim Verbraucher nicht in Nutz-/Wirkenergie wie z. B. Licht oder Wärme umgesetzt werden, weshalb sie den Zusatz „Blind“ trägt. Blindleistungsflüsse werden zur Spannungshaltung und Netzstabilität im Stromnetz aktiv hervorgerufen. Derzeit gleichen den Blindleistungsbedarf vorrangig konventionelle Kraftwerke aus. Aufgrund des sukzessiven Wegfalls der großen Atom- und Kohleleiler benötigt das Stromnetz jedoch alternative Lösungen.

Kurzvorstellung des Forschungsprojektes

Ziel des Vorhabens SyNErgie (Systemoptimierendes Netz- und Energiemanagement für die Verteilungsnetze der Zukunft) ist das Identifizieren und Bewerten alternativer Blindleistungsbereitstellungsoptionen zur Deckung des

Blindleistungsbedarfs eines Mittelspannungsnetzes. Abschließend werden die Ergebnisse in anwendbare Planungs- und Betriebskonzepte für Mittelspannungsnetzbetreiber überführt. Im Fokus stehen primär betriebliche Kompensationsanlagen (kompensieren Blindleistung im Netz großer Firmen) und dezentrale Erzeugungsanlagen (z. B. Solar- und Wind-Anlagen), die in der Mittelspannungsebene (20.000 V) angeschlossen sind. Über Messdaten (mit Auflösungen bis in den Sekundenbereich) wird im ersten Schritt das theoretische Blindleistungspotenzial ausgewählter realer Anlagen erfasst. Über Hochrechnungen und Simulationen wird dann ein für das Stromnetz nutzbares Potenzial abgeleitet, das die Basis für die Auslegung von Versuchsreihen im realen Betrieb („Feldversuch“) bildet.

Der Projektverbund setzt sich aus den beiden Verteilnetzbetreibern Main-Donau Netzgesellschaft mbH und Mainfranken Netze GmbH, den beiden Kompensationsanlagenherstellern FRAKO Kondensatoren- und Anlagenbau GmbH und KBR GmbH sowie der OTH Regensburg zusammen.

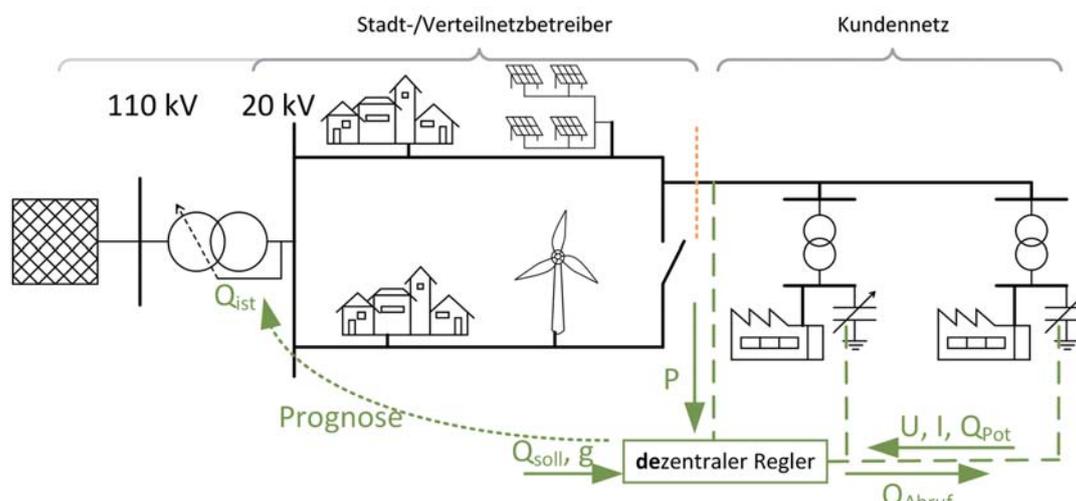


Abb. 1: Schematische Darstellung des autarken dezentralen Regelkonzepts mit Prognose des Blindleistungsverhaltens des Stromnetzes mittels lokaler Führungsgrößen bzw. historischer Messdaten

Teilprojektergebnis: Konzept der dezentralen Blindleistungsregelung

Für großflächige Mittelspannungsnetze wird aufgrund der räumlichen Verteilung von potenziellen Blindleistungsquellen die Entwicklung eines autarken Regelkonzeptes angestrebt (Abbildung 1). Ziel ist es, die Blindleistungsquellen nur über lokal verfügbare Messgrößen und/oder historische Messdaten netzdienlich zu steuern. Die Einhaltung von Strom- und Spannungsrestriktionen im Mittelspannungsnetz wird dabei nicht über Messtechnik, sondern über Planungsansätze sichergestellt. Um einen zielgerichteten Blindleistungsabruf an der jeweiligen Blindleistungsquelle koordinieren zu können, bedarf es geeigneter Methoden zur Prognose des Ist-Blindleistungsverhaltens des Stromnetzes, die als exemplarische Projektergebnisse im Weiteren vorgestellt werden.

In SyNErgie wurden zwei unterschiedliche Prognoseansätze untersucht, die Regressions- und Zeitreihenanalyse. Die Regression stellt einen mathematischen Zusammenhang zwischen der zu prognostizierenden Größe und sogenannten Führungsgrößen her. In einer umfangreichen Korrelationsuntersuchung wurden der Wirkleistungsbezug P_{Betrieb} des Betriebes und die Wirkleistungseinspeisung P_{PV} von Photovoltaikanlagen als hinreichend genaue Führungsgrößen identifiziert. Zudem ist durch das wöchentlich periodische Verhalten des Betriebes der Tagtyp (Werktag, Wochenende, Feiertag) von großer Relevanz. Folgende Regressionsgleichung formuliert den ermittelten Zusammenhang zwischen den Führungsgrößen und dem Blindleistungsverhalten des Stromnetzes:

$$Q_{\text{Prognose}} = b_0(\text{Tagtyp}) + b_1(\text{Tagtyp}) \cdot P_{\text{Betrieb}} + b_2(\text{Tagtyp}) \cdot P_{\text{PV}}$$

Die zweite betrachtete Methode ist die Zeitreihenanalyse mittels additiven Komponenten. Hierbei werden historische Daten des Ist-Blindleistungsverhaltens in die Bestandteile Zyklus-, Trend- und Restkomponente zerlegt. Zur Prognose werden die Zyklus- und Trendkomponente

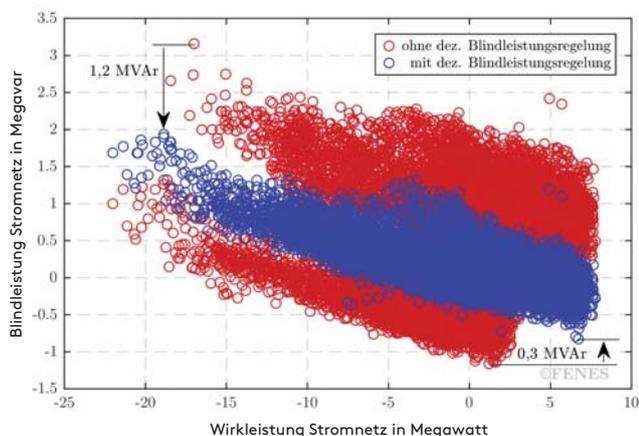


Abb. 2: Simulierte Wirk-Blindleistungsverhaltens des untersuchten Mittelspannungsnetzes ohne (rot) und mit (blau) dezentraler Blindleistungsregelung durch die Kompensationsanlagen eines Betriebes.

Projektleiter

Prof. Dr.-Ing. Oliver Brückl, FENES
oliver.brueckl@oth-regensburg.de

Projektmitarbeiter OTH Regensburg

Matthias Haslbeck (M.Sc.), Christian Adelt,
Johannes Rauch (B.Eng.), Reinhard Kreuzer (M.Sc.),
Philipp Schulz (B.Eng.), Johannes Rossmann (B.Eng.),
Andreas Berling (B.Eng.)

Förderzeitraum: 1. März 2015 bis 1. Mai 2018

Fördersumme: 776.000 Euro (Anteil OTH Regensburg)
1,5 Mio. Euro (Gesamt volumen)

Ausführende Stelle

OTH Regensburg – Forschungsstelle für Energiespeicher
und Energienetze (FENES), Regensburg

Geldgeber

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi.IIC6)

Förderprogramm: Energie

Homepage

forschung-stromnetze.info/projekte/neues-blindleistungs-
management-fuer-verteilnetze/fenes.net/SyNErgie

additiv überlagert. Die Zykluskomponente beschreibt den mittleren Wochenverlauf eines Jahres. Die Trendkomponente spiegelt den jahreszeitlichen Einfluss wider. Stochastische Abweichungen und sonstige Störungen, die nicht diesen beiden anderen Komponenten zugeordnet werden können, werden in der Restkomponente zusammengefasst und nicht in die Prognose übernommen.

Beide Prognosen zeigen im untersuchten Zeitbereich gute Übereinstimmung mit der Messung aus dem Feldversuch. Die Genauigkeit einer Prognose wird vor allem durch die Dominanz eines Betriebes oder eines Einspeiseanlagentyps (z. B. PV) bestimmt, da dieser das Blindleistungsverhalten des Stromnetzes maßgeblich beeinflusst. Im betrachteten Stromnetz herrscht ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen Einspeisung und Verbrauch, weshalb für die simulative Auswertung der dezentralen Blindleistungsregelung der Mittelwert aus beiden Prognoseansätzen verwendet wurde. Den erzielten exemplarischen Einfluss auf das Wirk-Blindleistungsverhalten eines Mittelspannungsnetzes zeigt Abbildung 2. Hierbei wird versucht das Blindleistungsverhalten (Ordinate) gegen null zu kompensieren. Unter Berücksichtigung des Blindleistungspotenzials des Betrachteten Betriebes (ca. -6 MVar bis ca. 4 MVar) und im Rahmen der Prognosegenauigkeit ($\mu = -2,3 \text{ kVar}$, $\sigma = 427 \text{ kVar}$) kann das induktive Maximum um ca. 1,2 MVar und das kapazitive um ca. 0,3 MVar reduziert werden.

Eine ausführliche Darstellung aller Ergebnisse ist im Abschlussbericht unter www.fenes.net zu finden.

Matthias Haslbeck, Reinhard Kreuzer, Oliver Brückl
OTH Regensburg ■

QUARREE100: Innovative Energieversorgungssysteme in Bestandsquartieren – Heide eine Modellregion

Die Energiewende benötigt zu ihrem Gelingen neue Impulse und innovative Lösungen. An dem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Leuchtturmprojekt QUARREE100 mit dem Förderprogramm „Solares Bauen/Energieeffiziente Stadt“ ist die OTH Regensburg beteiligt. Das Großprojekt mit über 20 Partnern geht der Fragestellung nach, wie eine zukunftsfähige Energieversorgung eines 20 Hektar großen Stadtteils in Heide aussehen kann. Damit zählt Heide zu einem von insgesamt sechs deutschlandweit geförderten Demonstrationsobjekten zum Thema, wie erneuerbare Energien in Bestandsquartiere integriert werden können.

