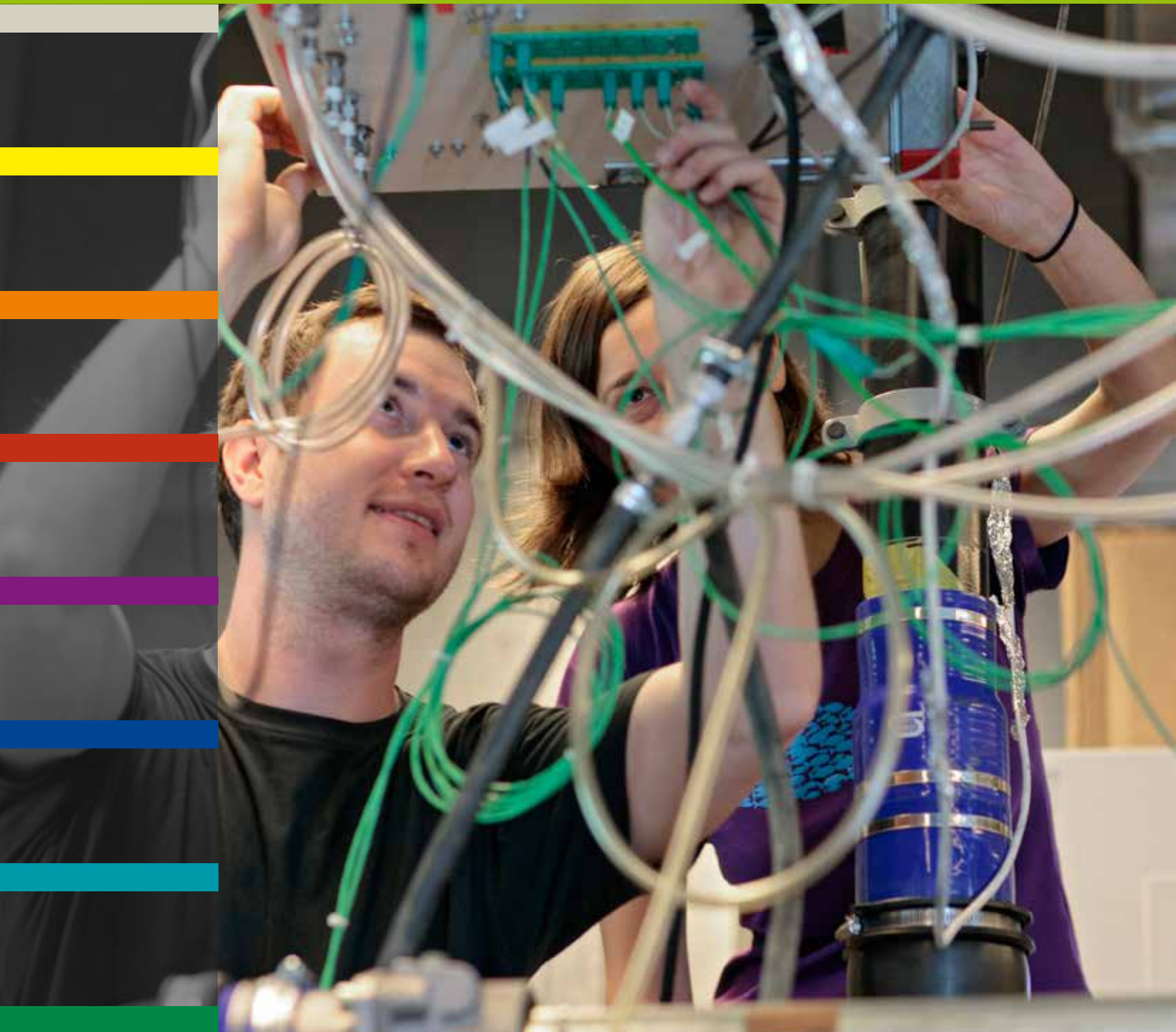


# FORSCHUNGSBERICHT 2012



# TechCampus Regensburg

Wo sich Wissenschaft und Wirtschaft treffen



Ab 2015 die neue Adresse für  
High-Tech-Unternehmen direkt am  
Regensburger Hochschulcampus

Informieren Sie sich schon jetzt!

Stadt Regensburg  
Amt für Wirtschaftsförderung  
Dipl. Phys. Toni Lautenschläger  
Telefon 0941/507-1851  
Lautenschlaeger.Toni@regensburg.de

Drehstuhl „black dot net“  
Tischsystem „temptation twin“

sedus



Place 2.5 – Produktives Wohlfühlen [www.sedus.com](http://www.sedus.com)

**RaumConcept**  
Büro- und ObjektEinrichtungs- GmbH

Haydnstraße 9  
93053 Regensburg  
[www.raumconcept-gmbh.de](http://www.raumconcept-gmbh.de)

Tel. 0941.7081323-0  
Fax. 0941.7081323-22  
eMail. [info@raumconcept-gmbh.de](mailto:info@raumconcept-gmbh.de)

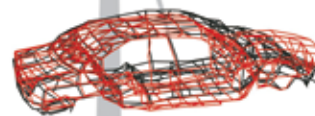
## Messen • Bewerten • Optimieren

Ingenieurdienstleistungen für Forschung und Entwicklung

- Schwingungsuntersuchungen
- Verformungsmessungen
- 3D - Digitalisierungen
- Zuverlässigkeitsanalysen von Mikro bis Makro

**AMITRONICS**

Angewandte Mikromechatronik GmbH



Am Technologiepark 10  
82229 Seefeld  
Tel./Fax) 08152-999 411 (412)  
e-mail: [info@amitronics.de](mailto:info@amitronics.de)  
Web: [www.amitronics.de](http://www.amitronics.de)

Kyocera  
Develop  
Brother  
Ricoh  
Grundig  
fm Büromöbel  
Olympia  
EBA  
Dahle  
C+P  
Dauphin  
Löffler

**richthammer**  
bürosysteme



Ihr Servicepartner für  
Büroeinrichtungen und digitale  
Kopier-/Druck-Systeme

Richthammer Bürosysteme GmbH  
Isarstraße 66 · 93057 Regensburg  
Telefon (0941) 4 64 500  
Telefax (0941) 4 96 18  
[www.richthammer-buerosysteme.de](http://www.richthammer-buerosysteme.de)

## LIEBE LESERIN, LIEBER LESER,

das Jahr 2012 stand für die Hochschule Regensburg (HS.R) unter dem Vorzeichen der Bewerbung um den Titel „Technische Hochschule“, den das Bayerische Wissenschaftsministerium ausgelobt hatte. Die Beurteilungskriterien reichten von der Fächerbreite und der Leistungsfähigkeit in technischen Fächern, über nationale und internationale Sichtbarkeit, Kooperationen mit anderen Hochschulen, Wissenschaftseinrichtungen sowie mit der Wirtschaft bis hin zur Drittmittelstärke. Auch wenn der vorliegende Forschungsbericht lediglich eine Auswahl der FuE-Aktivitäten an der HS.R widerspiegelt, so beweist er doch, dass wir die genannten Kriterien voll erfüllen und ab 1. Oktober 2013 den Titel „Ostbayerische Technische Hochschule“ zu Recht führen dürfen.

Unser Erfolg manifestiert sich auch in Zahlen: 20 neue öffentlich geförderte Projekte mit HS.R-Beteiligung im Gesamtwert von 6,9 Mio. Euro aus Bund-, Länder- und EU-Programmen wurden im Jahr 2012 genehmigt; 15 Projekte starteten. Somit waren im Berichtsjahr 37 öffentlich geförderte Projekte an der HS.R in Bearbeitung. Außerdem konnten über 100 Auftragsforschungsprojekte mit einem Volumen von über 1,8 Mio. Euro abgerechnet werden. Insgesamt hat die HS.R die Drittmittelleinnahmen im Jahr 2012 auf 6,93 Mio. Euro gesteigert (Vorjahr: 4,59 Mio. Euro). Im Fünf-Jahres-Vergleich (2007: 2,43 Mio. Euro) bedeutet dies fast eine Verdreifachung.

Das hat seine Gründe:

1. Forschung ist eng mit der Kernaufgabe der HS.R – der Lehre – verknüpft. Gerade in Masterstudiengängen wird forschungsorientiert und projektbezogen gearbeitet. Dies schlägt sich auch in der zunehmenden Zahl an kooperativen Promotionsverfahren nieder: 2012 haben 63 Doktorandinnen und Doktoranden an der HS.R geforscht – unter den bayerischen Hochschulen für angewandte Wissenschaften ist die HS.R damit führend.
2. Die Restrukturierung der Studiengänge und der zahlenmäßige Ausbau der Studienplätze waren verbunden mit einer Neuausrichtung der Studiengänge über die Fakultätsgrenzen hinweg. An diesen Schnittstellen ergeben sich neue Synergien und Innovationspotenzial – sowohl für die Lehre als auch für die Forschung.
3. Aus dieser Zusammenarbeit entstand in den vergangenen Jahren eine Reihe von Kompetenzzentren, die im vorliegenden Forschungsbericht vorgestellt werden. Im Jahr 2012 sind weitere hinzugekommen:

- Die School of Energy and Resources (SER) wurde als zentrale Einrichtung für die Bündelung und Unterstützung der Energieforschungs- und -entwicklungs-Aktivitäten an der HS.R initiiert.
- Im Kompetenzzentrum Nachhaltiges Bauen (KNB) wird die Expertise aus den Fakultäten Architektur, Bauingenieurwesen, Maschinenbau und Allgemeinwissenschaften auf den Gebieten des energieeffizienten Bauens und Wohnens gebündelt.
- Das Institut für Sozialforschung und Technikfolgenabschätzung (IST) arbeitet an der Schnittstelle zwischen Sozial- und Technikforschung mit Methoden der sozialwissenschaftlichen Umfrageforschung, Evaluation und Monitoring. Im Fokus der Technikfolgenabschätzung stehen Akzeptanzfragen und ethische Begleitforschung.
- Das Regensburg Center of Biomedical Engineering (RCBE) vereint die biomedizinische Kompetenz der Universität und die ingenieurwissenschaftliche und medizininformatische Kompetenz der HS.R, verstärkt durch das Engagement der Scheubeck-Jansen-Stiftung.

Diese Dynamik wollen wir in den kommenden Jahren fortsetzen. Als „Ostbayerische Technische Hochschule“ werden wir die Forschungsaktivitäten im Verbund mit unseren Partnern in Amberg und Weiden hochschulübergreifend ausbauen. „Vernetzt Forschen und kooperativ Lehren“ lautet das Motto. Wir haben dazu fünf Leitthemen als Entwicklungsfelder festgelegt, in die alle Fachdisziplinen einbezogen werden:

- Energie und Mobilität
- Information und Kommunikation
- Lebenswissenschaften und Ethik
- Produktion und Systeme
- Gebäude und Infrastruktur

In allen unseren Leitthemen verfügen wir bereits jetzt über ausgeprägte Kompetenzen, die wir in Zukunft noch weiter entwickeln werden.

Ich will an dieser Stelle allen forschungsaktiven Kolleginnen und Kollegen für ihren unermüdlichen Einsatz herzlich danken.

*W. Baier*

**Prof. Dr. Wolfgang Baier**  
Präsident der Hochschule Regensburg





**AMATEURE SPIELEN.  
BAUINGENIEURE BAUEN.**



6000 Mitarbeiter weltweit - das ist Max Bögl,  
Deutschlands größtes privates Bauunternehmen. Hast Du's auch im Blut? [www.max-boegl.de](http://www.max-boegl.de)

**Mit Energie  
in die Zukunft**



Sichere Energieversorgung und  
gutes Trinkwasser. 400 engagierte  
Mitarbeiter. Hohe technologische  
Kompetenz. Kundenorientierte,  
marktgerechte Strategien. Die  
REWAG: ein starkes Unternehmen.