Am Forschungsprojekt „Resiliente, integrierte und systemdienliche Energieversorgungssysteme im städtischen Bestandsquartier unter vollständiger Integration erneuerbarer Energien (QUARREE100) – Reallabor Rüdorfer Kamp“ arbeiten insgesamt 23 Partner, darunter Hochschulen, Forschungseinrichtungen, Unternehmen und kommunale Einrichtungen. Die OTH Regensburg ist fakultätsübergreifend mit drei Einrichtungen an dem Großprojekt beteiligt: Forschungsstelle für Energienetze und Energiespeicher (FENES), Labor Verbrennungsmotoren und Abgasnachbehandlung (CEEC), Labor Sorptionsprozesse. Im Rahmen dieses Projektes entwickelt das

Projektteam der OTH Regensburg ein sektorenübergreifendes Simulationsmodell von Energieflüssen auf Quartiersebene. Daneben liegt der Fokus auf der Entwicklung eines Speichersystems, das auf einem Elektrolyseur, einem neuartigen thermochemischen Energiespeicher und einem angepassten Verbrennungsmotor basiert.

Gemeinsames Ziel des Konsortiums ist die Entwicklung von skalierbaren und übertragbaren Lösungen, welche in Quartieren die Einbindung von hohen Anteilen erneuerbarer Energien in allen Nutzungssektoren (Strom, Wärme, Verkehr) zulassen und dabei das Quartier ins Gesamtenergiesystem integrieren. Beispielhaft gibt es am Standort Heide ein relevantes Potenzial an Windenergie, das lokal genutzt werden soll. Für die effektive Integration der erneuerbaren Energien in Bestandsquartiere sind innovative Technologien erforderlich. Diese sollen auf Quartiersebene sowie regionalen Verbänden aus Siedlungen, Gewerbe und Industrie zu einer hochgradig flexiblen Energieversorgung inklusive Kopplung der dazugehörigen Versorgungssysteme beitragen. Diese Konzepte werden im vorliegenden Vorhaben entwickelt, getestet und im Reallabor implementiert. Des Weiteren werden Werkzeuge für eine Planung von integrierten, systemdienlichen und quartiersbezogenen Energiesystemen benötigt, die sich auch auf andere Projekte übertragen lassen. Daher wird ein Baukasten mit Werkzeugen von Simulations- und Analysetools bis hin zu Partizipationskonzepten entwickelt.

Die erarbeiteten Technologien, Systeme und Konzepte werden im Reallabor Rüdorfer Kamp (Heide) für die Umgestaltung und Entwicklung eines heterogenen Quartiers genutzt und ihre Leistungsfähigkeit sowie Übertragbarkeit mit einem Monitoringkonzept überprüft. Die grundlegenden Forschungs-, Entwicklungs- sowie Umsetzungsphasen des Vorhabens sind eng miteinander verbunden und werden von einem interdisziplinären Konsortium aus Wissenschaft, kommunalen Akteuren und Unternehmen umgesetzt. Ein großer Fokus liegt auf

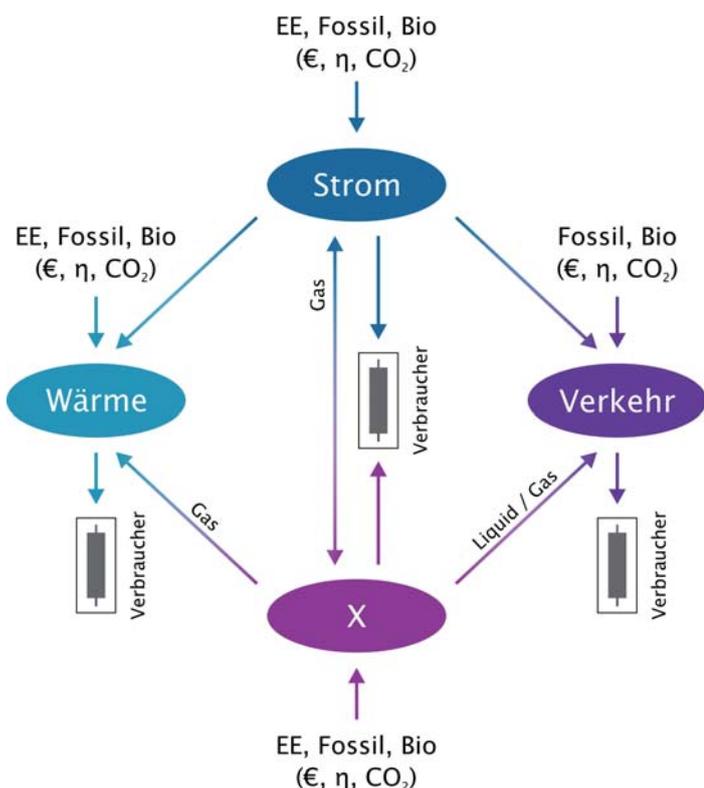


Abb. 1: Betrachtete Sektoren und deren Zusammenhänge



der Öffentlichkeitsarbeit und der Einbindung der Bedürfnisse der ortsansässigen Bevölkerung.

FENES beteiligt sich an diesem Projekt mit der Entwicklung eines sektorenübergreifenden Simulationsmodells zur Darstellung von Energieflüssen in Bestandsquartieren, der Identifikation von Flexibilitätspotenzialen, der Stabilitätsbetrachtung sowie der Ermittlung möglicher Umsetzungsoptionen einer Sektorenkopplung. In Abbildung 1 sind die betrachteten Sektoren und deren Zusammenhänge im geplanten Simulationsmodell dargestellt. Ausgehend von den Kosten (€), Wirkungsgraden (η), Emissionsfaktoren (CO_2) sowie weiterer ausgesuchter Parameter von verschiedenen Technologien kann die Struktur der Energieversorgung im Quartier sektorenscharf dargestellt werden. In diesem Zusammenhang steht auch die Entwicklung eines einspeise- und entwicklungs-offenem Wärmeverbundes unter Berücksichtigung wirtschaftlicher und technischer Aspekte im Fokus.

Neben diesem Themenkomplex wird in Zusammenarbeit mit Prof. Dr.-Ing. Belal Dawoud, Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Rabl und deren Mitarbeitern ein neuartiges Speichersystem modelliert und simuliert. Basierend darauf, erfolgt eine Weiterentwicklung des Konzeptes sowie der Aufbau eines Demonstrators. Zentrales Element dieses Systems ist ein neuartiger thermochemischer Energiespeicher. Für die thermochemische Reaktion wird Wasserstoff

Projektleiter

Prof. Dr.-Ing. Michael Sterner
Forschungsstelle für Energienetze und Energiespeicher (FENES)
Elektro- und Informationstechnik
michael.sterner@oth-regensburg.de

Projektmitarbeiter

Prof. Dr.-Ing. Belal Dawoud, Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Rabl, Bernd Gamisch, Ottfried Schmidt, Fabian Eckert, Leon Schumm, Felix Senftl, Daniel Rank, Michael Heberl

Geldgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Kooperationspartner

20 Partner aus Industrie und Forschung

Projektlaufzeit: 60 Monate

Fördersumme

1,44 Mio. Euro (Anteil OTH Regensburg)
24,29 Mio. Euro (Gesamtfördervolumen)

Homepage

<http://fenes.net/forschung/energiespeicher/laufende-projekte/quarree-100/>
<https://quarree100.de/>

benötigt, der von einem an die Bedürfnisse des Energiespeichers angepasstem Elektrolyseur geliefert wird. Beim Ausspeicher entsteht ein Gemisch aus Wasserstoff, Sauerstoff und Wasserdampf, das in einer angepassten Verbrennungskraftmaschine wiederum zu Strom gewandelt werden kann. Bei positiven Resultaten soll das Speicherkonzept bis spätestens 2022 im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderten Projektes im Reallabor in Heide aufgestellt, in die dortige Infrastruktur integriert und getestet werden.

*Belal Dawoud, Hans-Peter Rabl, Michael Sterner,
Bernd Gamisch, Ottfried Schmidt, Michael Heberl
OTH Regensburg ■*

durch gemeinsame Förderung von



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Bayerische Kooperation für Transporteffizienz – Truck 2030

Die TU München und die OTH Regensburg arbeiten im Projekt Truck 2030 gemeinsam mit Partnern aus der Industrie an einem neuen Fahrzeugkonzept für den zukünftigen Straßengüterfernverkehr. Projektziel ist die Entwicklung eines Fahrzeugs unter Betrachtung des Antriebsstrangs und der Gestaltung von Zugmaschine und Auflieger. Die neue Auslegung soll die Gesamtbetriebskosten um bis zu 30 Prozent reduzieren und durch eine Senkung der Emissionen zu mehr Nachhaltigkeit im Güterverkehr beigetragen. Die Aufgabe der OTH Regensburg besteht in der Ermittlung der absehbaren Trends bei ausgewählten Gütergruppen sowie in der Festlegung der erforderlichen Transportaufgaben und Transportkonzepte.

Auswahl der Gütergruppen

Aufgrund der Tatsache, dass kein Fahrzeugkonzept erstellt werden kann, das für sämtliche Gütergruppen gleichermaßen geeignet ist, haben sich die Projektpartner zunächst darauf verständigt, sich auf Stückgüter zu konzentrieren (und damit keine Schüttgüter und Flüssigware). Stückgüter umfassen allgemein Güter wie Palettenware, Fässer, Ware in Gibos oder auf bzw. in anderen Mehrweg- oder Einwegbehältern.

Hautgründe für die Konzentration auf Stückgüter waren

1. die Ergebnisse aus Prognosen, wonach Stückgüter im Vergleich zu Flüssigwaren und Schüttgütern auch in Zukunft die dominierende Güterkategorie bleiben werden;
2. die Zusammensetzung der Projektpartner aus der Industrie, die überwiegend im Bereich Stückgutverkehre (i. w. S.) aktiv sind.

Da die Kategorie Stückgut an sich immer noch sehr unterschiedliche Gütergruppen beinhalten kann, wurde weiter analysiert, welchen Gütergruppen innerhalb der Kategorie Stückgüter heute und vor allem in Zukunft eine Schlüsselrolle zukommt bzw. zukommen wird.

Maßgröße für die Beurteilung der Bedeutung einer Gütergruppe ist einerseits das Verkehrsaufkommen, andererseits die Verkehrsleistung. Ergebnis der Untersuchung

ist, dass v. a. die Gütergruppen Nahrungs- und Genussmittel, Sammelgut (Sendungen zwischen ca. 36 kg und 2500 kg) und Automotive (i. S. v. Volumengütern ohne Container und fertige Fahrzeuge) beim Verkehrsaufkommen und bei der Verkehrsleistung bis 2030 am meisten wachsen werden.

Bei der Einteilung in Gütergruppen, wonach sich Waren artverwandt zusammenfassen, kategorisieren und vergleichen lassen, wurde nach NST-2007 [1] vorgegangen, die auf der CPA (Classification of Products by Activity) basiert und sich in 20 Haupt- und verschiedene Untergruppen gliedert.

Nach den Prognosen des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) wächst das Verkehrsaufkommen im Straßengüterverkehr insgesamt bezogen auf alle Gütergruppen aus dem NST-Verzeichnis um absolut 523 Mio. Tonnen und damit um 16,8 %; die Verkehrsleistung (gemessen in Mrd. Tonnenkilometern) soll sogar um 38,9 % zunehmen. [2].

Transportaufgaben sowie Transportkonzepte

Innerhalb der relevanten Gütergruppen haben sich verschiedene Transportaufgaben und davon abgeleitet Transportkonzepte etabliert, die sich in unterschiedlichen

Gütergruppe	Verkehrsaufkommen (Mio t)		Wachstumsprognose		Verkehrsleistung (Mrd. tkm)		Wachstumsprognose g	
	2010	2030	% p. a.	% absolut	2010	2030	% p. a.	% absolut
NST-2007 Güter gesamt	3116,1	3639,1	0,8	16,8	437,3	607,4	1,7	38,9
Nahrungs- und Genussmittel	341,7	442,1	1,3	29,4	66,8	96,4	1,8	44,3
Sammelgut	315,9	409,6	1,3	29,7	71,7	101,3	1,7	41,3
Automotive-Güter	366,7	472,4	1,3	28,8	82,5	116,5	1,7	41,2

Tab. 1: Verkehrsaufkommen und Verkehrsleistung im Straßengüterverkehr. Quelle: [2]

Streckenprofilen (Distanz, Anzahl der Stopps, Ladegewicht und -volumen) äußern und deshalb diverse Fahrzeugtypen und -ausstattungen erfordern. Grundsätzlich kann in Abhängigkeit von der Transportdistanz zwischen Verteilerverkehr (für den Nahbereich) und Fernverkehr ab 150 km unterschieden werden.

Da im Rahmen dieses Projekts der Straßengüterfernverkehr im Fokus steht, wird im Folgenden ausschließlich auf die Transportaufgaben und Transportkonzepte im Fernverkehr bei den ausgewählten Gütergruppen Sammelgut, Automotive und Nahrungs- und Genussmittel eingegangen.

Beim Sammelgut unterscheidet man grundsätzlich drei Transportprozesse, nämlich den Vorlauf (Vorholung der einzelnen Sammelgutsendungen von diversen Verladern zum Versandpediteur – sog. Regionenverkehr), den Hauptlauf (also den Transport der gebündelten Sammelgutsendungen vom Versandpediteur zum Empfangspediteur – Relationenverkehr) und den Nachlauf (sprich die Zustellung der einzelnen Sammelgutsendungen zu den Empfängern – Regionenverkehr). Einzig der Transportprozess Hauptlauf gehört zum Fernverkehr, weshalb dieser Transportprozess etwas genauer betrachtet wird. Bei jedem Hauptlauf werden unterschiedliche Sendungen von ca. 20–25 Verladern auf einem 40 Tonner LKW gebündelt und im sog. Nachsprung bis spätestens 5 Uhr des Folgetages beim Empfangspediteur angeliefert. Je nach Distanz zwischen Versand- und Empfangspediteur, dem zu verladenden Gewicht und Volumen sowie der Regelmäßigkeit der Verkehre kommen unterschiedliche Transportkonzepte zur Anwendung:

- Direktverkehre,
- Begegnungsverkehre,
- Hubverkehre und
- Rundlaufverkehre.

Bei der Gütergruppe Automotive kann im Fernverkehr zwischen folgenden Transportkonzepten unterschieden werden:

- Direktverkehr Automotive,
- Zwischenwerksverkehr ohne Kontraktlogistikdienstleister,
- Gebietsspediteurkonzept (Strecke: Gebietsspediteur – OEM) und
- Milkrunkonzept.

Im Unterschied zum Sammelgut werden die LKWs im Automotive-Bereich regelmäßig seitlich entladen (Zeitfaktor!) beim Sammelgut über Heck. Anders als beim Sammelgut dominieren bei dieser Gütergruppe als Ladehilfsmittel nicht die Paletten, sondern GIBOs, GLTs und ÜGLTs; als Equipment kommen vor allem Megatrailer (immer: Plane) und Gigaliner (immer: Plane) zum Einsatz.

Projektleiter/in

- Prof. Dr. Bianca Gänßbauer
bianca.gaenssbauer@oth-regensburg.de
- Prof. Dr.-Ing. Werner Bick
werner.bick@oth-regensburg.de

Geldgeber

Bayerische Forschungsstiftung (BFG)

Kooperationspartner

- Technische Universität München
- AVL Software & Functions GmbH, Regensburg
- Elflein Spedition & Transport GmbH, Bamberg
- Knorr-Bremse Systeme für Nutzfahrzeuge GmbH, München
- Kögel Trailer GmbH & Co. KG, Burtenbach
- Kühne + Nagel (AG & Co.) KG, Langenbach

Projektlaufzeit: 36 Monate

Fördersumme

50.000 Euro (Anteil OTH Regensburg)

Homepage

<https://www.truck2030.tum.de/home/>

Charakteristisch für sämtliche Automotive-Transportkonzepte ist weiterhin, dass zwischen Volumenware und „Schwertgut“, wie z. B. Getriebe oder Motoren unterschieden wird, wobei der Anteil der Volumenware durchschnittlich über 60 % beträgt.

Bei der Gütergruppe Nahrungs- und Genussmittel werden im Fernverkehr ebenfalls die Transportkonzepte Direktverkehr und Gebietsspediteurkonzept realisiert. Im Unterschied zum Automotive-Bereich gibt es bei Nahrungs- und Genussmitteln i. d. R. keine Leergutrückführungen; außerdem ist der Empfänger in dem Fall nicht ein OEM, sondern ein Regional- oder Zentrallager.

Aufgrund der Tatsache, dass im Automotive-Bereich

- die prognostizierten Veränderungen absolut von 2010 bis 2030 am größten sind,
- verlässliches Zahlenmaterial durch die Projektpartner zur Verfügung steht sowie
- bei Megatrailern und GigaLinern vergleichsweise größere Einsparungen zu erwarten sind und allgemein der Trend zu größeren Transportmitteln beobachtet werden kann

konzentriert sich das Forschungsprojekt im weiteren Verlauf auf den Bereich Automotive.

*Bianca Gänßbauer, Werner Bick
OTH Regensburg ■*

LITERATUR

[1] Statistisches Bundesamt, „NST-2007 Einheitliches Güterverzeichnis für die Verkehrstatistik“, Wiesbaden, 2008.

[2] M. Schubert, „Verkehrsverflechtungsprognose 2030“, Jun. 2014.

ANZEIGE



Making mobile machines perform
Efficient | Safe | Green

Gestalten Sie mit uns die Zukunft
mobiler Arbeitsmaschinen

Digitalisierung

Automatisierung

Elektrifizierung

Praktikum

Ausbildung

Duales Studium

Abschlussarbeit

Berufseinstieg

Aktuelle Stellenangebote finden
Sie auf unserer Internetseite.

Sensor-Technik Wiedemann GmbH • Am Bärenwald 6 • 87600 Kaufbeuren
Telefon: 08341 9505-0 • Telefax: 08341 9505-55 • E-Mail: bewerbung@sensor-technik.de

www.stw-mm.com

Digitalisierung

Digitalisierung ergänzt als weitere Querschnittstechnologie programmübergreifend alle unsere Forschungs-Leitthemen. Mit ihrem besonderen Innovationspotenzial treibt sie unaufhaltsam Prozesse voran, die in Unternehmen sowie im gesellschaftlichen wie privaten Bereich Veränderungen hervorrufen und Strukturen revolutionieren. Big Data, Machine Learning, Cybersicherheit und Automatisierung sind Kernbereiche unserer Forschungsansätze für digitale Lösungen, um Prozesse, Menschen, Produkte und Maschinen miteinander zu vernetzen.

Sensorik

Sensorik ist für nahezu alle Branchen eine wichtige Schlüsseltechnologie, deren Bedeutung permanent wächst. Als Querschnittstechnologie durchdringt Sensorik alle unsere Leitthemen. In der Energiewirtschaft und der Gebäudeautomatisierung kommt sie ebenso zum Einsatz wie in der Produktionstechnik oder der Medizintechnik. Die Entwicklung von (miniaturisierten) Sensorsystemen liefert neuartige Anwendungskonzepte, die in fast allen Bereichen unseres Alltags zunehmend an Bedeutung gewinnen, da sie unabhängig von menschlichen Eingriffen Steuerungs- und Regelungsfunktionen übernehmen können.

Intelligente Kollisionsvermeidung an Werkzeugmaschinen: Verzahnung von digitaler und realer Welt

Die CNC-Fertigung tendiert zunehmend zu individuellen Kleinserien bis hin zu Einzelteilen. Diese individuelle Fertigung bei zunehmender geometrischer Komplexität von Bauteilen und Spannsituationen erfordert zuverlässige Kollisionssimulationen. Bestehende Lösungen basieren auf „idealen“ CNC-Maschinen und können Abweichungen von der Soll-Situation – z. B. fehlerhaft platzierte Spannmittel – nicht erfassen. Ziel des Projektes ist die Entwicklung einer Kollisionssimulation, die erstmals die reale Ist-Situation in der CNC-Maschine erfasst und berücksichtigt, um „virtuell“ Kollisionen bereits im Vorfeld zuverlässig zu erkennen und damit zu vermeiden.

Um kostspielige Schäden und Maschinenausfallzeiten zu vermeiden, werden CNC-Programme vor der realen Bearbeitung simuliert und auf Kollisionen hin analysiert. Hierbei wird im Bestfall jedoch lediglich der geplante geometrische Zustand der Maschine inklusive Aufspannsituation berücksichtigt, nicht jedoch unvorhergesehene Abweichungen während des Rüstprozesses. Beispiele hierfür sind kurzfristige Änderungen an der geplanten Aufspannung oder auch Positionierfehler beim Aufspannen.