Immer für Sie nah!  
**REWAG**  
[www.rewag.de](http://www.rewag.de)

**L'APPLE**  
BLECHVERARBEITUNG



## EIN STARKES STÜCK OBERPFALZ

L'APPLE BLECHVERARBEITUNG IN TEUSITZ

Seit 1999 produzieren wir in den Hallen der ehemaligen  
Mercedes Karosseriekomponenten und -systeme für namhafte  
Kunden aus der Automobilindustrie. Sie schätzen unsere  
langjährige Erfahrung und unser Know-how in der Umformung  
von Stahl und Aluminium, aber auch unsere Kompetenz im  
Leuchtbau allgemein. Hier setzen wir einen Schwerpunkt auf

die konsequente Weiterentwicklung der Produktionsprozesse  
von Magnesium und CPK. Dank unserer Innovationskraft,  
unserer hochqualifizierten Aus- und Weiterbildung sowie der  
tätigen Mitarbeit unserer derzeit 670 Mitarbeiter, können wir  
am Standort Teusitz auch weiterhin die automotiv Zukunft  
Leuchtbau allgemein. Hier setzen wir einen Schwerpunkt auf

L'APPLE Blechverarbeitung GmbH & Co. KG Bayern  
Aquila-Lippe-Platz 1 • 92156 Teusitz • T +49 9471 900-0 • F +49 9471 900-111 • [info@lapple.de](mailto:info@lapple.de) • [www.lapple.de](http://www.lapple.de)

Vorwort ..... 1

**ANGEWANDTE FORSCHUNG & WIRTSCHAFTKOOPERATION**

Regensburg – Wo Wirtschaft und Wissenschaft zusammenwachsen ..... 4

Start-up Center ..... 9

School of Energy and Resources – SER ..... 11

Regensburg Center of Biomedical Engineering – RCBE ..... 12

Kompetenzzentren ..... 14

Kurzberichte: Laboratory for Safe and Secure Systems (LaS<sup>3</sup>) ..... 22

Kooperative Promotionen 2012 ..... 27

**ALLGEMEINWISSENSCHAFTEN & MIKROSYSTEMTECHNIK**

Feldemissionskathoden für Anwendungen in der Sensorik ..... 28

**BETRIEBSWIRTSCHAFT**

Logistik-Outsourcing: Chancen und Risiken ..... 30

**ELEKTRO- UND INFORMATIONSTECHNIK**

Entwicklung eines anwendungsspezifischen Prozessors zur Berechnung von Molekülspektre ..... 32

Entwicklung eines geländegängigen High-Speed-Roboters ..... 35

Einsatz von Neigungssensoren in mobilen Roboterplattformen ..... 37

Verbundprojekt MagEJan – EAP mit magnetisch steuerbarer Elastizität zur Interaktion mit Bindegewebszellen ..... 38

PV-Servitor ..... 41

Rauscharmes Messsystem zur Zahnvitalitätsbestimmung mithilfe der optischen Detektion der Pulpadurchblutung .... 44

Projekt EMMAUS: Einführung einer neuartigen mechatronischen Plattform auf der Basis magneto-aktiver Polymere für biomedizinische und industrielle Anwendungen ..... 46

**MASCHINENBAU**

Neue Berechnungsmethode für das Nachrücken von Bohrseilen ..... 48

Bewertung des biomechanischen Outcomes nach Implantierung einer Total-Hüft-Endoprothese ..... 50

Schädel-Hirn-Trauma nach Gewalteinwirkung durch Treten gegen den Kopf ..... 53

Erdbebensichere Auslegung von Druckbehältern mit der FE-Software ANSYS ..... 54

Berührungslose Messung der Steifigkeit: Anwendung einer Methode aus der Maschinendynamik auf eine Fragestellung aus dem „Tissue Engineering“ ..... 56

**ANGEWANDTE SOZIALWISSENSCHAFTEN**

Menschenorientiert führen ... und wirtschaftlich erfolgreich sein! ..... 58

Wohn(t)räume in Regensburg ..... 60

Projekt „Integrationsbericht und Integrationskonzept für Regensburg“ ..... 62

Branchen ..... 64

Impressum ..... 64

# REGENSBURG WO WIRTSCHAFT UND WISSENSCHAFT ZUSAMMENWACHSEN

## MOTIVATION

Regensburg hat in den letzten 25 Jahren eine erstaunliche wirtschaftliche Entwicklung hinter sich bringen können. Von der verschlafenen Provinzstadt hin zu einem technologieorientierten Produktionsstandort, der in vielen wirtschaftsrelevanten Kennziffern mit den etablierten Standorten in Deutschland mithalten kann. Dies verdeutlicht auch die Tatsache, dass Regensburg seit 2000 immer zu den TOP 12 Technologiestandorten im prognos Ranking gehört.

Dennoch steht Regensburg heute an der Schwelle zum Umbruch, vor einem Entwicklungsschritt, der auch darüber entscheidet, ob die künftige Entwicklungskurve in Regensburg eher nach unten oder oben zeigt.

Drei Fragen stehen aus unserer Sicht dabei im Vordergrund der Überlegungen, wie Regensburg die Weichen für die nächsten 25 Jahre stellen muss:

1. Wie meistert Regensburg die Herausforderungen des demographischen Wandels und des Fachkräftemangels?
2. Wie schafft Regensburg den Sprung vom Hochschul- und Produktionsstandort zu einer Stadt des Wissens?
3. Welche Felder muss Regensburg heute bestellen, um für die Zukunft aufgestellt zu sein?

Der Stadt Regensburg geht es aktuell wirtschaftlich so gut wie nur ganz selten in ihrer über 1.800-jährigen Geschichte und scheinbar unbehelligt von den Turbulenzen in Europa und weltweit wuchs die Regensburger Wirtschaft kräftig, 2011 um 4,5 % – Deutschlandrekord.

## THEMA FACHKRÄFTEMANGEL

Mit Arbeitslosenquoten weit unter 4 % werden nicht nur Ansprüche definiert, sondern auch Grenzen der Entwicklungsfähigkeit offengelegt. Regensburg hat annähernd Vollbeschäftigung, und ein mit nur kurzen Unterbrechungen kontinuierlicher Aufwärtstrend über mehr als 10 Jahre schafft Begehrlichkeiten. So besteht einerseits die Gefahr, dass Erfolgsmeldungen zur Normalität, Chancen nicht vehement genug ergriffen und Risiken oder Gefahren unterschätzt oder nicht gesehen werden. Andererseits steht die Befürchtung, für neue Themen und eine Erweiterung des Aktionsradius in Regensburg nicht mehr genug qualifizierte MitarbeiterInnen zu finden. Hier wird zum ersten Mal deutlich, welche Bedeutung die Regensburger Hochschulen für die künftige Standortentwicklung haben. Sowohl die Anzahl der Studienplätze als auch die Qualität und Akzeptanz der in Regensburg angebotenen Ausbildung und ihre Passgenauigkeit hinsichtlich der Anforderungen in der örtlichen Wirtschaft werden einen wichtigen Einfluss auf die weitere Entwickelbarkeit des Standortes haben.

Die Brisanz dieses Themas wurde auch im 2011 veröffentlichten Gutachten der Fraunhofer ISI „Gutachten zum Ausbaupotenzial der Regensburger Hochschulen in den MINT-Fächern“ deutlich sichtbar. Einerseits durch die im Gutachten festgestellten über 1.000 offenen Stellen für Studienabgänger der Ingenieurs- und Naturwissenschaften. Andererseits durch eine konjunkturunabhängige und von den Unternehmen als langfristig anhaltend eingeschätzte Nachfrage an Ingenieuren und Naturwissenschaftlern auch über 2020 hinaus. So tut Regensburg gut daran, auch die von prognos an die Städte und Landkreise ausgesprochenen Warnungen ernst zu nehmen.

Eine Kernaussage lautet: Hochqualifizierte sowie Forschung und Entwicklung sind entscheidend für die Zukunftsfähigkeit einer Region. Der Kampf um die besten Köpfe hat begonnen. Und dies ist auch in Regensburg bereits spürbar.

Es ist daher eine zentrale Aufgabe der Akteure in Regensburg, die vorhandenen Potenziale in diesem Bereich noch besser zu nutzen und Regensburg noch intensiver auf Zuzug von außen vorzubereiten. Die Wirtschaftsförderung der Stadt Regensburg hat deshalb seit 2011 vier neue Projekte im Bereich Human Resources gestartet, die genau auf diese Themen abzielen:

- **EU-Projekt Engineering plus**

Erfahrungsaustausch zwischen acht europäischen Industriestandorten zur Gewinnung von Fachkräften im MINT-Bereich

- **Welcome to Regensburg**

Vermittlung spanischer Ingenieure und Informatiker an mittelständische Technologieunternehmen in Kooperation mit der Agentur für Arbeit und ZAV (Zentrale Auslands- und Fachvermittlung)

- **Entscheiderfrühstück**

für Personalverantwortliche in mittelständischen Unternehmen als Plattform zur Entwicklung maßgeschneiderter Projekte für den Raum Regensburg

- **ff-frauen führen**

Initiierung eines regionalen Bündnisses für Chancengleichheit in Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend

## THEMA STADT DES WISSENS

Die Stadt Regensburg war sich von Anfang an bewusst, dass die Entwicklung der Stadt zu einem ausgewiesenen Produktionsstandort langfristig nur dann Erfolg haben kann, wenn sich parallel dazu auch der Wissenschaftsstandort Regensburg dynamisch weiterentwickelt. Zweifelsfrei ist die Entwicklung



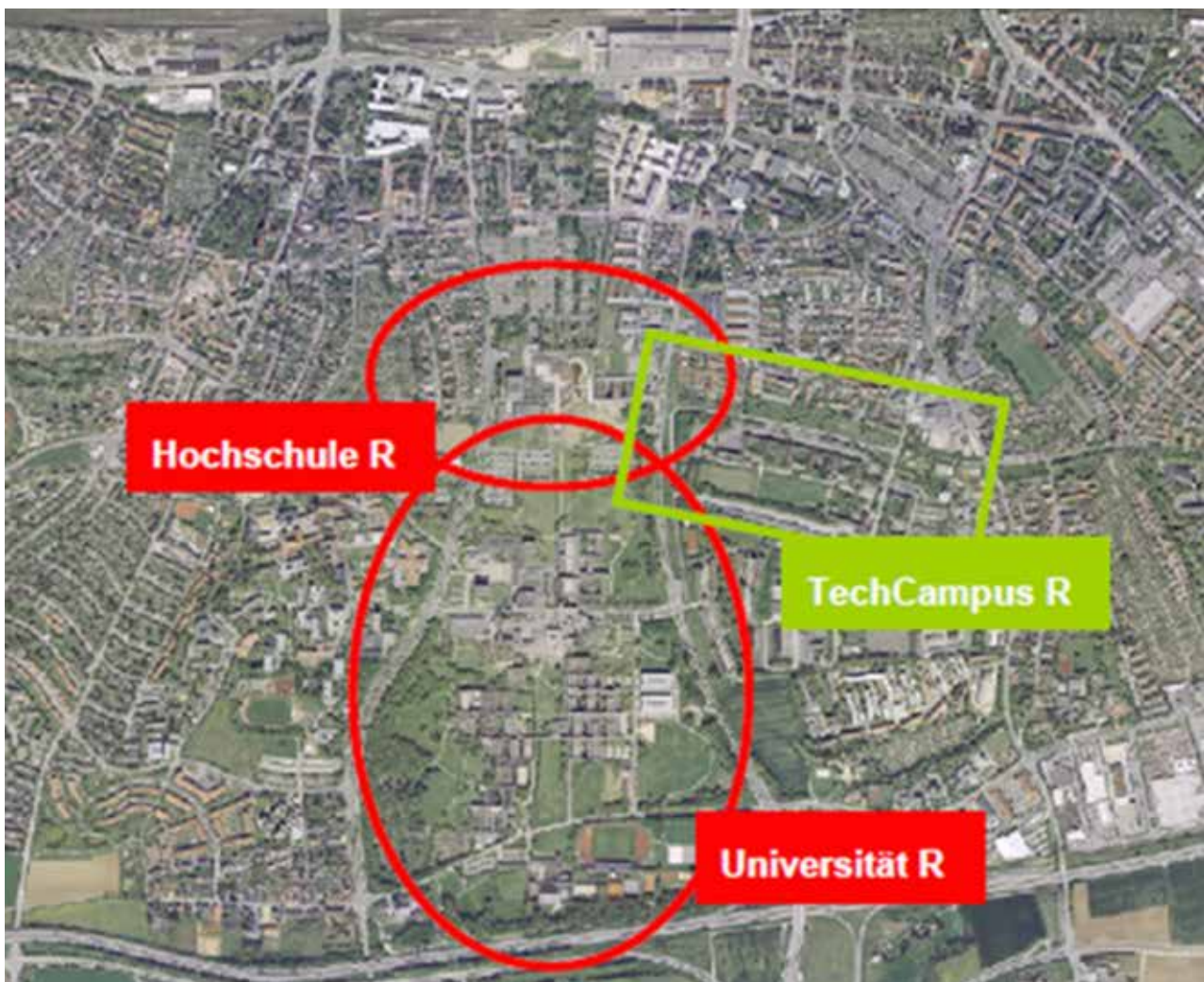
der Regensburger Wirtschaft eng mit dem Aufbau der vierten Landesuniversität in Regensburg, der Entwicklung der Hochschule Regensburg und der Gründung des Universitätsklinikums gekoppelt. Ebenso zweifelsfrei wird der weitere Erfolg Regensburgs entscheidend davon abhängen, inwieweit es der Stadt gelingt, Wirtschaft und Wissenschaft noch weiter zu stärken und ein noch engeres Miteinander zu initiieren. Die Stadt Regensburg sieht sich hier gefordert, ohne die wissenschaftliche Unabhängigkeit der Hochschulen in Frage stellen oder planwirtschaftlich tätig werden zu wollen. Die wirtschaftspolitische Zielsetzung, Regensburg als erfolgreichen Technologiestandort etablieren zu wollen, wurde vom Regensburger Stadtrat über Jahre hinweg stets einstimmig verfolgt und konnte auch deshalb sehr erfolgreich umgesetzt werden.