An diesem Punkt setzt das Kooperationsprojekt „Crash Simulation 4.0“ zwischen dem Labor Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (LFW) und der Softwarefirma OPUS Entwicklungs und Vertriebs GmbH aus Kirchheim unter Teck an (Abb. 1). Ziel ist es eine CNC-Simulation zu entwickeln, welche die reale Ist-Situation in der Werkzeugmaschine mit Hilfe von 2D-Kameras erfasst und daraus einen „digitalen Zwilling“ der Ist-Situation erzeugt (Abb. 2). Dieser wird bei der Kollisionsanalyse berücksichtigt

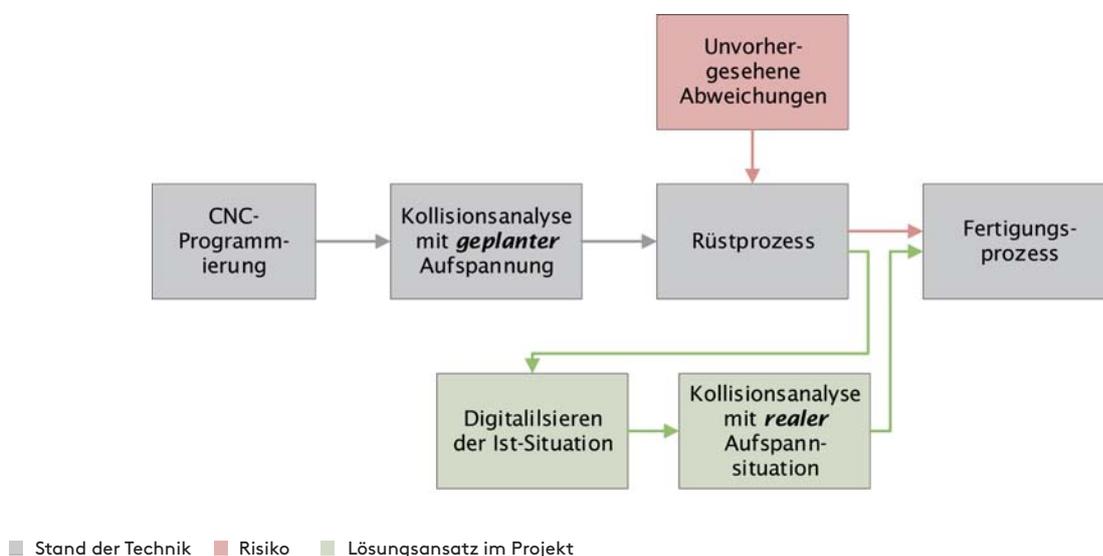


Abb. 1: Angestrebte Lösung im Projekt

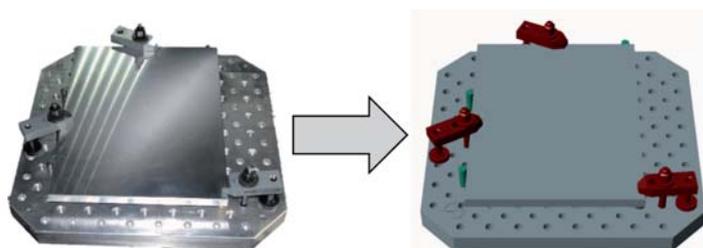


Abb. 2: Beispiel für eine reale Aufspannsituation (links) und deren „digitaler Zwilling“ für die Kollisionsanalyse (rechts)

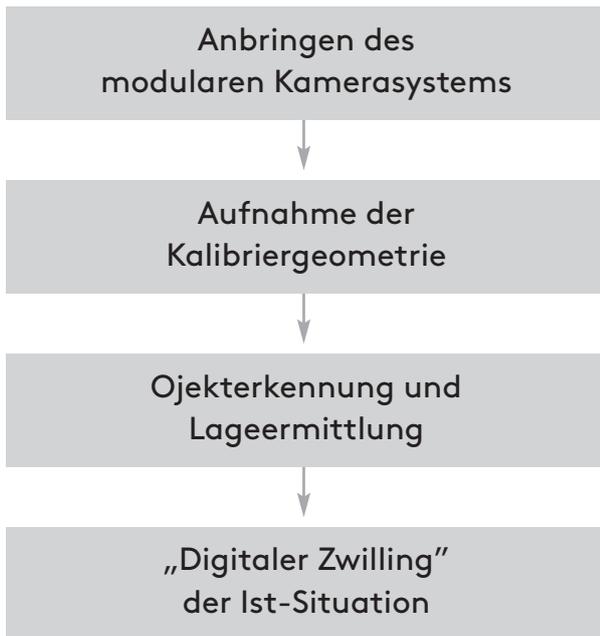


Abb. 3: Ablauf der Digitalisierung einer realen Aufspannsituation mit Hilfe eines Kamerasystems

sichtigt, um Kollisionen im Vorfeld virtuell zu erkennen und entsprechende vorbeugende Maßnahmen zu ergreifen. Den geplanten Ablauf des Digitalisierungsprozesses zeigt Abbildung 3.

Zur Digitalisierung der Ist-Situation wird im FuE-Projekt ein modulares Kamerasystem, bestehend aus mehreren Kameras entwickelt. Ziel ist eine plug-and-play Lösung, die vom Fertigungspersonal selbstständig und flexibel am Einsatzort angebracht werden kann. Die Schwierigkeit liegt darin, dass durch den modularen Einsatz in verschiedensten CNC-Maschinen bzw. am externen Rüstplatz kein fester Bezugspunkt für die 3D-Abbildung gegeben ist, d. h. die Kameras kennen weder ihre eigene Position noch die Position der zweiten Kamera. Hierfür werden automatische Positionierungs-Algorithmen implementiert, welche durch Merkmalsdetektion anhand bekannter Kalibriergeometrie selbstständig die Kameraposition im Raum ermitteln.

Nach dem Anbringen der Kameras und deren automatisierter Kalibrierung erfolgt der eigentliche Rüstvorgang. Während des Rüstens wird die Ist-Situation durch die Kameras ständig erfasst. Im Anschluss an diese bildhafte Erfassung wird die reale Position der einzelnen Spann-

Projektleiter

Prof. Dr.-Ing. Andreas Ellermeier
Maschinenbau
Labor Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen
andreas.ellermeier@oth-regensburg.de,

Projektmitarbeiter

Daniel Vögele (M.Sc.)
daniel1.voegele@oth-regensburg.de

Geldgeber

Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Kooperationspartner

OPUS Entwicklungs und Vertriebs GmbH,
Kirchheim unter Teck

Projektdauerzeit: 26 Monate

Fördersumme: 190.000 Euro

elemente aus den 2D-Bilddaten extrahiert. Dies geschieht unter Zuhilfenahme der 3D-CAD-Modelle der einzelnen Spannmittel. Die Spannmittel werden anhand ihrer Geometrie in den Bildern identifiziert und anschließend wird ihre genaue Position im Raum rekonstruiert. Abbildung 2 zeigt beispielhaft eine reale Aufspannsituation und deren digitalen Zwilling in Form einer CAD-Baugruppe.

Die Schwierigkeit hierbei liegt in den zahlreichen Störeinflüssen innerhalb der CNC-Maschine. Zu diesen gehören beispielsweise variierende Reflexionseigenschaften der einzelnen Bauteile und/oder deren teilweise Verdeckung (Okklusion). Um einen sicheren Fertigungsprozess zu gewährleisten sollte die maximale Positionsabweichung im Bereich <1 mm liegen.

Anhand der rekonstruierten 3D-Positionsdaten wird im Hintergrund parallel zum realen Montageprozess eine CAD-Baugruppe als „digitaler Zwilling“ aus den einzelnen CAD-Komponenten aufgebaut. Mit dieser Baugruppe wird vor dem Fertigungsprozess, oder ggf. parallel dazu eine echtzeitnahe Simulation des gesamten Bearbeitungsprozesses mit Kollisionsanalyse durchgeführt.

Andreas Ellermeier, Daniel Vögele
OTH Regensburg ■

Magnetoaktives Elektret

Ein Magnet, der an allen Oberflächen haftet, also nicht ausschließlich an ferromagnetischen Materialien, war bisher Science-Fiction. Jetzt existiert zum ersten Mal ein solches neuartiges Material. Die Kombination eines magnetisierten magnetoaktiven Polymers mit hartmagnetischen Teilchen und eines mit ferroelektrischen Teilchen verstärkten Elektrets, hat zur Entwicklung eines neuen intelligenten Werkstoffs geführt: dem magnetoaktiven Elektret.

Magnetoaktive Elektrete können so hergestellt werden, dass sie die bekannten magnetischen Eigenschaften eines Permanentmagneten zusammen mit den elektrostatischen Eigenschaften von Elektreten aufweisen. Dies führt zu gleichzeitigen Magnetoadhäsions- und Elektroadhäsionskräften von demselben elastomeren Element.

Um eine Diskontinuität der Bewegungskurve beim Nulldurchgang zu vermeiden, wird ein magnetisches Feld zur Vormagnetisierung bzw. ein elektrisches Feld zur Erzeugung der statischen Ladung verwendet. Dieses neuartige Material bietet beide Bias-Optionen kombiniert in einem einzigen Element.

Aus den Grundlagen der Elektrotechnik ergibt sich, dass die magnetische Induktion (Flussdichte) B mit der angelegten magnetischen Feldstärke H und der magnetischen Suszeptibilität χ_m des Materials {1} zusammenhängt, wobei μ_0 die Vakuumpermeabilität in Ausdruck {2} ist. In einem Permanentmagneten beträgt die magnetische Poldichte $\pm M$ über den Randflächen [Lorrain & Corson, 1970].

$$\text{Magnetpoldichte, } \mathbf{M} = \chi_m \mathbf{H} \quad \{1\}$$

$$\text{und die magnetische Flussdichte } \mathbf{B} = \mu_0 (\mathbf{H} + \mathbf{M}) \quad \{2\}$$

sind abhängig von einem zeitinvarianten Feld, $\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$ und $\nabla \times \mathbf{H} = 0$

$$\mathbf{B} = \mu_0 (1 + \chi_m) \mathbf{H} = \mu_0 \mu_r \mathbf{H} \quad \{3\}$$

$$\text{Für die Dipolstärke pro Flächeneinheit } \mathbf{J}, \mathbf{M} = \frac{\mathbf{J}}{\mu_0} \quad \{4\}$$

Vom praktischen Standpunkt aus betrachtet, sind die wichtigsten Materialeigenschaften für einen Permanentmagneten die Koerzitivfeldstärke (die Magnetfeldstärke, die erforderlich ist, um die magnetische Remanenz zu kompensieren) und die magnetische Energiedichte (das Produkt aus B und H). Für Permanentmagnete aus seltenen Erden (Metalle wie Neodym, Terbium) sind diese beiden Größen relativ hoch [Mayer & Monkman, 2007].



Abb. 1: Magnetoaktives Elektret als Robotergreifer.