Mit der Bewerbung Regensburgs um den Titel „Stadt der Wissenschaft 2012“ beim Stifterverband für die deutsche Wis-

enschaft und der Erweiterung des Referates für Wirtschaft und Finanzen der Stadt Regensburg um den Bereich Wissenschaft wurde deutlich gemacht, dass der weitere Ausbau der wissenschaftlichen Kompetenz in Regensburg ein Thema oberster Priorität ist und die für 2030 artikulierte Vision in der Bewerbung um den Titel „Stadt der Wissenschaft 2012“ eine gültige Zielsetzung für die städtische Wirtschafts- und Wissenschaftspolitik ist:

Wirtschaft und Wissenschaft verschmelzen in Regensburg zu einem Standort des Wissens und der Innovation. Die Stadt ist eine Hochburg der Entwickler und Zentrum für die Produktion hochwertiger Güter.

Die Stadt Regensburg hat dabei die Aufgabe, Prozesse zu moderieren, politisch die Sichtweise der Kommune zu vertreten und entsprechende Rahmenbedingungen zu schaffen. Dieser Verantwortung wollen und werden wir uns wie bisher auch stellen.



## THEMA SCHWERPUNKTBILDUNG

In den letzten Jahren waren die Bereiche Automobilbau, Maschinenbau, Energietechnik und Elektrotechnik die etablierten und wachstumsstarken Branchen in Regensburg, unterstützt durch die neuen Clusterstrukturen der Branchen Informations- und Kommunikationstechnologien IKT, Life Sciences sowie Sensorik. Die drei gemeinsam mit den Hochschulen etablierten Clusterstrukturen konnten in den letzten zehn Jahren entscheidend dazu beitragen, dass sich die Stadt ihre Wettbewerbsfähigkeit erhalten hat, neue Wachstumsimpulse setzen konnte und an Innovationsfähigkeit zulegte. Zudem trugen sie sehr erfolgreich zur Profilierung des Standortes über die Region hinaus bei und sind im Bereich des Standortmarketings nicht mehr wegzudenken. Gleichzeitig haben sich an beiden Hochschulen Regensburgs komplementäre Kompetenzschwerpunkte gebildet, die sich stark in die Clusterstrukturen einbringen konnten, etwa das Sensorik Applikationszentrum SAPPZ.

Damit setzt Regensburg auf Profilbildung in speziellen Nischen, die jedoch in Zukunft von wachsender Bedeutung sein werden, da sie eng mit den „Megatrends“ der Zukunft verknüpft sind. Den eingeschlagenen Weg, Zukunftsthemen aufzugreifen und weiterzuentwickeln, möchten wir weiter verfolgen. Dies erfolgt bereits ganz konkret in den Bereichen der Elektromobilität, smart Grids und neue Energietechnologien. Hier sind bereits Clusterstrukturen im Aufbau, etwa der Regensburger E-Mobilitätscluster oder die Energieagentur Regensburg. Stark an Bedeutung gewinnt in Regensburg derzeit der Bereich der optischen Technologien, getrieben durch die Aktivitäten der OSRAM Opto Semiconductors GmbH im Bereich LED, die Ansiedlung der bundesweit ersten Pilotfertigung für OLED durch die OSRAM AG und die Aktivitäten des Netzwerkes OTPD (optische Technologien in der Photodynamik). Ziel ist der Aufbau eines gemeinsamen Forschungscampus „Photonische Materialien und Technologien“ im Rahmen des gleichlautenden Wettbewerbes des BMBF.

## TEHCAMPUS ALS ORT DER VERSCHMELZUNG

Die in Regensburg vorangetriebene Clusterpolitik hat erfolgreich dazu beigetragen, den Vernetzungsprozess zwischen Unternehmen aber auch zwischen Unternehmen und Hochschulen zu verstärken. Diese Strategie möchte die Stadt künftig auch räumlich umsetzen. Das freigewordene Areal der

Nibelungenkaserne bietet Regensburg die einzigartige Möglichkeit, den bayernweit einmaligen Hochschulcampus nach Osten hin zu erweitern und auf 13 ha ein enges Miteinander von Technologieunternehmen, Unternehmensneugründungen, Universität, Hochschule und hochschulkomplementärer Forschung zu ermöglichen. Mit dem Aufstellungsbeschluss für einen entsprechenden Bebauungsplan wurde im Sommer 2011 der Startschuss für dieses ehrgeizige Vorhaben getätigt. Ab 2015 werden sich Schritt für Schritt die ersten Unternehmen sowie ein Technologiezentrum ansiedeln können.

## AUSBLICK

Gerade weil Regensburg aktuell so gut dasteht, tritt die Tatsache in den Hintergrund, dass Regensburg sich am Scheideweg befindet. Viele der ehemals brandneuen Technologiefelder, die in Regensburg stark besetzt sind, haben sich etabliert und sorgen heute für eine hohe Wertschöpfung und viele Arbeitsplätze in Regensburg. Jetzt ist deshalb die richtige Zeit, vorzusorgen, dass der Wirtschaftsstandort Regensburg in der Lage ist, auch neue Trends und künftige Technologiefelder zu besetzen und dort zusätzliche Kompetenz aufzubauen. Zugleich müssen wir in Zukunft noch stärker den Blick auf unser wichtigstes Gut am Standort richten: die Menschen und Arbeitskräfte in Regensburg.

Letztendlich hängt es von deren Qualifikation und deren Bereitschaft, sich gerade hier in Regensburg einbringen zu wollen, ab, ob Regensburg auch morgen noch da steht wo es heute ist: an der Spitze, nicht nur an der Donau.

### Stadt Regensburg

Amt für Wirtschaftsförderung  
Department of Economic Development  
D.-Martin-Luther-Straße 3  
93047 Regensburg  
Dipl. Phys. Univ. Toni Lautenschläger  
Fax  
Lautenschlaeger.toni@regensburg.de

+49 941 507-1851  
+49 941 507-4859



BMW  
Werk Regensburg

[www.bmw-werk-regensburg.de](http://www.bmw-werk-regensburg.de)



Freude am Fahren



# TRAUMAUTOS AUS REGENSBURG.

Wir sind stolz auf unsere Leistung in den vergangenen Jahren. Seit 1986 haben wir mehr als fünf Millionen Kunden auf der ganzen Welt mit unseren Fahrzeugen der BMW 1er und 3er Reihe, unseren Z4 und M3 Modellen Freude bereitet. Täglich geben unsere 9.000 Mitarbeiter ihr Bestes, um über 1.100 neue Kundenwünsche zu erfüllen. Mit Investitionen von annähernd 4 Milliarden Euro ist das BMW Werk Regensburg auch maßgeblich am Erfolg des Wirtschaftsstandorts Oberpfalz beteiligt.

Wir engagieren uns in der Region und für die Region und wollen dabei innovative und nachhaltige Impulse in den Bereichen Kunst und Kultur, Sport, Umwelt und Soziales setzen. Zum Beispiel unterstützen wir das Theater Regensburg, den Jazzclub und die Schlossfestspiele. Der Arberradmarathon und der BMW Juniorcup sind seit Jahren fester Bestandteil im sportlichen Jahr in Regensburg. Mit der BMW Charity verbessern wir das Rettungswesen in Ostbayern.

Erfahren Sie mehr im Internet unter [www.bmw-werk-regensburg.de](http://www.bmw-werk-regensburg.de).

**Besuchen Sie uns - Wir zeigen Ihnen die Produktion unserer Fahrzeuge.**



**INFOS UNTER [WWW.BMW-BESUCHEN.COM](http://WWW.BMW-BESUCHEN.COM)**





PIONIERGEIST

MUT

FAIRNESS

NÄHE

4 Werte, ein Konzern

## Spüren Sie ein Kribbeln, wenn Sie Neues anpacken?

Sie sind fasziniert von schwierigen Aufgaben. Sie wittern die Lösung, wo andere noch das Problem diskutieren. Das ist genau das, was Sie als Mitarbeiter und uns als innovatives Technologieunternehmen weiterbringt.

Wir suchen laufend Praktikanten und Diplomanden sowie Absolventen und Young Professionals in den **Bereichen:**

- Versuch
- Qualitätsmanagement
- Entwicklung
- Technischer Vertrieb
- Konstruktion
- Technischer Einkauf
- Fertigungsplanung
- Controlling

und in anderen spannenden Aufgabenfeldern.

Machen Sie den ersten Schritt! Wir freuen uns auf Ihre Online-Bewerbung unter [www.careers@hoerbiger.com](mailto:www.careers@hoerbiger.com)



Der HOERBIGER Konzern ist weltweit in führender Position in den Geschäftsfeldern der Kompressortechnik, Automatisierungstechnik und Antriebstechnik tätig. 6.700 Mitarbeiter erzielten 2012 einen Umsatz von 1,06 Milliarden Euro.  
[www.hoerbiger.com](http://www.hoerbiger.com)



## Innovative Halbleiterlösungen für mehr Energieeffizienz, Mobilität und Sicherheit

**Für Studenten und Absolventen (m/w):**

- Ingenieurwissenschaften
- Naturwissenschaften
- Informatik
- Wirtschaftswissenschaften



**Wollen Sie die Herausforderungen der modernen Gesellschaft meistern und zu mehr Nachhaltigkeit beitragen?** Dann starten Sie bei Infineon! Unser internationales Team mit ca. 26.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern verbessert die Energieeffizienz, ermöglicht neue Mobilitätskonzepte und sorgt für Sicherheit in digitalen Welten. Mit innovativen Halbleiter- und Systemlösungen, die uns in eine bessere, nachhaltige Zukunft steuern. Was es dafür braucht? Große Leidenschaft. Tolle Ideen. Erstklassiges Können. Sie.

**Sie sind motiviert und neugierig auf die Hightech-Spitze?** Sie wollen an Weltklasseprodukten im internationalen Umfeld arbeiten? Dann kommen Sie ins Infineon-Team. Für Studierende haben wir ein vielfältiges Angebot an Praktikanten- oder Werkstudentenstellen und spannende Themen für Abschlussarbeiten (Diplom/Bachelor/Master). Sie haben den Abschluss bereits in der Tasche? Dann bieten wir Ihnen die Möglichkeit zur Promotion, attraktive Einstiegsprogramme und Festanstellungen.

**Ihr nächster Schritt, um Ihre Zukunft zu gestalten:**

Wählen Sie aus unseren Karrieremöglichkeiten und bewerben Sie sich online unter:

[www.infineon.com/careers](http://www.infineon.com/careers)



# START-UP CENTER DIE GRÜNDUNGSINITIATIVE DER HOCHSCHULE REGENSBURG

## FÖRDERUNG DER KULTUR DER SELBSTÄNDIGKEIT

Zur Umsetzung dieses Vorhabens wurde im April 2010 die Einrichtung „start-up center – Die Gründungsinitiative der Hochschule Regensburg“ ins Leben gerufen. Die Zielgruppe sind Studierende, Absolventen und Absolventinnen sowie wissenschaftliches Personal der Hochschule Regensburg. Das start-up center ist im Rahmen des Gemeinschaftsprojektes „Pro Gründergeist“ mit der Universität Regensburg und Hochschule Regensburg entstanden.

## FOLGENDE AKTIVITÄTEN TRUGEN BISHER ERFOLGREICH ZUR ZIELERREICHUNG BEI:

### Sensibilisierung, Ausbildung und Information

Zur Sensibilisierung der Gründungsthematik werden durch das start-up center jedes Semester zahlreiche Veranstaltungen zum Thema Unternehmensgründung durchgeführt. Das abwechslungsreiche Programm vermittelt sowohl grundlegendes als auch vertiefendes Wissen zu gründungsrelevanten Themen, in Form von Fachvorträgen (z. B. Gründungsfinanzierung), Erfahrungsberichten von Gründern und Gründerinnen und Workshops (z. B. Unternehmenssimulation). Besonderes Highlight stellt der jährlich stattfindende „Gründer- und Erfindertag der Regensburger Hochschulen“ dar.

#### Gründer- und Erfindertag der Regensburger Hochschulen 2013

20. November 2013, 13.00 bis 18.00 Uhr

im Hörsaalgebäude am Forum, D 001

Zu den Programmpunkten zählen u. a. Podiumsdiskussionen mit erfolgreichen Gründern und Gründerinnen, gründungsbezogene Fachvorträge und individuelle Beratungsgespräche.

### Scouting

Ziel des Scoutings ist es, durch den Besuch von Lehrstühlen und Arbeitsgruppen in persönlichen Kontakt zu Wissenschaftlern, potenzialträchtige Geschäftsideen aus der Forschung und Abschlussarbeiten zu identifizieren, die Gegenstand einer Gründung sein könnten. Die Scouting-Aktivitäten, die teilweise auch in konkrete Gründungsvorhaben mündeten, konzentrierten sich vorrangig auf die technischen Fakultäten.

### Beratung und Mentoring

Die Anzahl der Beratungsgespräche konnten mit Gründung des start-up center, im Jahr 2010, verdreifacht werden. Insgesamt wurden mehr als 200.000 € an öffentlichen Fördermitteln eingeworben. Zwei Gründerteams erhielten das EXIST Gründerstipendium und ein Gründer konnte mithilfe der FLÜGGE-Förderung die Produktentwicklung für sein Gründungsvorhaben intensiver verfolgen. Die HS.R zählt damit im bayernweiten Vergleich zur Spitzengruppe.

Als weitere sichtbare Erfolge der Gründungsförderung sind beispielsweise die Auszeichnungen unserer Gründer zu nennen:

- Die „Timing Architects Embedded Systems GmbH“ erhielt 2013 durch den Bundeswirtschaftsminister die Auszeichnung „IKT-Gründung des Jahres“. Zudem gewann das Team im Jahr 2011 einen der mit jeweils 30.000 € dotierten Hauptpreise beim „Gründerwettbewerb IKT Innovativ“ des Bundeswirtschaftsministeriums sowie den Hochschul-Gründerpreis des „Businessplan-Wettbewerbs Nordbayern“. Die beiden Gründer entwickelten ein Simulations-Tool für Multicore Systeme, mit dem Echtzeiteigenschaften eingebetteter Multicore Systeme untersucht und optimiert werden ([www.timing-architects.com](http://www.timing-architects.com)).
- Regelmäßig belegen Gründer aus der Hochschule, wie z. B. die Auroco GmbH ([www.auroco.de](http://www.auroco.de)), vordere Plätze bei einschlägigen Wettbewerben.

### Gründerwerkstatt – Arbeitsplätze für Gründer

Die „Gründerwerkstatt“ ermöglicht seit April 2011 gründungsinteressierten Studierenden oder Absolventen der HS.R ihre ersten Schritte in die Selbständigkeit zu planen. Einige Interessenten haben die Gründerwerkstatt bereits bezogen und profitieren u. a. von folgenden Vorteilen:

- Kostenlose Nutzung der Räumlichkeiten und (büro-)technischer Infrastruktur
- Vernetzung mit anderen Gründern
- Intensivierung der Beratung, Betreuung und Förderung, durch räumliche Nähe zum start-up center

Vier Arbeitsplätze, die zeitlich variabel genutzt werden können, sowie ein zentraler Besprechungsraum dienen u. a. der Erstellung des Businessplans oder der Führung von ersten Kundengesprächen.

Sie arbeiten derzeit an einem Forschungsprojekt oder einer Promotion? Haben Sie schon einmal darüber nachgedacht, dessen Ergebnisse in eine berufliche Selbständigkeit zu münzen? Gerne unterstützen wir Sie auch hierbei!

### KONTAKT

Prof. Dr. Eberhard Auchter

Dipl.-Ing. Christoph Aisch

Dipl.-Bw. (FH) Simone Six

### Hochschule Regensburg

start-up center – Die Gründungsinitiative der Hochschule Regensburg

Fakultät Betriebswirtschaft

Seybothstraße 2 (2. Stock, Raum 202 a)


93053 Regensburg

+49 941 943-97 82

startup@hs-regensburg.de

[www.hs-regensburg.de/startup](http://www.hs-regensburg.de/startup)





*„Meine Geschichte: Überall auf der Welt für ein Unternehmen arbeiten, in dem ich mich zuhause fühle. Und welche Geschichte schreiben Sie?“*

Seit über 140 Jahren schreiben wir bei MR unsere Erfolgsgeschichte. Wir machen Transformatoren intelligent regelbar, entwickeln Hightech-Isoliermaterialien für den Hochspannungs-Einsatz und Steuerungsanlagen für eine optimale Netzspannungs- und Stromqualität. Wir gewährleisten, dass sich Menschen und Unternehmen nicht um ihre Stromversorgung sorgen müssen. Und wir agieren international als weltweit führendes Unternehmen, das seinen rund 3.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern gleichzeitig Heimat und Rückhalt bedeutet. Wo ehrliche Meinung geschätzt wird und gute Ideen Platz haben, echte Innovationen zu werden. Schreiben auch Sie ein Stück MR Geschichte mit. Besuchen Sie uns auf [www.reinhausen.com/karriere](http://www.reinhausen.com/karriere)



THE POWER BEHIND POWER.

# SCHOOL OF ENERGY AND RESOURCES

## IHR ANSPRECHPARTNER BEI DER ENERGIEFORSCHUNG

11

Seit Anfang des Jahres 2013 verfügt die Hochschule Regensburg über ein interdisziplinäres Energieforschungszentrum,

bei dem die Kompetenzen aller Fakultäten auf diesem Gebiet zusammenlaufen – die School of Energy and Resources.

Die School kann trotz ihres noch jungen Alters eine breitgefächerte, weitreichende Vernetzung aufweisen. Bereits über 40 Professoren der Hochschulen Regensburg und Amberg-Weiden aus allen Fachrichtungen stehen in direkter Verbindung zur School, zu einem Großteil über direkte gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsprojekte. Auch zahlreiche Unternehmen der Region nutzen die Angebote der School, z. B. als Drehscheibe in umfangreichen F&E-Programmen, allen voran im Technologie und Wissenschaftsnetzwerk Oberpfalz (TWO), zu fungieren.

### LEISTUNGEN

- Forschung, Innovation und Entwicklung
- Lehre und Wissensvermittlung
- Unterstützung und Beratung
- Mittelakquise und Projektmanagement
- Berichterstellung und Öffentlichkeitsarbeit

### THEMENFELDER

- Energiegewinnung und Energiewandlung
- Energiespeicherung und Energieeffizienz
- Energie- und Kommunikationsnetze
- Elektromobilität
- Energiewirtschaft, Energierecht und Energieökologie
- Rohstoffe und Ressourcen
- Akzeptanzanalyse und Technikfolgenabschätzung

### ERSTE VERANSTALTUNGEN DER SCHOOL OF ENERGY AND RESOURCES

#### Informationstage zu aktuellen Energiethemen, jährlich im Frühjahr

Der erste Informationstag zur Betrieblichen Energieeffizienz, zu dem die IHK Regensburg für Oberpfalz/Kelheim und die beiden Hochschulen Amberg-Weiden und Regensburg im Juli 2013 eingeladen hatten, stieß bei den Unternehmern der Region auf großes Interesse. Den zahlreich erschienenen Unternehmern wurde das Leistungsangebot der zukünftigen gemeinsamen Technischen Hochschule vorgestellt. In Fachvorträgen zum Einsatz erneuerbarer Energien, moderner Gebäudetechnik, der Kraft-Wärme-Kopplung oder energieeffizienter Druckluftsysteme wurden technische Mängel und damit finanzielle Einbußen aufgezeigt und Lösungsansätze angeboten. Das Fazit der Veranstaltung lieferte ein Unternehmer bei der Verabschiedung: „Ich glaube, wir müssen etwas tun“.

### Der Regensburger Energiekongress, jährlich im Herbst

Im September 2013 findet der „1. Regensburger Energiekongress – Fokus: Stromnetz“ an der Hochschule Regensburg statt. Gemeinsam mit der IHK Regensburg für Oberpfalz/Kelheim bieten wir Politik, Wissenschaft und Unternehmen der Energiewirtschaft und des produzierenden Gewerbes zwei Tage lang die Möglichkeit zu Austausch und Wissenstransfer. Schon die emotional geführte öffentliche Diskussion zum laufenden Umbau des deutschen Energiesystems – aktuell mit dem Begriff „Energiewende“ versehen – zeigt die Notwendigkeit einer erfolgreichen gemeinsamen Suche nach geeigneten Lösungsansätzen.

#### Weitere Informationen:

[www.energiekongress-regensburg.de](http://www.energiekongress-regensburg.de)

### FÜR WEN SIND WIR DER RICHTIGE PARTNER?

- Für StartUp-Gründer und Weltmarktführer
- Für Erstsemester und Absolventen
- Für Bürger und Bürgermeister
- Für Doktoranden und Nobelpreisträger

## School of Energy and Resources



### KONTAKT



**Michael Riederer**  
Telefon+49 941 943-1140  
Geschäftsführer  
[michael.riederer@hs-regensburg.de](mailto:michael.riederer@hs-regensburg.de)



**Prof. Dr.-Ing. Oliver Brückl**  
Wissenschaftlicher Leiter  
Telefon+49 941 943-9881  
[oliver.brueckl@hs-regensburg.de](mailto:oliver.brueckl@hs-regensburg.de)

[www.hs-regensburg.de/forschung/school-of-energy](http://www.hs-regensburg.de/forschung/school-of-energy)

# REGENSBURG CENTER OF BIOMEDICAL ENGINEERING EINE FAKULTÄTS- UND HOCHSCHULÜBERGREIFENDE FORSCHUNGSSTRUKTUR

Seit März 2013 ist das „Regensburg Center of Biomedical Engineering“ (RCBE) mit eigenen, interdisziplinären Laborräumlichkeiten im BioPark Regensburg vertreten. In dem

neuen Zentrum werden die biomedizinischen, medizininformatischen und ingenieurwissenschaftlichen Kompetenzen der Hochschulen in Regensburg gebündelt.

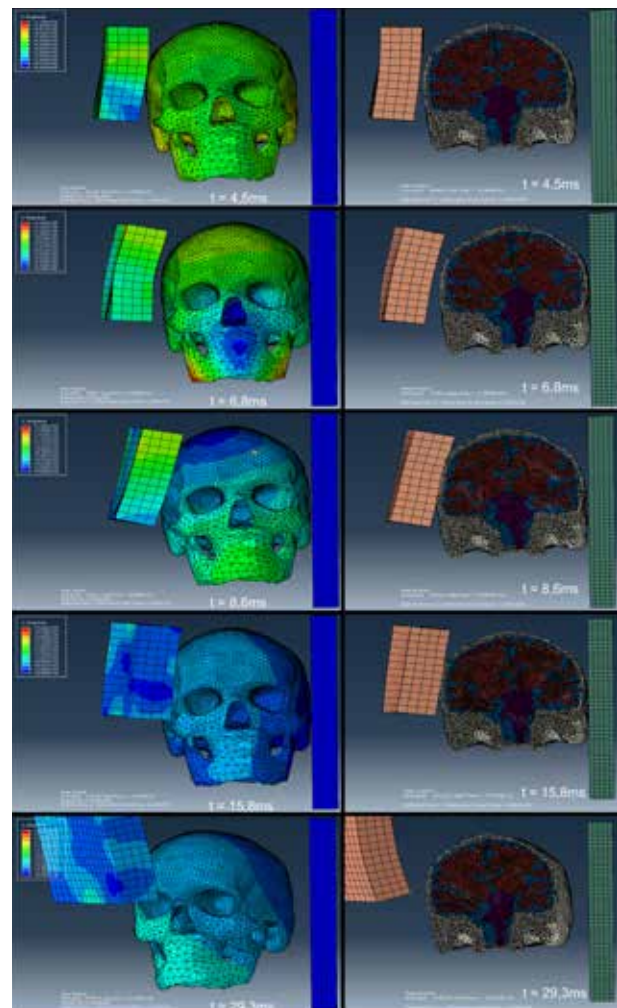
Seit mehreren Jahren haben sich – basierend auf einzelnen bilateralen Kooperationen zwischen Universitätsklinikum Regensburg und Medizinischer Fakultät einerseits sowie der Fakultät für Maschinenbau und der Fakultät für Informatik und Mathematik andererseits – an der Hochschule Regensburg interdisziplinäre Kompetenzbereiche entwickelt. Erfolge in der Lehre und in bilateralen Forschungsprojekten haben auch die regionale Wirtschaft beeindruckt: Im Februar 2012 wurde von Universität und Hochschule die Gründung der gemeinsamen Forschungseinrichtung „Regensburg Center of Biomedical Engineering“ (RCBE) formal beschlossen. Mit der Einrichtung einer solchen fakultäts- und hochschulübergreifenden Forschungseinrichtung beschreiten die Regensburger Hochschulen Neuland. Die Bereitschaft zu kooperieren zeigt sich seit März 2013 ganz real: Um dem RCBE einen erfolgreichen Start zu ermöglichen, haben Hochschule, Universität und Stadt Regensburg bis zur Fertigstellung eines eigenen Verfügungsgebäudes gemeinsame Anstrengungen unternommen, um benötigten Raum für Forschung und Geschäftsstelle im BioPark I auf dem Gelände der Universität Regensburg zur Verfügung zu stellen.



Neuartige Vorrichtung zum Befestigen von koronaren Stents auf Ballonkathetern (im Vordergrund: 100x größere Modelle von koronaren Stents)

Foto: Dr. Alexander Leis, Regensburg Center of Biomedical Engineering

Das RCBE bearbeitet mit den beteiligten Lehrstühlen selbst Forschungsthemen und stellt für seine Mitglieder Dienstleistungen und Kooperationsmöglichkeiten zur Verfügung – in Form einer offenen Struktur, die sie z. B. auch mit weiteren interdisziplinä-



Prototyp des numerischen Kopfmodells

Foto: Hochschule Regensburg

ren Einrichtungen, wie dem Sensorik-Applikationszentrum (HS.R) oder der „Mechatronics Research Unit“ (HS.R), assoziiert. Eigenes Personal unterstützt in den Bereichen Analytik, Projektmanagement und Informationstechnik.

Schwerpunkthemen der Mitglieder sind zum gegenwärtigen Zeitpunkt die Analyse medizinischer Daten (Bild- und Signalverarbeitung), die Biomechanik, medizinische Informationssysteme (eHealth), Implantologie und Gerätetechnik für die Medizintechnik.