Analog zum magnetischen System aus {1} ergibt sich die elektrische Polarisation innerhalb eines Elektrets durch {5}:

$$\mathbf{P} = \chi_e \cdot \epsilon_0 \cdot \mathbf{E} + \mathbf{P}_0 \quad \{5\}$$

wobei χ_e die elektrische Suszeptibilität des Dielektrikums, ϵ_0 die Vakuumdielektrizitätskonstante, E die elektrische Feldstärke und P_0 das permanente Dipolmoment einer einzelnen molekularen Domäne ist.

$$\text{Die elektrische Verschiebung } \mathbf{D} = \epsilon_0 \mathbf{E} + \mathbf{P} \quad \{6\}$$

ist abhängig von einem zeitinvarianten Feld, $\nabla \cdot \mathbf{D} = 0$ und $\nabla \times \mathbf{E} = 0$

$$\mathbf{P} = \epsilon_0 (1 + \chi_e) \mathbf{E} + \mathbf{P}_0 = \epsilon_0 \epsilon_r \mathbf{E} + \mathbf{P}_0 \quad \{7\}$$

Außerhalb des Elektrets, wo $\{6\}$ sich auf $D = \epsilon_0 E$ reduziert, folgen die elektrischen Feldlinien und die Verschiebungsfeldlinien demselben Weg. Innerhalb des Elektrets jedoch laufen die Feldlinien für D und E in entgegengesetzte Richtungen und in der Folge geht in einem sehr dünnen Elektret der Wert von D gegen Null [Lorrain und Corson 1970]. Unabhängig vom Herstellungsprozess wird die Dicke der Elektrete durch den zusätzlichen Partikelgehalt beeinflusst und so wird D immer als entscheidende Größe auftreten.

Der Einschluss von elektrisch hoch-polarisierbaren Partikeln, wie zum Beispiel Barium-Titanat, in die dielektrische Matrix eines Elektrets erhöht die Ladungsdichte. Solche Elektrete werden oft auch als Ferroelektrete bezeichnet [Zhang et al 2014]. Der Anstieg des elektrischen Feldes ist hier groß genug, um eine sehr effektive Elektroadhäsion zu erreichen. Es ist dadurch möglich, dass sowohl Magnetoadhäsion und Elektroadhäsion in einem einzigen Element, wie in Abbildung 1 dargestellt, realisiert werden können.

Das magnetoaktive Elektret hält sich selbst durch Magnetoadhäsion an einem Eisenkern, der auf dem Roboterarm montiert ist, während ein diamagnetischer Gegenstand (Messingscheibe) durch die elektrostatische Kraft festgehalten wird. Die Greiffunktion ist daher mit fast jedem Material möglich – ferromagnetisch, nicht-ferromagnetisch, elektrisch leitend oder isolierend.

Projektleiter

Prof. Dr. Gareth J. Monkman
Mechatronics Research Unit
gareth.monkman@oth-regensburg.de

Projektmitarbeiter/in

- Dirk Sindensberger (Dipl.-Phys.)
dirk.sindensberger@oth-regensburg.de
- Nina Prem (B.Sc.)
nina1.prem@st.oth-regensburg.de

Geldgeber

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
im Rahmen des SPP1681-Forschungsprogramms

Projektlaufzeit: 24 Monate

Fördersumme: 127.000 Euro

Homepage: www.mechatronics.org

Zum Vergleich: typische Greifdrücke (abhängig von Material und Oberfläche) liegen zwischen 60 und 120 N/m² [Monkman et al, 2017]. Die entwickelte Kraft ist nicht besonders hoch, kann aber völlig ohne Stromzufuhr wirken!

Gareth J. Monkman, Nina Prem, Dirk Sindensberger
OTH Regensburg ■

LITERATUR

Lorrain, P & D. R. Corson – Electromagnetic Fields and Waves – Freeman, 1970.
Mayer, M. & G. J. Monkman. – Modern permanent magnetic materials: Advances and limits – Inductica – Berlin Messe 22-24 May 2007.
Monkman G. J., D. Sindensberger, A. Diermeier and N. Prem – The Magnetoactive Electret – Smart Mater. Struct. – 14 June 2017 (online 17 May 2017) {<https://doi.org/10.1088/1361-665X/aa738f>}

Sindensberger, D., N. Prem, A. Diermeier & G. J. Monkman – 3D printing of magneto-active polymers – Poster & Presentation, DFG-Tagung Benedikbeuern, September 2017.
Zhang, X, Q. You Q & G. M. Sessler – Low-cost, large-area, stretchable piezoelectric films based on irradiation-crosslinked poly (propylene) – Macromol. Mater. Eng. 299 290-5, 2014.

Der Micro Pillar Sensor in biologischen und aerodynamischen Strömungsuntersuchungen

Ein Micro Pillar Sensor (MPS) besteht aus mehreren Mikrozyklindern, die zur Messung der Wandschubspannung (WSS) in Strömungen verwendet werden. Durch die Grenzschichtströmung deformieren sich die Strukturen, dabei wird optisch die Verformung detektiert und somit die WSS bestimmt. Das MPS Verhalten wurde zuvor in einer Fluid-Struktur-Kopplung (CFD-FEM) numerisch simuliert. Realisiert wurde der Sensor aus PDMS mit Fotolithographie und einem Mikrogussverfahren. Kalibriert wird der MPS in laminarer und turbulenter Strömung für biomedizinische und aerodynamische Strömungsuntersuchungen.

Einleitung

Neben dem dynamischen Druck und der Strömungsgeschwindigkeit, ist die Wandschubspannung (WSS) eine der wichtigsten strömungsmechanischen Messgrößen. Als Scherkraft ist sie dafür verantwortlich, dass Fluidteilchen bei der Umströmung von Festkörpern in Grenzschichten gebremst werden [5]. Dieser Reibungseffekt ist einer der Hauptgründe für Druckverluste in Strömungen und Kernthema zahlreicher aktueller Forschungen, sowohl in der Aerodynamik, als auch in der Biomedizin. Durch die Kooperation zwischen dem Labor Biofluidmechanik (Fak. MB – Prof. Dr. Krenkel) und dem Labor Mikrosensorik (Fak. AM – Prof. Dr. Schreiner) ist ein Micro Pillar Sensor (MPS) entwickelt worden, um die WSS zur Validierung von Simulationsergebnissen und zur Optimierung von grenzschichtbeeinflussenden Strukturen zu messen [2].

Wirkungsweise des MPS

MPS sind Mikrozyklinder ($H: 200\text{--}400\ \mu\text{m}$, $\varnothing: 10\text{--}30\ \mu\text{m}$) für Strömungsuntersuchungen, welche in den Grenzschichten umströmter Testkörper platziert sind und sich durch die lokale, wandnahe Strömung biegen (Abb. 1a). Der Mechanismus dieses bionischen Sensors ist hierbei den

Härchen der Fledermaus nachempfunden. Die Deformation wird anhand eines Kamerasystems optisch detektiert und auf die lokale WSS computergestützt rückgerechnet. Im Gegensatz zu konventionellen Messsystemen (integrale WSS-Messung) bestimmt der MPS lokal die WSS, wodurch weit tiefere Einblicke in die Grenzschichtanalyse (z. B. in Windkanälen – Abb. 1b) möglich sind [3]. Neben laminaren, ist der MPS auch in turbulenten Strömungen anwendbar [1].

Analytische und numerische Auslegung

Direkt an der Wand umströmter Körper ist die sogenannte viskose Unterschicht zu finden. In dieser dünnen Grenzschicht dominieren die viskosen Kräfte, wodurch eingebettete Sensoren das Messsignal durch ihre Präsenz nicht beeinflussen. Mathematisch kann die Belastung auf den Zylinder während der Umströmung mittels der Oseen-Approximation beschrieben werden. Zusammen mit dem Euler-Bernoulli Theorem, einem mathematischen Biegebalken-Modell aus der Strukturmechanik, kann durch die strömungsinduzierte Biegung die WSS ermittelt werden [1,4]. Die benötigten Strukturen wurden zuvor mittels einer Software in Python3 analytisch ausgelegt. Um die Interaktion des Sensors mit Strö-

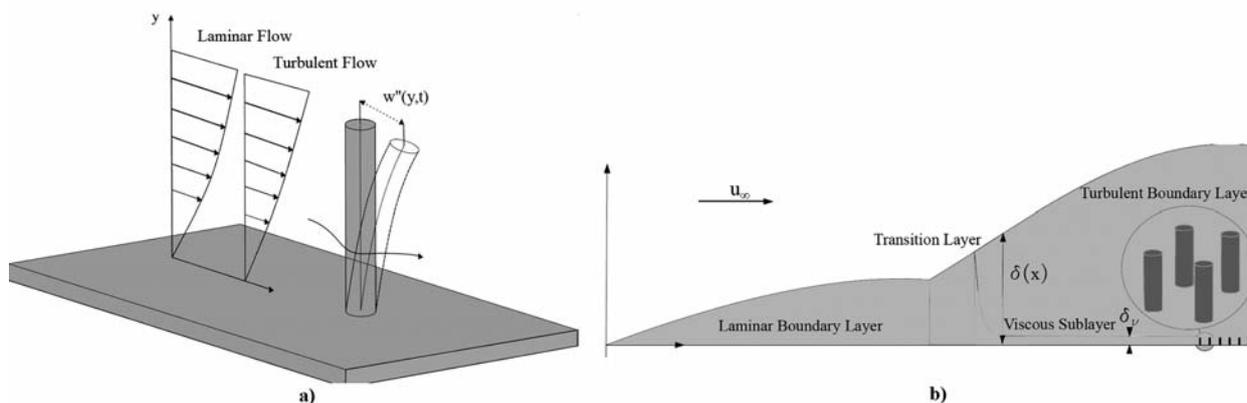


Abb. 1: Schematische Darstellung des MPS:

a) Einsatz des MPS in laminarer oder turbulenter Strömung. b) MPS-Einsatz bei turbulenten Grenzschichten

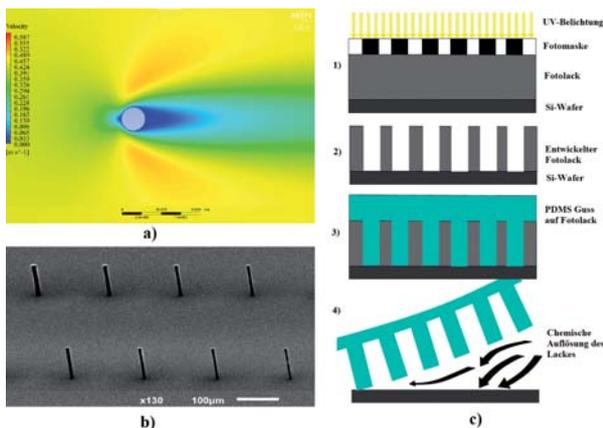


Abb. 2: MPS Prototypen mit Herstellung und numerischer Simulation: a) Numerische 2D-Umströmung des MPS b) Sensorarrays. c) Lithographisches Herstellungsverfahren

mungen genauer zu analysieren, ist zudem mittels ANSYS® ein numerisches Modell des MPS erstellt worden. Durch Kopplung eines FEM- mit einem CFD-Modells (Abb. 2a), sind transiente Strömungszustände im Zusammenspiel mit der Sensordeformation simulierbar. Durch diese Fluid-Structure-Interaction (FSI) konnte die Eignung der mathematischen Sensorbeschreibung und des geplanten laminaren Kalibrierungskanales bestimmt werden.

Sensorherstellung

Wichtige Kriterien für die Sensorherstellung sind hohe Aspektverhältnisse ($H/\varnothing > 10$) und geringe Durchmesser. Ein geeignetes Sensormaterial stellt PDMS (Polydimethylsiloxan) dar. Dieses hochelastische Silikon wird in einem Mikrogussverfahren zum MPS geformt und auf dem Testkörper fixiert. Die hierfür verwendete Mikrogussform wird mittels Fotolithographie erstellt (Abb. 2c). Bei diesem Verfahren wird ein fotosensitiver Fotolack (Dicke: 200–400 μm) auf einem Siliziumwafer aufgetragen und durch eine Fotomaske strukturiert. Neuartig ist hierbei die Trennung des PDMS vom Substrat, indem die Gussform chemisch gelöst wird. Um akkurates Detektieren zu gewährleisten, werden die MPS-Arrays (Abb. 2b) mit einem Gemisch aus PDMS und Rhodamin B, einem fluoreszierenden Farbstoff, beschichtet. Dadurch ergeben sich robust optisch erfassbare Sensorspitzen. Außerdem werden Mikrozyylinder hergestellt, die mit PDMS-Eisen-

oxid-Spitzen versehen sind. Dies ermöglicht zudem die Nutzung der Mikrozyylinder als Aktuator durch Implementierung eines externen Magnetfeldes.

Kalibrierung

Die Kalibrierung des Sensors wird vorerst in laminarer Strömung durchgeführt. Während der Zylinderumströmung werden die lokalen Geschwindigkeiten und die Biegelinie des Sensors mittels Micro-PIV (Particle-Image-Velocimetry) optisch ausgewertet. Die Kalibrierung erfolgt anhand von Druckverlustmessungen.

Zusammenfassung und Ausblick

Die neuartige Herstellung des MPS zeigt sehr gute Ergebnisse. Prototypen gleichen dem idealen Zylinder und besitzen hohe Aspektverhältnisse. Numerische Ergebnisse zeigen die hohe Eignung der mathematischen Beschreibung des MPS. Im Weiteren soll der Sensor in einem laminaren Kalibrierungskanal untersucht werden. Zur dynamischen Kalibrierung des MPS sollen die mit Eisenoxid beschichteten Mikrozyylinder in einem Testaufbau mit Helmholtzspulen (50–100 mT) angeregt und deren Verhalten optisch ausgewertet werden. Interessant ist hierbei das Übertragungsverhalten des Sensors. Dies wird im Rahmen einer aktuellen Abschlussarbeit umgesetzt.

Karl Tschurtschenthaler, OTH Regensburg ■

LITERATUR

- [1] Schlichting, Hermann; Gersten, Klaus: Grenzschicht-Theorie: Mit 22 Tabellen. 10., überarb. Aufl. Berlin: Springer, 2006. (ISBN 978-3-540-23004-5)
- [2] Krenkel Lars; Suess Franz; Ruetten Markus: Investigation of Complex Blood Flow Regimes in Membrane Oxygenators Using Investigation of Complex Blood Flow Regimes in Membrane Oxygenators Using Enhanced Blood Viscosity and Statistical Blood Coagulation Models. <https://www.eccomas2016.org/proceedings/pdf/8817.pdf>. Version: 05.03.2017.
- [3] Nitsche, Wolfgang; Brunn, André: Nitsche, Brunn – Strömungsmesstechnik // Strömungsmesstechnik. 2., aktualisierte und bearbeitete Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2006 (VDI-Buch).
- [4] Grosse, Sebastian; Schroder, Wolfgang: The Micro-Pillar Shear-Stress Sensor MPS(3) for Turbulent Flow. Sensors (Basel, Switzerland, 2222–2251), 2009.
- [5] Öchsner, Andreas: Theorie der Balkenbiegung. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2016.

Virtuelle Menschmodelle für die Prävention, Therapie und Rehabilitation von Schulterpathologien

Pathologien der Schulter gehören zu den führenden Ursachen von Arbeitsunfähigkeit und stellen für die betroffenen Personen eine erhebliche Einschränkung dar. Mittels virtueller Menschmodelle können die Auswirkungen muskuloskelettaler Erkrankungen auf den Schulterkomplex simuliert werden, was Rückschlüsse auf die mechanischen Veränderungen ermöglicht. In enger Zusammenarbeit mit medizinischen Experten wird ein ganzheitlicher biomechanischer Ansatz verfolgt, der sich aus Techniken einer frühen Diagnose, Simulation der Pathologien und letztendlich Ansätzen für die Rehabilitation zusammensetzt.

Einleitung

Erkrankungen des Schulterkomplexes gehören deutschlandweit zu den häufigsten muskuloskelettalen Gründen für Arbeitsunfähigkeit [1]. Ihre Ursachen sind dabei mannigfaltig, da sie sowohl aus akuten Traumata bei Unfällen oder Sport, als auch aus einer Überbelastung der betroffenen Gelenke und Muskulatur hervorgehen. Neben dem volkswirtschaftlichen Schaden, der sich hieraus ergibt, stellen die Pathologien vor allem für die betroffenen Personen eine erhebliche Einschränkung in ihrem Alltag dar. Eine Diagnose erfolgt initial durch physiologische Testbewegungen, die von einem Arzt durchgeführt werden. Diese wird gegebenenfalls mittels MRT Scans verifiziert, woraus sich je nach Befund und Ausmaß

entweder physiotherapeutische oder operative Maßnahmen für eine Rehabilitation ergeben. Das Labor für Biomechanik hat es sich mit dem Projekt „Virtuelle Menschmodelle für die Diagnose, Therapie und Rehabilitation von Schulterpathologien“ zur Aufgabe gesetzt, die bestehenden diagnostischen und therapeutischen Verfahren zu erweitern. Dabei soll in einem ersten Schritt ein Diagnoseverfahren basierend auf einem elektromyographischen (EMG) Messcluster entwickelt werden, das Ärzte und Therapeuten bei Findung einer Behandlungsstrategie unterstützen soll. Die dabei gewonnene Information wird in ein erweitertes Simulationsmodell der Schulter übertragen, um die resultierenden Auswirkungen auf Muskulatur und Gelenke zu errechnen. Hieraus können letztendlich Kräftigungsübungen zur gezielten Stärkung einzelner Muskelgruppen abgeleitet werden, um somit physiotherapeutische Verfahren zu verfeinern und zu erweitern.

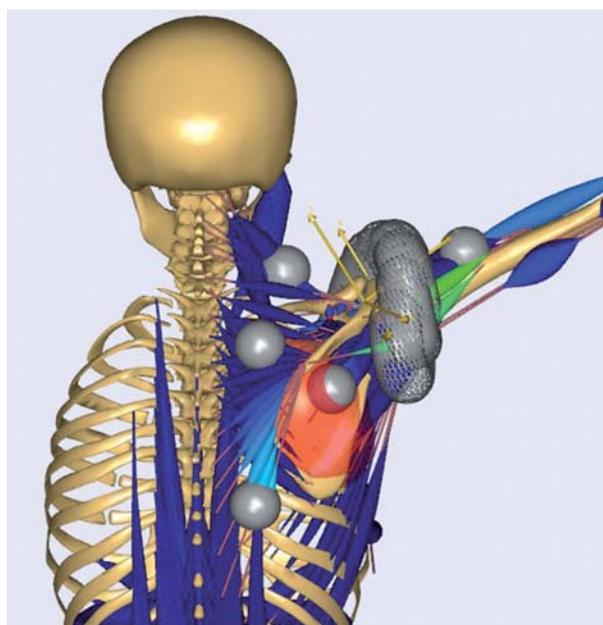


Abb.1: Erweitertes Schultermodell innerhalb der AnyBody™ Simulationsumgebung. Eine Veränderung der Muskelverlaufsbahn des Schulterkappenmuskels wird durch Torus-Objekte (Gitter Grau) erzielt. Anhand der aufgebrachtten Bewegung wird die Muskelaktivierung und die daraus resultierenden Gelenkreaktionskräfte berechnet.

Simulationsmodell des Schulterkomplexes

Biomechanische Simulationsmodelle des menschlichen Körpers befinden sich in einem stetigen Prozess der Weiterentwicklung. Vor allem die Simulation der Schulter bietet durch ihren großen Bewegungsumfang, die Vielzahl an beteiligten Muskeln und das komplexe Zusammenspiel von Oberarmknochen, Schlüsselbein und Schulterblatt eine Herausforderung. Im Zuge des Projektes wird ein bestehendes Modell (AnyBody™) in verschiedenen Aspekten erweitert (Abb. 1). Dies beinhaltet unter anderem die Implementierung eines Bewegungsrhythmus [2] der beteiligten Knochen und Optimierung der Muskelverlaufsbahn des Schulterkappenmuskels basierend auf an Probanden erhobenen Daten. Diese Veränderungen sollen speziell eine Verbesserung des Modells bei Bewegungen über 90° des Oberarmes erzielen, da dies bei aktuellen Modellen noch ein Problem darstellt [3].

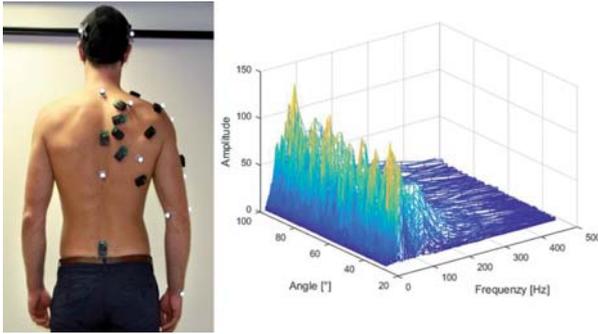


Abb. 2: Links: Proband mit Messcluster der rechten Schulter. Motion Capture Marker werden von einem Kamerasystem erfasst und dienen als Modellinput der Kinematik (weiße Punkte). Der EMG Cluster erfasst die Muskelaktivität während der Bewegung (schwarze Sensoren). Rechts: Winkel und Amplituden normiertes Spektrogramm eines EMG Sensors.