Dabei bearbeiten Mitglieder des RCBE Forschungsthemen, die wissenschaftlich, aber auch für die Öffentlichkeit relevant

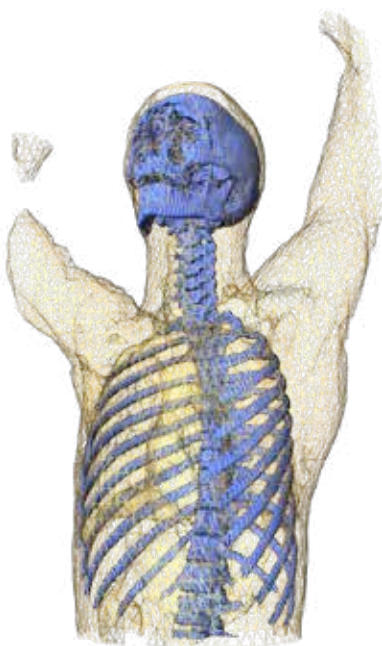


sind: Ist ein Fußtritt gegen den Kopf, wie er im Straßenkampf vorkommt, „nur“ gefährliche Körperverletzung oder ein versuchtes Tötungsdelikt? Dieser heiklen und strafrechtlich höchst relevanten Frage ging das Labor für Biomechanik (im RCBE) zusammen mit dem Institut für Rechtsmedizin Erlangen, der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Mitarbeitern des Kriminalfachdezernats 1 des Polizeipräsidiums Mittelfranken sowie der BMW AG nach.

Im Juni 2013 wurden die Ergebnisse von Bayerns Justizministerin Dr. Beate Merk vorgestellt: „Die Studie macht deutlich: Solche Fußtritte sind grundsätzlich objektiv geeignet, lebensgefährliche oder tödliche Verletzungen herbeizuführen. Durch den Täter ist das nicht beherrschbar. Wer so zutritt, dem muss klar sein, dass er damit den Tod seines Gegenübers herbeiführen kann; und zwar unabhängig von Faktoren wie der eigenen Konstitution oder den Schuhen, die er an hat.“ Als direkte Folge der Studie werden von nun an im Rahmen eines Pilotprojektes in Nürnberg alle Gewaltverbrechen mit Tritten gegen den Kopf initial als Tötungsdelikt eingestuft. Dies ermöglicht eine bessere Ermittlungstiefe. Parallel hierzu wurde ein Prototyp eines numerischen Kopfmodells aufgebaut, um Belastungen und Wirkung noch realitätsnäher untersuchen zu können.

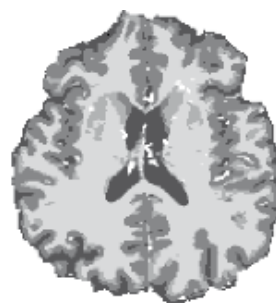
Modernster Technik bediente sich das Labor Regensburg – Medical Image Computing (Re-MIC, im RCBE), um Verfahren der medizinischen Bildverarbeitung auf Graphikkarten-Hard-

ware zu parallelisieren. Graphikkarten (GPUs) wurden in den letzten Jahren neben ihrer ursprünglichen Aufgabe der Visualisierung verstärkt zu parallelen Recheneinheiten ausgebaut. Auch in der medizinischen Informatik werden solche GPU-Cluster immer häufiger zur Beschleunigung eingesetzt. In Kooperation mit dem Institut für Neurochirurgie der Universitätsklinik Regensburg wurde beispielhaft eine Methode zur automatischen Unterteilung von Magnetresonanztomogrammen (MRTs) des Kopfes in verschiedene Gewebetypen für parallele GPUs umgeschrieben. Wichtiges Ergebnis der Studie: Je nach Algorithmus kommt es bei GPUs zu kleinen Rundungsfehlern, die aber auf das Endergebnis (siehe Grafik) große Auswirkungen haben können. Gerade an der Schnittstelle zwischen Informatik und Medizin ist aber die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit von Berechnungsergebnissen besonders wichtig. Im Re-MIC wird nun an Methoden gearbeitet, solche Fehler zu vermeiden. Die Ergebnisse der Studie werden auf der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik (GMDS), auf dem Workshop „Biomedical Image- and Signal Computing (BISC2013)“ vorgestellt. Der Grafikkartenhersteller NVidia unterstützt die künftigen Arbeiten des Re-MIC im Rahmen des Academic Partnership Programs durch eine Schenkung von zwei Supercomputer GPUs der neuesten Generation mit jeweils 2496 parallelen Recheneinheiten.

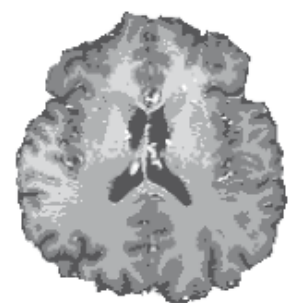


3D Visualisierung eines Computertomogramms

Grafik: Dr. Alexander Leis, Regensburg Center of Biomedical Engineering



Original



GPU

Foto: Hochschule Regensburg



RCBE

#### KONTAKT

Hochschule Regensburg

Regensburg Center of Biomedical Engineering (RCBE)

Geschäftsführer: Dr. Alexander Leis

+49 941 943-5291

alexander.leis@hs-regensburg.de

www.rcbe.de

## KOMPETENZENTREN

14

**FORSCHUNGSNETZWERK  
TRAUMA-BIOMECHANIK (TIM)**

Das Forschungsnetzwerk Trauma-Biomechanik hat sich zum Ziel gesetzt, die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Forschung und Industrie zu stärken und die umfangreichen Wissensgebiete der Medizin und der Ingenieurwissenschaften miteinander zu verzahnen. Dieser Ansatz spiegelt sich auch in der Zusammensetzung der Gründungspartner wider:

- der Autoindustrie in Vertretung durch die pdb (Partnership for Dummy Technology and Biomechanics, Ingolstadt)
- der Fakultät Maschinenbau der Hochschule Regensburg
- der Unfallchirurgie des Universitätsklinikums Regensburg
- dem Institut für Rechtsmedizin der Ludwigs-Maximilians-Universität München
- der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt, Bergisch-Gladbach)

Das Jahr 2012 stand anfangs ganz im Zeichen des Ausbaus des TIM-eigenen Informationssystems: ein internationales Wiki-System in englischer Sprache, das unserer Forschergemeinde als schnelle und aktuelle Plattform des Informationsaustauschs sowie zum Ausbau unserer Wissensbasis dient. Es bietet nunmehr verschiedene, zusätzliche projektunterstützende Funktionen und wird ergänzt um datenbankbasierte Web-Anwendungen.

Inhaltliche Schwerpunkte setzt TIM beim Auf- und Ausbau einer umfangreichen Materialdatenbank unter Leitung Prof. Dendorfers im Bereich des Biomedical Engineering: Der Forschergemeinde der (Trauma-)Biomechaniker sollen reliable Daten zur Bestimmung verschiedener Eigenschaften sowie zur Belastbarkeit des menschlichen Körpers online zur Verfügung gestellt werden. Geplant ist zudem die interdisziplinäre Erstellung eines parametrisierbaren Schädelmodells. Hierbei unterstützt uns insbesondere unser Partner aus Ingolstadt (pdb).

Um einer alternden Gesellschaft gerecht zu werden, untersuchen wir im Rahmen des Forschungsnetzwerks zudem den Einfluss und die Auswirkungen altersbedingter Faktoren auf Unfallhäufigkeiten und Unfallgeschehen sowie dabei auftretende Verletzungsmuster (Elderly Occupants). Weitere Kooperationen sind geplant im Bereich der Passiven Fahrzeugsicherheit. Angesiedelt ist die Geschäftsstelle des Forschungsnetzwerks Traum-Biomechanik seit 2010 an der Fakultät

Maschinenbau in Regensburg und koordiniert von hier aus die Zusammenarbeit der Mitglieder weltweit.

**KONTAKT****Hochschule Regensburg**

Forschungsnetzwerk Trauma-Biomechanik

Dipl.-Inform. Harriet Göhre

+49 941 943-9839

harriet.goehre@hs-regensburg.de

www.traumabiomechanik.net

**KOMPETENZENTRUM HISTORISCHE  
BAUFORSCHUNG (KHB)**

Das Kompetenzzentrum Historische Bauforschung (KHB), das 2008 eingerichtet wurde, beschäftigt sich mit dem menschlichen Bauen – von der Vorgeschichte bis zur Gegenwart, von einzelnen Bauteilen bis zur Stadtanlage. Grundlage der Bauforschung ist die Methode der verformungsgerechten Bauaufnahme, der Vermessung eines baulichen Zusammenhangs von einem unabhängigen Messsystem. Dabei wird ein Gebäude mit allen Details, eventuellen Verformungen und Veränderungen gezeichnet, detailliert beschrieben und fotografiert. Aufgrund dieser Dokumentation werden Rekonstruktionen erarbeitet, in denen die Aspekte Entwurf, Konstruktion, Statik, Bauablauf, Bauphasen, Bautechnik und Vorfertigung im Vordergrund stehen.



Das erste Ziel war der Aufbau eines Masterstudiengangs (MHB) im Jahre 2010 in der Fakultät Architektur, bei dem Bauingenieure, Klassische Archäologen und Kunsthistoriker in Lehre und Forschung interdisziplinär zusammenarbeiten. Das Kompetenzzentrum verfolgt zwei Schwerpunkte: die Bauforschung des Mittelalters und der Neuzeit in der Region sowie die archäologische Bauforschung im Mittelmeerraum und in außereuropäischen Regionen. So erhalten die Studenten die Möglichkeit, in den Semesterferien unter Anleitung erfahrener Bauforscher und Archäologen Monumente in der Türkei, in Italien, Griechenland, Albanien, Ägypten, Äthiopien China u. a. zu untersuchen und in diesem Bereich auch ihre Master- bzw. Doktorarbeiten zu verfassen.

Drittmittelprojekte werden u. a. von der DFG, der Gerda Henkel Stiftung und der Fritz Thyssen Stiftung finanziert und durch Kooperationen mit dem Deutschen und Österreichischen Archäologischen Institut sowie Kooperationen in den genannten Gastländern ermöglicht. In der Region bestehen entsprechende Kooperation mit dem Freilandmuseum Neusath-Perschen, dem Stadtplanungsamt, den Denkmalämtern und dem Staatlichen Bauamt sowie mit zahlreichen Planungs- und Architekturbüros. In der Region stehen die Synagogenforschung sowie die Analyse von 20er-Jahre-Siedlungen (gemeinsam mit dem Kompetenzzentrum Nachhaltiges Bauen) im Vordergrund.

### KONTAKT

#### Hochschule Regensburg

Kompetenzzentrum Historische Bauforschung

Prof. Dr.-Ing. Thekla Schulz-Brize +49 941 943-1191

thekla.schulz-brize@hs-regensburg.de

www.hs-regensburg.de

### IT-ANWENDERZENTRUM

Das IT-Anwenderzentrum versteht sich als Mittler zwischen wissenschaftlichen Ideenentwicklungen und praxisnahen Umsetzungen für Unternehmen – vor allem für kleine und mittlere Unternehmen (KMUs) in Niederbayern und der Oberpfalz. Seine Kompetenzen liegen in den Bereichen IT-Sicherheit, Informations- und Kommunikationstechnik (IuK) sowie Embedded Systems. Es sucht Synergien aus den Interessen der Unternehmen und dem Portfolio der Hochschule Regensburg, leitet daraus gemeinsame Projekte ab und setzt diese im konstruktiven Miteinander um. Langfristige Partnerschaften mit den regionalen Unternehmen stehen im Vordergrund.

Das IT-Anwenderzentrum wurde 2010 gegründet. Die wissenschaftliche Leitung liegt bei Professor Markus Kucera und Professor Thomas Waas. Derzeit arbeiten 18 Mitarbeiter am IT-Anwenderzentrum, davon sieben Professoren, sechs Mitarbeiter und fünf Promovenden.

Seit Gründungsbeginn baute das IT-Anwenderzentrum seine Kompetenzbereiche weiter aus: sei es in anwendungsorientierten Forschungsprojekten, in der Neuentwicklung von Produkten bzw. Seminarkursen oder der Vernetzung von Fachleuten und Unternehmen mit der Wissenschaft – auch auf internationalem Parkett. So war das IT-Anwenderzentrum Organisator der zweitägigen internationalen wissenschaftlichen Tagung WISES 2011 „9. Workshop on Intelligent Solutions in Embedded System“, die bereits zum zweiten Mal an der Hochschule Regensburg stattfand. Dies zeigt, welchen Stellenwert dieser Bereich mittlerweile in unserem Alltag erlangt hat: im Auto, im Telefon, ebenso in Fertigungslinien von Fabriken und Flugzeugen. Die zunehmende Komplexität dieser Systeme unterstreicht die tech-

nische Dringlichkeit und ökonomische Bedeutung von neuen und innovativen Lösungsansätzen.