Elektromyographisch basiertes Diagnoseverfahren

Oberflächige EMG Sensoren bieten eine nicht invasive Möglichkeit, um das Aktivitätsniveau einzelner Muskeln einschätzen zu können. Die Sensoren werden auf den Zielmuskeln der Schulter platziert und messen die elektrische Spannung, welche bei einer Kontraktion der Muskelfasern durch Aktionspotentiale auftritt. Bei gleichzeitiger Betrachtung mehrerer Sensoren lassen sich damit Muskelrekrutierungsmuster bei Bewegungen identifizieren. In einer ersten Studie wurden insgesamt 22 unterschiedliche Bewegungen von 45 gesunden Testpersonen mittels EMG Sensoren (Delsys Inc.) und einem optischen Messsystem (Vicon Motion Systems) aufgezeichnet (Abb. 2, links). Die dabei erhobenen Daten dienen als Referenzwerte, die einem Patientenkollektiv gegenübergestellt werden. Die zunächst betrachtete Pathologie ist ein Anriss der Rotatorenmanschette, wobei Patienten die gleichen Bewegungen wie die Referenzgruppe ausführen. Unterschiede in der Muskelrekrutierung aufgrund der geschädigten Schulter dienen hierzu als Vergleichsparameter. Um die gewonnenen EMG Daten zu klassifizieren, werden Merkmale mittels einer Spektralanalyse (Abb. 2, rechts) identifiziert und durch maschinelles Lernen unterteilt. Eine Zuweisung der extrahierten Merkmale zu einer der Gruppen bietet somit

Projektleiter

Prof. Dr.-Ing. Sebastian Dendorfer
Maschinenbau, Labor für Biomechanik
sebastian.dendorfer@oth-regensburg.de

Projektmitarbeiter

Maximilian Aurbach (M.Sc.)

Geldgeber

Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE)
Programm zur grenzübergreifenden Zusammenarbeit
Freistaat Bayern – Tschechische Republik
Ziel ETZ 2014-2020.

Kooperationspartner

Westböhmisches Universität in Pilsen,
New Technologies Research Centre

Projektlaufzeit: 36 Monate

Fördersumme

510.000 Euro (Gesamtprojekt)
290.000 Euro (Anteil OTH Regensburg)

Homepage: <https://lbm.rcbe.de/>

die Möglichkeit eines datenbasierten Diagnoseverfahrens. Dies könnte sowohl von Ärzten als unterstützendes Hilfsmittel für eine Diagnosefindung eingesetzt werden als auch um den Fortschritt des Rehabilitationsprozesses anhand einer Normalisierung der EMG-Muster einschätzen zu können.

Patientenspezifischer Rehabilitationsansatz

Die Auswirkungen eines Anrisses der Rotatorenmanschette lassen sich innerhalb des Schultermodells simulieren. Das Modell kann hierbei unter Betrachtung der auftretenden Kräfte innerhalb des Glenohumeralgelenks berechnen, welche intakte Muskulatur gestärkt werden muss, um eine Normalisierung auf den gesunden Zustand zu erreichen. Hieraus lassen sich patientenspezifische Rehabilitationsübungen ableiten, damit ein ganzheitlicher biomechanischer Ansatz über Diagnose, Simulation und Therapie verwirklicht werden kann.

Maximilian Aurbach, Sebastian Dendorfer
OTH Regensburg ■

LITERATUR

- [1] Deutsche Angestellten Krankenkasse DAK-Gesundheit Report (2017)
- [2] Ludewig PM.: Motion of the shoulder complex during multiplanar humeral elevation. The Journal of Bone and Joint Surgery (2009)
- [3] Al Prinal J.: Musculoskeletal shoulder models: A technical review and proposals for research foci. Journal of Engineering in Medicine (2013)

Steuerung von Teilchen im 6D-Druck

Das Mechatronics Research Unit (MRU) hat in den letzten zwei Jahren die Weiterentwicklung bis hin zur Herstellung von magnetoaktiven Polymeren vorangetrieben. Der Einsatz eines 3D-Druck-Verfahrens auf Silikon-Basis stellte dabei nur den Anfang dar. Die innovative Erfindung an der OTH Regensburg ist hierbei die Erweiterung dieses Verfahrens auf sechs Freiheitsgrade. Für magnetoaktive Materialien ist die Verteilung und gesteuerte Diffundierung der Teilchen entscheidend. Die exakte Manipulation der Einflüsse des Magnetfeldes, der Umgebungswärme und des Ultraschalls erlauben eine genaue Steuerung der Teilchenbewegung innerhalb des Polymers.

Sehr geringe Mengen mikroskopisch kleiner Carbonyleisenteilchen mit der Größe von etwa 5 μm werden in reines Silikon mit gleicher Shorehärte injiziert. Dabei ist die Shorehärte ein Maß für den Aushärtungsgrad. Mit anderen Worten: Materialien mit höherer Shorehärte weisen nach der gleichen Zeit eine höhere Viskosität auf als Materialien mit geringerer Shorehärte. Die eingebrachten Eisenteilchen richten sich unter dem Einfluss des durch einen Elektromagneten erzeugten inhomogenen magnetischen Felds entlang der Feldlinien aus. Die mathematischphysikalische Beschreibung dieser gezielten Bewegung mittels der Stokes-Gleichungen ist Ziel des Vorhabens [Zimmermann et al, 2017]. Zur Realisierung müssen die Bewegungen mit dem hier erstellten Messaufbau analysiert werden.

An dieser Stelle soll nun kurz der mathematische Hintergrund und vor allem der Bezug der Stokeschen Gesetze zu den Versuchen erläutert werden. Die auf die Partikel wirkende magnetische Anziehungskraft F_m kann als Formel für die Magnetisierung M_P beschrieben werden, was durch Gleichung 1 ausgedrückt wird.

$$M_P = \frac{\mu_i H_P}{1 + \mu_i \frac{H_P}{M_S}} \quad (1)$$

Vereinfacht auf die Magnetisierung eines einzelnen Partikels kann die zu beschreibende Anziehungskraft durch die externe Magnetfeldstärke H_P wie in {2} ausgedrückt werden.

$$\bar{F}_m = \mu_0 V_P \bar{M}_P \nabla(\bar{H}_P) \quad (2)$$

Solange eine sehr langsame Bewegung des Teilchens mit dem Radius r in einem viskosen Medium mit der Dichte vorausgesetzt werden kann, kann die Trägheit des Mediums vernachlässigt werden. In eine bestimmte Richtung wird die effektive Reibungskraft F_S durch die Stokes-Gleichung 3 formuliert.

$$\bar{F}_S = 6\pi\eta r v_0 \quad \text{mit} \quad \eta = \nu\rho \quad (3)$$

Zusammen mit der Sedimentationsgeschwindigkeit v_0 des Partikels, der dynamischen Viskosität η des Fluids und der kinematische Viskosität ν des Fluids, ergibt sich die vollständige Gleichung.

Die resultierende Kraft auf einen einzelnen Partikel ergibt sich schließlich aus der Differenz zwischen der Anziehungskraft durch das externe Magnetfeld F_m und der Reibungskraft F_S [Sindersberger et al, 2017][Betz, 2017].

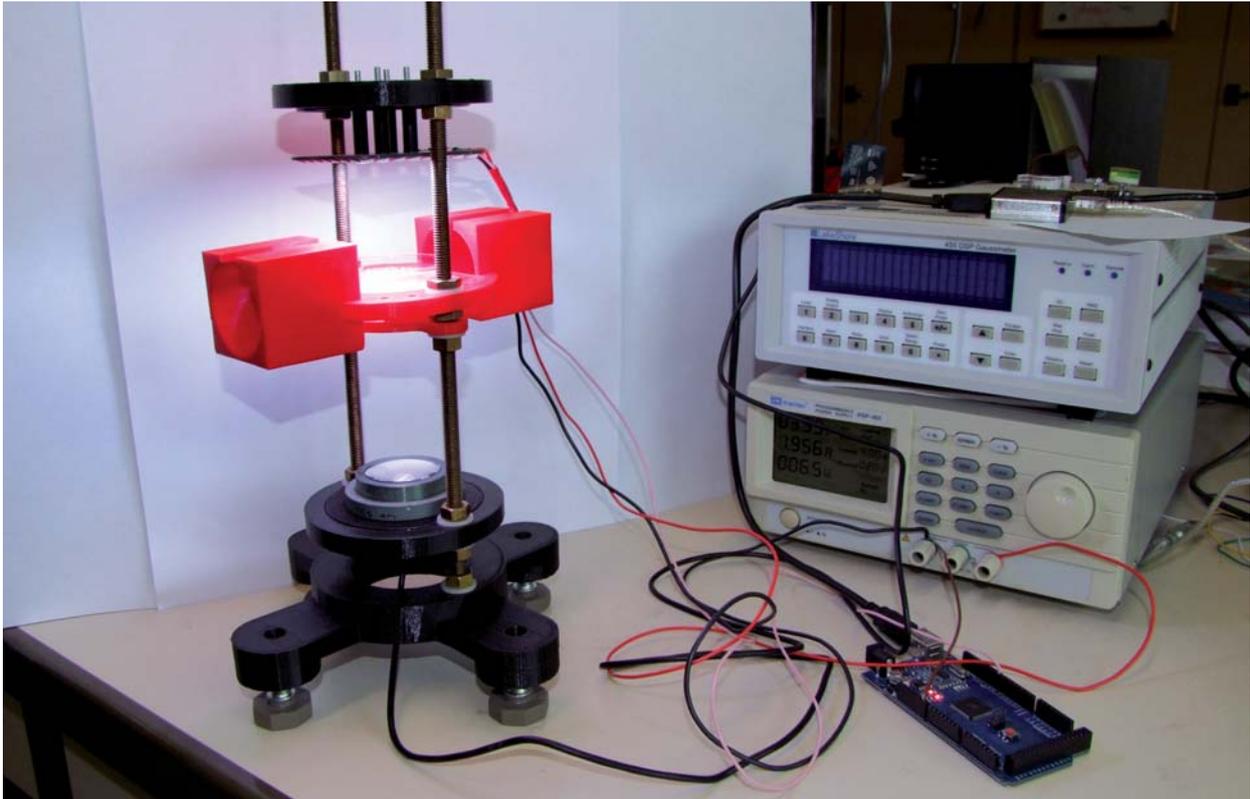


Abb. 1: Versuchsaufbau mit Magnet, Webcam und Mikrocontroller.

Ausgehend von diesem einfachen mathematischen Modell, soll durch die Anpassung der Parameter der Berechnungen eine Überdeckung mit den Messergebnissen erreicht werden. Zu diesem Zweck müssen die Teilchen und ihre Bewegung sichtbar gemacht und erfasst werden. Die Auswertung geschieht durch die Aufnahme von Bildern mittels einem im Aufbau integrierten Kamerasystem. Die Aufnahmen werden in kurzen Zeitintervallen angefertigt und per Software ausgewertet. Durch die Auswertung können nun die Beschleunigung, Bewegungsrichtung und die zurückgelegte Strecke der Partikel berechnet werden.

Für die Bildaufnahmen wird eine Webcam verwendet, dessen Linse von unten auf die einzelnen Proben zeigt. Der runde Elektromagnet wird seitlich in geringen Abstand zum Polymer positioniert. Um geeignete Aufnahmen zu erhalten, wird von oben durch ein 8x8-LED-Feld Licht erzeugt, das durch einen Diffusor fällt und die Proben homogen ausleuchtet. Die Ansteuerung der LEDs erfolgt durch die Programmierung eines Arduino Mega 2560-Mikrokontrollers [Betz, 2017].