Foto: HSR

WISES 2011 „9. Workshop on Intelligent Solutions in Embedded System“

Als Sponsorpartner trat das IT-Anwenderzentrum auf der von der Continental AG ausgerichteten internationalen Software Konferenz 2011 an der Universität Regensburg auf. Fokus war die Softwareentwicklung rund um das Auto; dies im Hinblick auf sich abzeichnende Zukunftstrends. Mit der Continental AG besteht bereits eine langjährige Zusammenarbeit, die sich in regelmäßigen Forschungsarbeiten sowie Studierendenaustausch zum Thema Embedded Systems im Auto realisiert. Damit leistet das IT-Anwenderzentrum einen wichtigen Beitrag zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der regionalen Unternehmen, indem diese auf die Ressourcen der Hochschule zurückgreifen. In diesem Rahmen präsentierten IT-Studenten der Hochschule Regensburg erfolgreich ihre Demoversionen von zukunftsweisenden Smart Phone Applikationen auf der IAA 2011, beispielsweise Apps wie Schlaglocherkennung oder Pannendokumentation mit Bild vom Pannenfahrzeug.

Auch im Bereich Weiterbildung für Studierende war das IT-Anwenderzentrum 2011 tätig. Es entwickelte für die Virtuelle Hochschule Bayern (vhb) einen eLearningkurs zum Thema Sicherheit im Datennetz für alle Nicht-IT-Studenten in Bayern. Dieser Kurs vermittelt die notwendigen Grundkenntnisse zum sicheren Einsatz moderner IT Systeme.

### KONTAKT



**IT-Anwenderzentrum**  
der Hochschule Regensburg

#### Hochschule Regensburg

IT-Anwenderzentrum

+49 941 943-1264

itanwenderzentrum@hs-regensburg.de

www.it-anwenderzentrum.de

#### Leitung

Prof. Markus Kucera, markus.kucera@hs.regensburg.de

Prof. Thomas Waas, thomas.waas@hs.regensburg.de



www.klebl.de

DER BAUPARTNER IN DEUTSCHLAND



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



**K+B expert**  
**KAPPENBERGER + BRAUN**



Bayerns Best 50  
Preissträger 2012



Großer Preis des  
Mittelstandes



Bayerischer  
Qualitätspreis



Rittal Award

93413 Cham • Barbaraweg 2 • Tel. 09971/393-0 • Fax 09971/3300 • www.k-b.de

Ihr kompetenter Partner

**Elektrotechnik**

Stark- und Schwachstromanlagen

**Mess- und Regeltechnik**

für Wasser- und Abwasseranlagen

**Produktion**

Schaltanlagen-/Metallsonderbau, Tableaufertigung

**Kommunikationstechnik**

Netzwerk-Datentechnik, Telekommunikation

**Sicherheitstechnik**

Alarm- und Brandmeldeanlagen (VDS)

**K+B expert Fachmärkte**

TV, DVD, HiFi, Computer, Telekom, Haushalt

**Gebäudeautomation**

für Heizung, Klima, Lüftung und Bustechnik

**Prüf- und Abnahmewesen**

für sicherheitstechnische Prüfungen und E-Check

**K+B Service**

Finanzierung, Lieferung, Installation, Reparatur

CHAM | AMBERG | BAD KÖTZTING | SCHWANDORF | REGEN | WALDKIRCHEN | ILMENAU | RUDOLSTADT | MÜNCHEN | PILSEN | PRAG | WIEN



## KOMPETENZZENTRUMS NACHHALTIGES BAUEN (KNB)

Ab dem Sommersemester 2012 wurde mit dem Aufbau eines interdisziplinären Kompetenzzentrums Nachhaltiges Bauen (KNB) an der HS.R begonnen. Das KNB soll die Fachkunde und die Erfahrungen aus den Fakultäten Architektur, Bauingenieurwesen, Maschinenbau und Allgemeinwissenschaften auf den Gebieten des energieeffizienten Bauens und Wohnens bündeln und fokussieren. Schwerpunkte sind energetische Bau- und Nutzungsplanung von Wohn- und Nichtwohngebäuden, energieeffiziente Heizung und Lüftung/Klimatisierung mittels regenerativer Energiequellen und moderner Gebäudetechnik, Restaurierung und energetische Modernisierung von historischem Baubestand und Betrachtungen unter dem Gesichtspunkt der Lebenszyklusanalyse der Gebäude. Dabei spielt eine enge Vernetzung mit dem Lehrbetrieb eine zentrale Rolle, u. a. durch Integration von Studien-, Projekt- und Abschlussarbeiten in angewandte Forschungsvorhaben.

Das KNB dient als Anlaufstelle für Unternehmen der Region mit Interesse an Drittmittelprojekten und Auftragsforschung, aber auch für kommunale Entwicklungsvorhaben (z. B. Unterstützung bei der Erstellung von Energienutzungsplänen).

Mit dem KNB wird ein hochschuleigenes Kompetenzprofil mit dem Schwerpunkt regenerativer Energieversorgung für Bestandsgebäude mit eingeschränkter energetischer Sanierbarkeit (Denkmalpflege) ausgebildet. Die Verbindung von historischer Bauforschung, Architektur, Bauingenieurwesen und Maschinenbau ist bundesweit ein Alleinstellungsmerkmal der Hochschule Regensburg.

Im Berichtszeitraum wurden unter dem Dach des KNB bereits mehrere Projekte gestartet, u. a. zwei Förderprojekte der Forschungsinitiative „Zukunft Bau“ des Bundesinstituts für Bau, Stadt- und Raumforschung (BBSR), sowie Kooperationen mit Kommunen initiiert bzw. fortgeführt.

### KONTAKT



#### Hochschule Regensburg

Kompetenzzentrum Nachhaltiges Bauen (KNB)

Prof. Dr. Oliver Steffens

+49 941 943-9775

oliver.steffens@hs-regensburg.de

[www.hs-regensburg.de/forschung/kompetenzzentren/nachhaltiges-bauen.html](http://www.hs-regensburg.de/forschung/kompetenzzentren/nachhaltiges-bauen.html)

## KOMPETENZZENTRUM INSTITUT FÜR SOZIALFORSCHUNG UND TECHNIKFOLGENABSCHÄTZUNG – IST

Im Juli 2012 wurde das Kompetenzzentrum „Institut für Sozialforschung und Technikfolgenabschätzung“ (IST) unter der Leitung von Prof. Dr. habil. Sonja Haug (Fakultät Angewandte Sozialwissenschaften) mit dem Ziel gegründet, empirische Forschungsprojekte mit interdisziplinärer Ausrichtung durchzuführen. Im Berichtszeitraum waren in Drittmittelprojekten fünf wissenschaftliche Mitarbeiter und 13 studentische Hilfskräfte beschäftigt. Der Bereich Sozialforschung umfasst Umfrageforschung, Evaluation und Monitoring.

2012 wurde die Bürgerbefragung zum Kulturentwicklungsplan Regensburg abgeschlossen. Weiterhin laufen die vom Europäischen Integrationsfonds geförderte Kooperation mit der Integrationsstelle Regensburg („Integrationsbericht und Integrationskonzept für Regensburg“) sowie die Befragung der Beruflichen Oberschulen Ostbayern. Drei neue Projekte wurden begonnen: eine Evaluation von Koordinierungsstellen des Bundesamtes für Migration und Flüchtlinge zusammen mit Prof. Dr. Barbara Seidenstücker, die wissenschaftliche Begleitung zum Integrationsbericht Ingolstadt und eine Erhebung zum Leben mit Persönlicher Assistenz im Auftrag der Diakonie Regensburg.

Im Bereich Technikfolgenabschätzung arbeitet Prof. Dr. phil. habil. Karsten Weber (2012 an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus) eng mit dem IST zusammen. Forschungsthemen sind u. a. Ethische Aspekte altersgerechter Assistenzsysteme und Potenziale von GPS-Anwendungen am Beispiel von Geocaching.

Im Rahmen des Technologie- und Wissenschaftsnetzwerks Oberpfalz (TWO) wurde 2012 das Projekt Demographischer Wandel und die Energiewende in Ostbayern in Kooperation mit der School of Energy der HS Regensburg begonnen. Zudem liefen Vorbereitungen für weitere Akzeptanzstudien zur Erforschung der gesellschaftlichen Aspekte von Technik.

### KONTAKT



#### Hochschule Regensburg

Institut für Sozialforschung und Technikfolgenabschätzung (IST)

Prof. Dr. phil. habil. Sonja Haug, Dipl. soz. +49 941 943-1092

sonja.haug@hs-regensburg.de

[www.hs-regensburg.de/ist](http://www.hs-regensburg.de/ist)



**Mehr Präzision.**  
Micro-Epsilon gilt als weltweit führend in der Weg-, Positions- und Dimensionsmesstechnik.  
Interessierten Studentinnen und Studenten (Elektrotechnik / Maschinenbau / Informatik) bieten wir die Möglichkeit für Praktika, Diplom-, Bachelor- und Masterarbeiten sowie zum Berufseinstieg.

MICRO-EPSILON Messtechnik  
Königbacher Str. 15 | 94496 Ortenburg  
Tel. 08542/168-0 | [www.micro-epsilon.de/jobs](http://www.micro-epsilon.de/jobs)



Pioneering new technologies  
Pioneering new technologies

**Aufbrechen** in die faszinierende Welt  
der **Mikro-** und **Leistungselektronik**  
z. B. in den Bereichen Fertigung, Projektmanagement und Entwicklung

**STW**®  
Sensor-Technik Wiedemann GmbH  
Mobil-Steuerungen und Messtechnik

Sensor-Technik Wiedemann GmbH • Am Bärenwald 6 • 87600 Kaufbeuren  
Telefon: +49 (0) 83 41-95 05-0 • Telefax: +49 (0) 83 41-95 05-55 • [www.sensor-technik.de](http://www.sensor-technik.de)  
Personalabteilung Frau Nicole Lauchner • [bewerbung@sensor-technik.de](mailto:bewerbung@sensor-technik.de)



## LABORATORY FOR SAFE AND SECURE SYSTEMS (LaS<sup>3</sup>)

Das Laboratory for Safe and Secure Systems (LaS<sup>3</sup>) ist ein gemeinsames Kompetenzzentrum der ab 1. Oktober heißenden Ostbayerischen Technischen Hochschule, ein Verbund zwischen den Hochschulen Amberg-Weiden (HAW) und Regensburg (HS.R). Es ist an der Fakultät Elektro- und Informationstechnik angesiedelt und wurde 2005 von Prof. Dr. Jürgen Mottok gegründet. Die Forschungs- und Entwicklungsprojekte im LaS<sup>3</sup> werden von Professoren der Fakultäten Elektro- und Informationstechnik, Informatik und Mathematik sowie Sozialwissenschaften partnerschaftlich ausgestaltet: Kollegial und teamgerichtet bringen sich Prof. Dr. Claus Bruedigam, Prof. Dr. Rudi Hackenberg, Prof. Dr. Detlef Jantz, Prof. Dr. Michael Niemetz, Prof. Georg Scharfenberg, Prof. Dr. Irmgard Schroll-Decker in die anwendungsorientierten Themen am LaS<sup>3</sup> ein.

Das LaS<sup>3</sup> führt als Partner der Wirtschaft Forschungsarbeiten zu software-intensiven Systemen und Services durch und bereitet den Technologietransfer vor, um dadurch weitere Innovationsimpulse, insbesondere in Bayern, auszulösen: Ziel ist die Verzahnung von anwendungsorientierter Forschung im Bereich der Softwareentwicklung mit den Anforderungen mittelständischer Unternehmen und der Industrie. Ebenso ist das LaS<sup>3</sup> an zahlreichen Arbeitsgruppen und Konferenzen beteiligt und sieht in der Vermittlung von Software Engineering, sowohl an der Hochschule als auch im beruflichen Umfeld, ein wichtiges Anliegen. Insbesondere stellt sich das LaS<sup>3</sup> den folgenden Aufgabenstellungen der Informatik:

- Entwicklung sicherer und software-intensiver Systeme
- Software Engineering und Programmierung
- Embedded Systems
- Echtzeitsysteme
- Multicore (u. a. Scheduling)
- Regelungstechnik (Technische Systeme)
- Funktionale Sicherheit
- IT-Sicherheit
- Kommunikationstechnologien
- Lernen und Lehren von Software Engineering (Aus-, Weiter- und Fortbildung)

Diese Themen finden Anwendung u. a. in den Bereichen Automotive, Smart Grid, Avionics, Automatisierung oder Medical Systems.

Bis 2013 wurde in zahlreichen F&E-Kooperationsprojekten mit 14 mittelständischen Firmen und Industriepartnern ein Drittmittel-

volumen von mehr als 3 Mio. Euro eingeworben. Derzeit werden 13 Forschungsmaster-Studierende und 12 Doktoranden beschäftigt. Es bestehen kooperative Promotionsverfahren mit sieben Universitäten bzw. Technischen Universitäten. Und das LaS<sup>3</sup> hat bereits einen gelungenen Technologietransfer in die Wirtschaft zu verzeichnen: Die hervorragenden fachwissenschaftlichen Ergebnisse zweier Doktoranden des Forschungsvorhabens DynaS<sup>3</sup>, die ihren Doktorgrad 2011 und 2012 erhalten haben, führten zur Gründung des Unternehmen Timing Architects. Das LaS<sup>3</sup> ist ein langjähriger Partner des Bayerischen Clusters für IT-Sicherheit. Prof. Dr. Rudi Hackenberg und Prof. Dr. Jürgen Mottok üben in diesem Netzwerk seit vielen Jahren sowohl die Beiratsfunktion als auch die Rolle eines Fachbeirates aus.



Das Evelinteam der Hochschule Regensburg (siehe auch S. ???): (v.l.n.r.) Prof. Dr. Jürgen Mottok, Prof. Dr. Irmgard Schroll-Decker, Prof. Dr. Ralph Schneider, Prof. Dr. Rudi Bierl, Prof. Dr. Michael Niemetz

## KONTAKT



### Hochschule Regensburg

Laboratory for Safe and Secure Systems, LaS<sup>3</sup> – a software engineering discipline

Prof. Dr. Jürgen Mottok

+49 941 943-1120

www.las3.de

www.hs-regensburg.de



VISIONEN UMSETZEN ...

... INNOVATIONEN SCHAFFEN

Mit unseren Produktentwicklungen gestalten wir die Zukunft.



Haustechnik



Hausgeräte



Umwelttechnik

emz-Hanauer GmbH & Co. KGaA  
Siemensstraße 1 | D-92507 Nabburg  
Fon: +49 9433 898-0 | Fax: -188  
info@emz-hanauer.com  
www.emz-hanauer.com



emz - THE SMILING COMPANY

# RVV

So fahr ich gut.  
Regensburger  
Verkehrsverbund

## Technische Hochschule Regensburg – bestens erreichbar mit dem Semester-Ticket des RVV

Standort Prüfeninger Str. 58: „Hst. Lessingstraße“ mit den Linien 1 und 4  
Standort Galgenbergstr. 30: „Hst. Galgenberg“ mit den Linien C6 und 6  
Standort Seybothstr. 2: „Hst. Hochschule“ mit den Linien C1 und 11  
Standort Universitätsstr. 31: „Hst. Universität“ mit den Linien C1, 11, C2, 2B, C4, 4, C6, 6 und 19



Nähere Informationen unter [www.rvv.de](http://www.rvv.de) oder nebenstehenden Code scannen.  
RVV-Kundenzentrum, Hemauerstr. 1, Tel. 09 41 / 601-28 88, [kuz@rvv.de](mailto:kuz@rvv.de)

QR-Code scannen und sofort mehr erfahren.

WARUM NUR EIN INGENIEUR SEIN, WENN SIE

# MEHREERE

WERDEN KÖNNEN.

Sie suchen mehr als nur eine neue Herausforderung? Dann entscheiden Sie sich doch einfach für viele. Bei FERCHAU erwartet Sie die ganze Welt des Engineerings. Bundesweit an über 60 Standorten. Ob als Ingenieur (m/w), Vertriebsprofi (m/w) oder IT-Consultant (m/w) – erleben Sie die Vielfalt von Deutschlands Engineering-Dienstleister Nr. 1: Genau wie viele namhafte Unternehmen unterschiedlichster Branchen. In anspruchsvollen Projekten vertrauen sie auf die Kompetenz unserer mehr als 5.700 Mitarbeiter. Profitieren auch Sie von abwechslungsreichen Aufgaben und einer individuellen Förderung, die Ihnen gute Perspektiven für Ihre Zukunft bietet. Bewerben Sie sich direkt unter der Kennziffer HP13-004-9300 bei Frau Virtudes Fuchs. Denn was für unsere Kunden gilt, gilt für Sie schon lange:

**Wir entwickeln Sie weiter.**

**F FERCHAU**  
ENGINEERING



**FERCHAU Engineering GmbH**  
Niederlassung Regensburg, Prinz-Ludwig-Straße 11, 93055 Regensburg.  
Fon +49 941 56811-0, Fax +49 941 56811-290, [regensburg@ferchau.de](mailto:regensburg@ferchau.de)

**FERCHAU.DE**  
WIR ENTWICKELN SIE WEITER

## NANOANALYTIK UND HALBLEITERCHEMIE – NANOCEM

Das Kompetenzzentrum Nanochem unter Leitung von Prof. Dr. Alfred Lechner –unterstützt von den Professoren Dr. Walter Rieger und Prof. Dr. Ernst Wild – mit dem Schwerpunkt Nanoanalytik und Halbleiterchemie hat seine Wurzeln im Studiengang Mikrosystemtechnik. Es wurde im Herbst 2007 gegründet, um Projekte mit der Industrie effektiv bearbeiten zu können. Durch den Zugang zum hochschuleigenen Reinraum können die gängigen Prozesse der Halbleitertechnologie angewendet werden. Auch für Analysen stehen verschiedenste Methoden (z. B. AAS) zur Verfügung. Ein Spezialgebiet ist die Stressmessung auf Substraten mit der Mikro-Ramanspektroskopie. Zurzeit sind 19 Mitarbeiter am Kompetenzzentrum Nanochem beschäftigt.

Das Kompetenzzentrum nimmt externe Auftragsarbeiten an, verfolgt aber auch eigene Projekte. Ein Themenschwerpunkt ist die Spurenanalyse durch UV/Vis Spektroskopie. Mit den Forschungsprojekten Picoalyzer und Quicklyzer wurden in Zusammenarbeit mit Industriepartnern optische Sensorsysteme entwickelt, mit denen die kontinuierliche Echtzeitmessung von Inhaltsstoffen in wässrigen Medien möglich ist. Ein Ergebnis ist die anwendungsspezifische Anpassung und Integration des optischen Sensors in ein marktreifes Messsystem, den Quicklyzer, das den Anforderungen umwelttechnischer Messapplikationen

genügt. So ermöglicht die 12 V-Versorgungsspannung den Einsatz im Feld und die Drahtloskommunikationseinheit den Abruf der Messwerte fernab des Einsatzortes.

2012 erhielt das Kompetenzzentrum dafür die Auszeichnung „Ort der Ideen“ im Wettbewerb 365 Orte im Land der Ideen. Der Picoalyzer dagegen findet in Bereichen Anwendung, in denen Kleinstkontaminationen im parts-per-billion-Bereich eine Rolle spielen. Mit seiner niedrigen Nachweisgrenze spürt er minimale Verunreinigungen von Metallen in Prozessmedien auf. Durch die Online-Messung können z. B. Prozessbecken in der Halbleiterfertigung kontinuierlich überwacht werden.

Ein weiteres Thema ist Sprayganik (Spraytool für organische Elektronik). Projektziel ist die Entwicklung eines Sprühbeschichters für das Aufbringen sehr dünner und extrem homogener organischer Halbleiterschichten auf große Substrate. Die Motivation ist zum einen die Erhöhung des Wirkungsgrades von organischen Solarzellen und zum anderen die Verbesserung des Signal-Rausch-Verhältnisses von organischen Photodioden.

### KONTAKT

#### Hochschule Regensburg

Kompetenzzentrum Nanochem

Prof. Dr. Alfred Lechner

alfred.lechner@hs-regensburg.de

www.nanochem.eu

+49 941 943-1271



Für ihr Projekt „Quicklyzer“ ist die Hochschule Regensburg (HS.R) im Wettbewerb „365 Orte im Land der Ideen“ als „Ausgewählter Ort 2012“ ausgezeichnet worden. Das Umweltmonitoring-Gerät erfasst beispielsweise in Grundwässern von Deponien und Ackerböden geringste Spuren umweltbelastender Stoffe. Von links: Prof. Dr. Alfred Lechner, Prof. Dr. Helmut Hummel, Lothar Spranger von der Deutschen Bank und die Vertreterin der Initiative „Deutschland – Land der Ideen“ Sibel Sagdic



**ENTWICKLUNG EINES 3-LEVEL-UMRICHTERS**

Thomas Limmer, Stefan Straßmeier, Prof. Dr. Manfred Bruckmann, Prof. Dr. Jürgen Mottok

Im Gegensatz zum 2-Level-Umrichter bietet der 3-Level-Umrichter entscheidende Vorteile, welche bereits großflächig im Bereich der Photovoltaik, in Industrieantrieben und bei USVs genutzt werden. Bedingt durch seine Funktionsweise lassen sich die Oberschwingungen in der Ausgangsspannung deutlich reduzieren. Ebenfalls können Halbleiter mit einer geringeren zulässigen Sperrspannung gewählt werden. Ziel dieses Projektes ist es, sowohl einen Leistungsteil als auch einen Steuerungsteil eines Dreipunkt-Umrichters zu entwickeln. Dieser Umrichter könnte später gegebenenfalls in einem Elektrofahrzeug Anwendung finden. Mit Hilfe eines Dreipunkt-Umrichters der Firma EBV Elektronik wird ein Testaufbau im Labor errichtet. Weiterhin entstehen Simulationsmodelle des Dreipunkt-Umrichters und speziell des FalconEye III in Matlab Simulink und Simplorer. Mit den Ergebnissen aus Testaufbau und Simulation sollen der Aufbau und das Layout des eigenen Leistungsteils erfolgen. Ebenso werden mit diesem Testaufbau verschiedene Ansteuerarten des Umrichters getestet, um eine geeignete Ansteuerung vor der Fertigstellung des eigenen Leistungsteils erproben zu können.

**EVELIN****EXPERIMENTELLE VERBESSERUNG DES LERNENS VON SOFTWARE ENGINEERING**

Saskia Joseph, Michael Schumm, Otmar Rummel, Alexander Soska, Michael Reschke, Prof. Dr. Rudi Bierl, Prof. Dr. Jürgen Mottok, Prof. Dr. Michael Niemetz, Prof. Dr. Ralph Schneider, Prof. Dr. Irmgard Schroll-Decker

Das EVELIN-Team der Hochschule Regensburg freut sich, dass der formlose Antrag im Rahmen des EVELIN-Verbundes positiv begutachtet wurde und zur Förderung vorgesehen ist. EVELIN steht für die „Experimentelle Verbesserung des Lernens von Software Engineering“ – einer Projektidee die im Fachdidaktik-Arbeitskreis Software Engineering (FDAK SE) geboren wurde.

In EVELIN sind in Regensburg gleichermaßen die Kompetenzen der technisch orientierten Softwareentwicklung in den Fakultäten Elektro- und Informationstechnik, Mikrosystemtechnik und Maschinenbau sowie der Pädagogik in der Fakultät Sozialwissenschaften gefragt. Am Verbundvorhaben EVELIN sind neben der Hochschule Regensburg die Hochschulen Aschaffenburg, Coburg, Kempten, Landshut und Neu-Ulm beteiligt. Das gesamte Verbundvorhaben wird ca. 6,5 Mio. € Budget erhalten.

Die Komplexität von Software Systemen sowie interdisziplinäres Denken und Handeln in der Arbeitswelt stellen die

hochschulische Ausbildung von Software Engineering vor große Herausforderungen. Von den AbsolventInnen werden neben Fachwissen auch soziale, methodische und personale Kompetenzen verlangt. Für deren Beschreibung wird eine Kompetenzschablone angefertigt, aus der fachspezifische Kompetenzprofile entstehen, die als Basis für die Entwicklung neuer Lehr- und Lernarrangements dienen. Diese werden in den Lehrveranstaltungen erprobt und mittels qualitativer, quantitativer sowie beobachtender Instrumente evaluiert. Durch die experimentelle Erforschung des didaktischen Geschehens entwickelt sich an den Hochschulen eine Forschungskultur, die einen bedeutsamen Beitrag für ein lebenslanges und selbstbestimmtes Lernen leistet. Das Projekt EVELIN ist eine Kooperation mehrerer bayerischer Hochschulen und wird im Rahmen des Qualitätspakts Lehre durch das BMBF gefördert.

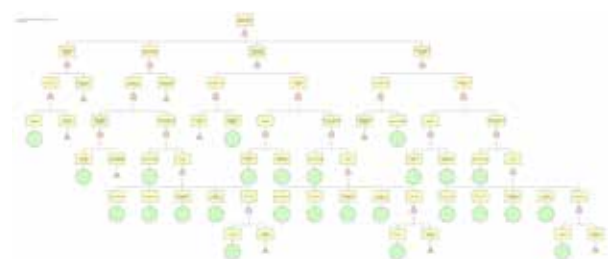
**FUNKTIONALE SICHERHEIT BEI LADESÄULEN**

Thomas Limmer, Stefan Straßmeier, Prof. Dr. Jürgen Mottok

Das Projekt wird in Kooperation mit den Firmen INSYS MICROELECTRONICS und Achter Elektronik AG des Netzwerkes für intelligente Ladetechnik – welches vom IT-Inkubator Ostbayern geleitet wird – bearbeitet. Dabei werden unabhängig von konkreten Systemen die Auswirkungen der Anwendung der Norm für Funktionale Sicherheit IEC 61508 auf Ladesäulen untersucht. Anschließend werden die konkreten Systeme der Firmen einer Untersuchung unterzogen.

In einer Vorstudie wurde analysiert, welche Risiken von einer Ladestation ausgehen können und welche Anforderungen an das Safety Integrity Level somit gestellt werden. Hierfür wurden verschiedene Schadensereignisse anhand eines Risikographen analysiert. Anschließend wurden Fehlerbaumanalysen durchgeführt. Die Auswertung zeigt mögliche Schwachstellen des Systems und dessen Verbesserungspotentiale auf.

Weiterhin ist ein Softwareleitfaden nach der Norm für funktionale Sicherheit von Software, der IEC 61508-3, und dem MISRA-C-Coding Standard entstanden, welcher den Firmen zur Verfügung gestellt wird. Im Anschluss werden nun die Architekturen der Firmen aus dem Netzwerk untersucht.