Michael Betz, Tamara Szecsey, Dirk Sindensberger,
Gareth J. Monkman, OTH Regensburg ■

LITERATUR

- [1] Betz, M. – Aufbau eines Messstandes zur optischen Erfassung von Teilchenbewegungen in vernetzenden Polymeren mittels Mikrocontroller – Fachspezifischen Wahlpflichtfach – Forschungsprojekt – 21 Dezember 2017.
- [2] Sindensberger, D., N. Prem, A. Diermeier & G. J. Monkman – 3D printing of magnetoactive polymers – Poster & Presentation, DFG-Tagung September 2017.
- [3] Temam, R. – Navier–Stokes Equations, Theory and Numerical Analysis – AMS Chelsea, pp.107–112, 2001.
- [4] Zimmermann, K., V. Böhm, T. I. Becker, J. Chavez Vega, T. Kaufhold, G. J. Monkman, D. Sindensberger, A. Diermeier, N. Prem – Mechanical Characterization of the Field-Dependent Properties of Magnetoactive Polymers and Integrated Electrets for their Application in Soft Robotics – International Scientific Journal „Problems of Mechanics“ No 4 (69), 2017.

McFSM – Globally Taming Complex Systems

Cyber-physical, real-time and safety-critical systems focus on reacting to external events and the need to cooperate with other devices to create a functional system. Unfortunately, interdependencies between components create rich behavioural dynamics even for small systems. Standard and industrial programming approaches do usually not model or extensively describe the global properties of an entire system, which renders implementing systems with complex interdependencies hard and error-prone.

Multiple coupled finite state machines (McFSMs) are a novel mechanism that allows for modelling and managing such interdependencies. It is based on a consistent, well-structured and simple global description of systems, together with a sound theoretical foundation facilitating correctness proofs, and tools that generate efficient low-level code in various programming languages.

Tackling complex systems usually entails two tasks: Localizing effects to components of a system, and appropriately treating interdependencies between the components. Most theoretical advances in computer science have been focused on the objective of localizing effects, as can be seen in concepts like functional or object-oriented programming that try to limit side-effects to manageable portions of the code, as do common techniques like information hiding or separation of concerns. Most of these are rooted in a solid theoretical basis. The available options for treating interdependencies in industrial systems are less plentiful.

Such systems are often implemented with mechanisms originating from programmable logic controllers and finite state machines, or by using reactive programming techniques. They rely on languages as defined in the ISO EN 61131-3 standard, or employ patterns similar to these. Finite state machine (FSM)-like approaches, in particular sequential function charts (SFC), are central to algorithms in these domains. FSMs are in widespread use in most areas of computer science: Network protocol dispatchers in operating systems, cryptographic handshakes, formal specifications (like UML) for embedded systems design, formalizations of representational state transfer (REST) based web applications, etc. A considerable number of extensions to FSMs, like hierarchical state machines, some based on the seminal statechart idea, have been suggested.

For distributed systems, the description of the state machine that comprises the system is often spread across multiple physical or virtual machines or at least multiple local program components, making it hard to obtain a consistent and coherent picture of the global system that is required to guarantee system-wide properties, like overall safe behaviour. The level of diversity

in industrial cyber-physical systems is still substantially more pronounced than the diversity in, say, operating systems, tools, programming languages etc. This suggests that despite the previously suggested multitude of approaches, the practical, real-world aspects of the field are far from being solved satisfactorily.

Our mechanism, multiple coupled finite state machines (McFSMs), allows for model-based development and abstract specification in both, visual (see Fig. 1) and traditional (see Fig. 2) form. The mechanism uses multiple FSMs coupled by notifications to make the structure of a cooperating system explicit. It aims at retaining the simplicity and advantages of local FSMs by enveloping them with a global superordinate structure that takes care of the intricacies brought about by their interdependencies. As a low-level mechanism, it lends itself to an efficient implementation. As a global superordinate structure, it avoids the pitfalls of scattered observers acting largely agnostic of their interdependencies. Owing to a theoretical foundation, it lends itself well to rigorous scrutiny and formal verification.

As a simple illustrative example, consider a distributed set of binary (on/off) switches that reside at different locations in a plant or a residential building; triggering one of the switches changes the state of one shared dependent entity, perhaps a light bulb (on/off) or a status indicator (green/yellow/red). Even for a system as simple as two binary switches and one ternary status indicator, a straightforward FSM approach leads to $2^2 = 4$ possible combinations of switch settings (off/off, on/off, off/on, and on/on) and three different values for the indicator resulting in $3 \times 4 = 12$ states. For each state, two edges describing the result of flipping the switch are necessary. For n switches and an indicator with m levels, the amount of states is $m \times 2^n$. The FSM grows exponen-

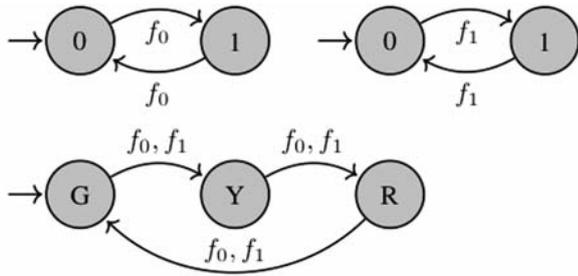


Fig. 1: McFSM visualization of a ternary status indicator controlled by two binary switches. The exponential state space explosion of traditional FSMs is replaced by a linear growth in the number of states (and edges) depending on the (increasing) number of switches.

```

FSM class "HealthSignal" {
  hop green_yellow += xFlip yYellow
  hop yellow_red   += xFlip yRed
  hop red_green    += xFlip yGreen
}
FSM class "Switch" {
  hop up_down      += xPress yFlip
  hop down_up      += xPress yFlip
}
McFSM class "ComboSwitches" {
  Switch inst S1 {
    Start: up
    cap &xPress += ../xPressS1
  }
  Switch inst S2 {
    Start: up
    cap &xPress += ../xPressS2
  }
  HealthSignal inst Lights {
    Start: yellow
    cap &xFlip += ../S*/yFlip
  }
}

```

Fig. 2: DSL representation of the scenario visualised in Figure 1.

tially in the number of switches, which obviously makes it hard to obtain an intuitive understanding of the problem from whatever graphical representation might be chosen. McFSMs (see Fig. 1) model each binary switch S_i with two states, and the ternary indicator I with three

Projektleiter

Prof. Dr. Wolfgang Mauerer
Labor für Digitalisierung
wolfgang.mauerer@oth-regensburg.de

Kooperationspartner

Siemens AG

Homepage

<https://hps.hs-regensburg.de/maw39987/>

states, as shown in Figure 1. All couplings between the switches and the indicator are introduced by edge labels: Labels below edges emit events that are consumed by edges with labels above the edges.

As is well known, a FSM F is given by a four-tuple $F = (Q, \Sigma, \delta, q^{(0)})$, where Q is a finite set of states, Σ is a finite set of events, $\delta : Q \times \Sigma \rightarrow Q$ denotes the transition function that determines the next state given the current state and an input event, and $q^{(0)} \in Q$ is the initial state of the machine. A McFSM $M = (Q, \Sigma, \delta, q^{(0)})$ comprises a set of $n > 1$ interacting FSMs $\{F_1, F_2, \dots, F_n\}$, with state space $Q = Q_1 \times \dots \times Q_n$, event set $\Sigma = \Sigma_{\text{ext}} \cup \Sigma_{\text{int}}$ and initial state $q^{(0)} = (q_1^{(0)}, \dots, q_n^{(0)})$. The events in Σ_{ext} constitute the „interface“ of the McFSM and can be connected, for instance, to inputs of physical sensors as parts of a larger program. Σ_{int} is invisible to the outside. It consists of pairs of states $(q_i^j, q_i^k) \in Q_i$ that create couplings between the FSMs F_i , because the *internal* event $e_{i,j,k} = (q_i^j, q_i^k)$ occurs every time the state transition $q_i^j \rightarrow q_i^k$ occurs in F_i , but can be associated with any F_x by defining $\delta(q_x, e_{i,j,k}) (q_x \in Q_x)$, thus notifying the observing FSM F_x .

Operationally, events $a \in \Sigma_{\text{ext}}$ can be provided by arbitrary system sources; their processing by a McFSM generates internal coupling events $b \in \Sigma_{\text{int}}$, because *state transitions themselves are considered to be events*.

In summary, we have devised a mechanism that is based on extremely simple, deliberately non-Turing-complete computational means, yet can express a wide range of scenarios of industrial complexity. Make it as simple as possible, but not simpler!

Wolfgang Mauerer, OTH Regensburg ■

Florian Murr, Siemens AG ■

REFERENCES

Florian Murr, WM: Globally Taming Complex Systems, 3rd IEEE/ACM International Workshop on Software Engineering for Smart Cyber-

Physical Systems, SEsCPS@ICSE 2017, Buenos Aires, Argentina, May 21, 2017

Herausgeber

Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg
Prof. Dr. Wolfgang Baier, Präsident
Prüfeninger Straße 58 | 93049 Regensburg
Tel. 0941 943-02
www.oth-regensburg.de

Redaktionsleitung

Christine Wirth

Mitarbeit

Susanne Deisböck, Anna Klima,
Anna Röder, Eva Eichenseer

Konzept und Gestaltung

APOSTROPH Agentur für Presse- u. Öffentlichkeitsarbeit
Hans-Peter Gruber, Ruth Ibañez
Landshuter Straße 37 | 93053 Regensburg
Tel. 0941 56 38 11

Titelbild

OTH Regensburg/Florian Hammerich

Fotos

Nicht gekennzeichnete Fotos: OTH Regensburg

Anzeigenverwaltung

VMK Verlag für Marketing &
Kommunikation GmbH & Co. KG
Norbert Bruder
Faberstraße 17 | 67590 Monsheim
Tel. 06243 909-0
www.vmk-druckerei.de

Druck

VMK Druckerei GmbH
Faberstraße 17 | 67590 Monsheim
Tel. 06243 909-110
www.vmk-druckerei.de

Text | Bildnachweis

Die Verantwortung für Inhalt und Bildmaterial
der Beiträge liegt bei den jeweiligen Autorinnen
und Autoren.

Stand

Juni 2018

Auflage

3.000 Exemplare

ISBN-Nr.: 978-3-9818209-4-2 Print-Ausgabe

ISBN-Nr.: 978-3-9818209-5-9 Online/PDF-Ausgabe

Danksagung

Die OTH Regensburg dankt allen Autorinnen und Autoren
für die zahlreichen Forschungsbeiträge.



Neue Antworten
für zukünftige
Mobilität



www.continental-automotive.com

**Sie möchten mit uns die Mobilität
von morgen gestalten?**

Bewerben Sie sich: www.continental-karriere.de