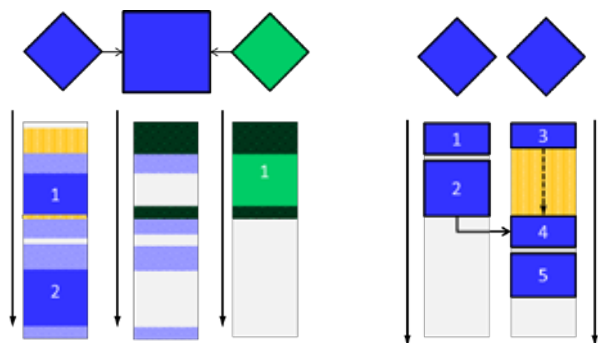
Fehlerbaum für das Top Event: Berührbare elektrische Spannung

## ENTWICKLUNG VON SCHEDULING VERFAHREN UND KOMMUNIKATIONSMECHANISMEN FÜR SICHERHEITSKRITISCHE MULTICORE ECHTZEIT-SYSTEME SOWIE VERFAHREN ZUR ANALYSE UND BEWERTUNG DEREN ECHTZEITANFORDERUNGEN

Martin Alfranseder, Matthias Mucha, Prof. Dr. Michael Niemetz, Prof. Dr. Jürgen Mottok

Beim Forschungsprojekt S3Core handelt es sich um ein Drittmittelprojekt der bayerischen Forschungsstiftung, das im April 2012 gestartet wurde und voraussichtlich bis April 2015 abgeschlossen sein soll. Es beschäftigt sich mit Mechanismen zur Verteilung der Software auf den Kernen von Multicore-Prozessoren (dem sog. Scheduling) sowie Verfahren zur Analyse und Bewertung hinsichtlich Echtzeiteigenschaften und der Dependability (Safety, Reliability, Availability, Maintainability) dieser Systeme.

Für das S3Core Projekt konnten bedeutende Partner aus der Industrie gewonnen werden: Audi, Continental, Intence, TÜV Süd, die Universität Augsburg und die Timing Architects (letztere sind eine Existenzgründung aus der Hochschule Regensburg).



### Motivation

Die Funktionen von eingebetteten Systemen werden immer intelligenter, erleichtern dadurch das tägliche Leben und ermöglichen somit eine sicherere Umwelt. Die Realisierung der Funktionalität erfolgt zum größten Teil in Software, welche bislang auf Singlecore-Prozessoren ausgeführt wird. Das Problem an Singlecore-Lösungen und -Systemen mit mehreren Prozessoren ist, dass bisherige Konzepte zur Leistungssteigerung, wie die Erhöhung der Taktrate, in vielen Bereichen bereits nicht mehr angewendet werden können. Eine mögliche Lösung ist der Umstieg auf Multicore-Systeme, welcher aktuell erfolgt.

Die effiziente und sichere Nutzung von Multicore-Systemen stellt daher einen unabdingbaren Innovationsfaktor dar, um die Rechenleistung entsprechend der steigenden Funktionalitätsanforderungen bedienen zu können. Des Weiteren können durch Multicore-Systeme erhebliche Kosten eingespart werden.

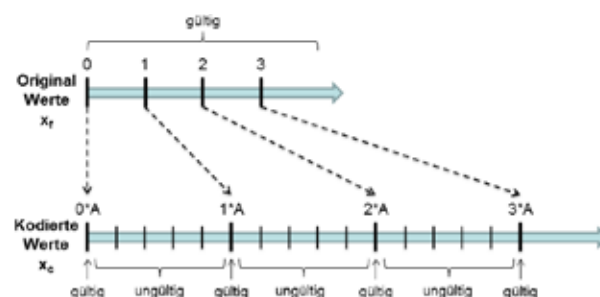
Dies liegt zum einen an der Möglichkeit der Zusammenführung von Steuergeräten aufgrund der erhöhten Rechenleistung und zum anderen an den niedrigeren Taktraten, wodurch Kühlmechanismen eingespart werden können.

## SAFETY OF SYSTEM AND SOFTWARE IN E-MOBILITY (S<sup>3</sup>EMO)

Jürgen Braun, Prof. Dr. Jürgen Mottok

Eine der höchsten Prioritäten bei der Entwicklung von Hybrid- und Elektrofahrzeugen hat die funktionale Sicherheit. Nicht zuletzt muss auf Seiten der Kunden Vertrauen in die Technik und die Elektromobilität insgesamt aufgebaut werden. Wie kann die funktionale Sicherheit in Fahrzeugen zukunftssicher und effektiv gewährleistet werden? Und wie kann dies speziell in elektrifizierten Antrieben gelingen? Mit dieser Aufgabenstellung haben sich das LaS<sup>3</sup> der HS Regensburg in Kooperation mit der AVL Software and Functions GmbH in Regensburg und der Universität der Bundeswehr München in einem Forschungsprojekt beschäftigt.

Die Antwort lautet: Die automatischen Speichertests in Zusammenspiel mit der Programmfluss-Überwachung und redundanter Hardware können besonders effektiv durch Coded Processing ersetzt werden. Denn hier wird die Diversität in Software erhöht, um die aufwendigere und kostspielige Redundanz von Hardware zu reduzieren. Im Gegensatz zum Stand der Technik von Embedded-Systemen in Automobilen ist Sicherheit mit Safely Embedded Software (SES) eine Folge von unterschiedlichen Software-Kanälen oder eines Kanals von speziell kodierter Software, inspiriert von dem bekannten Vital-Coded-Processor-Ansatz.





# Die perfekten Automotivelösungen für Innovationsführer **ENTWICKELN**

GIGATRONIK ist der verlässliche Entwicklungs- und Consultingpartner für Elektronik und Informationstechnologie. Mit unseren rund 900 Mitarbeitern entwickeln wir technisch perfekte und qualitativ hochwertige Lösungen für Innovationsführer aus den verschiedensten Branchen. Begeistern Sie mit Ihren Visionen und innovativen Ideen unsere Kunden und Ihre neuen Kollegen. Wir sorgen für ausreichend Entwicklungsspielraum und vielfältige Perspektiven. Erfahren Sie online mehr über uns:

[www.gigatronik.com/karriere](http://www.gigatronik.com/karriere)

## von Düsterlho • Rothammer & Partner - Wirtschaftsprüfer • Steuerberater • Rechtsanwälte -

Unser Team - bestehend aus 6 Steuerberatern, 3 Rechtsanwälten, 2 Wirtschaftsprüfern und ca. 40 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.

**kompetent**

**zuverlässig**

**erfahren**



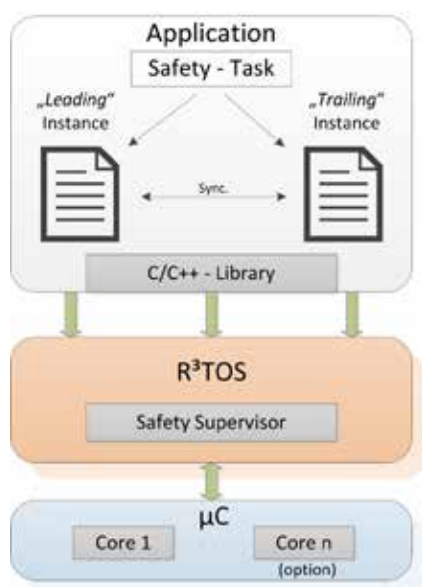


### S<sup>3</sup>OP – SAFE ORIENTED PROGRAMMING OF SOFTWARE-INTENSIVE EMBEDDED SYSTEMS

Peter Raab, Prof. Dr. Jürgen Mottok

Fehlertoleranz und Zuverlässigkeit heutiger Embedded Systeme werden gerade für sicherheitskritische Anwendungen immer wichtiger. Dabei spielen reine Softwareansätze eine immer stärkere Rolle, um die Kosten der eingesetzten Hardware gering zu halten. Abbildung 1 zeigt, wie unter Zuhilfenahme verschiedener Redundanztechniken die Fehlertoleranz eines Echtzeitbetriebssystems gesteigert werden kann. Der sogenannte Safety Supervisor des Betriebssystems steuert die mehrfache Ausführung einer sicherheitskritischen Task, wodurch transiente Fehler während der Datenverarbeitung erkannt und durch geeignete Maßnahmen korrigiert werden können. Unter Ausnützung weiterer Codierungstechniken oder beim Einsatz von Mehrkernsystemen ist auch die Erkennung permanenter Fehler möglich. Schwerwiegende Systemfehler können dadurch vermieden werden.

Die Analyse der Zuverlässigkeitssteigerung ist dabei ein zentraler Forschungsschwerpunkt innerhalb des Laboratory for Safe and Secure Systems an der Hochschule Regensburg. Neben der Richtigkeit der berechneten Ergebnisse ist die Rechtzeitigkeit in Echtzeitsystemen ein wichtiger Aspekt, der die Weiterentwicklung geeigneter Schedulingmechanismen gerade für Mehrkernarchitekturen beinhaltet.



Die Abbildung zeigt, wie unter Zuhilfenahme verschiedener Redundanztechniken die Fehlertoleranz eines Echtzeitbetriebssystems gesteigert werden kann.

### VITAS<sup>3</sup> – VIRTUELLE UND AUTOMATISIERTE INTEGRATION VON SOFTWAREFUNKTIONEN IN VERTEILTEN EINGEBETTETEN AUTOMOBIL-SYSTEMEN UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER ANFORDERUNGEN AN DIE FUNKTIONALE SICHERHEIT

Michael Schorer, Michael Steindl, Prof. Dr. Jürgen Mottok

Die Software moderner Embedded Systeme besteht zum Teil aus mehreren hundert Einzelkomponenten. Die verlässliche Integration dieser Komponenten zu einem funktional sicheren Gesamtsystem stellt Entwickler durch die steigende Komplexität zunehmend vor große Herausforderungen. Im Forschungsprojekt VitaS<sup>3</sup> des LaS<sup>3</sup> werden u. a. Einflussfaktoren des Integrationsprozesses untersucht und Algorithmen zur Bestimmung einer optimalen Integrationsreihenfolge entwickelt.

Durch die enge Zusammenarbeit mit Industriepartnern können Forschungsergebnisse umgehend in der Praxis getestet werden. Das Ziel dieses Forschungsprojektes ist es, dem Entwickler ein Werkzeug zur Verfügung zu stellen, das ihn durch den gesamten Integrationsprozess begleitet und Probleme frühzeitig aufdeckt.



Virtueller Integrationsprozess (Ausschnitt)

Wherever you are,  
we are already there!

Ihr Entwicklungs- und Trainingspartner  
aus der Region.



ti communication

INTERCULTURAL MANAGEMENT & CONSULTING



[www.ticommunication.eu](http://www.ticommunication.eu)

ti communication GmbH – Königsstr. 4 – 93047 Regensburg – [regensburg@ticommunication.eu](mailto:regensburg@ticommunication.eu) – 0941 5993877-0



**LANGPATENT**

ANWALTSKANZLEI IP LAW FIRM

**Ihr Ansprechpartner:**

Dr.-Ing. Christian Lang

Joh.-Seb.-Bach-Str. 25

92637 Weiden

[www.langpatent.com](http://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

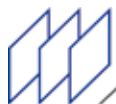
München

-

Weiden

-

Zürich



**Bayerische  
Patentallianz**

we manage innovations



Wir bieten der Industrie einen zentralen Zugang zum Technologiepool  
von 28 bayerischen Universitäten und Hochschulen

Bayerische Patentallianz GmbH | Destouchesstraße 68 | 80796 München  
Tel.: 089 5480177-0 | [www.baypat.de](http://www.baypat.de) | [kontakt@baypat.de](mailto:kontakt@baypat.de)

Zahl der laufenden Promotionen ..... 63  
(01.01.2012-31.12.2012)

davon abgeschlossene Promotionen ..... 5  
(01.01.2012-31.12.2012) (+ 1 im Feb. 2013)

**KOOPERIERENDE UNIVERSITÄTEN**

- Ausland ..... 11
- Andere Bundesländer ..... 26
- Bayern ..... 29
- davon Universität Regensburg ..... 8

**PROMOTIONEN IN DEN FAKULTÄTEN**

- Fakultät Architektur ..... 1
- Fakultät Allgemeinwissenschaften/  
Mikrosystemtechnik ..... 10
- Fakultät Bauingenieurwesen ..... 4  
(davon 1 in 2012 abgeschlossen)
- Fakultät Betriebswirtschaft ..... 2  
(davon 1 in 2012 abgeschlossen)
- Fakultät Elektro- und Informationstechnik ..... 17  
(davon 1 in 2012 abgeschlossen)
- Fakultät Informatik und Mathematik ..... 13  
(davon 1 in 2012 abgeschlossen)
- Fakultät Maschinenbau ..... 17  
(davon 2 in 2012 abgeschlossen)
- Fakultät Sozialwissenschaften ..... 2

**ABGESCHLOSSENE PROMOTIONEN**

**Martin Hobelsberger**

Themengebiet: Software Engineering, Embedded Systems,  
Funktionale Sicherheit, Echtzeitsysteme  
abgeschlossen: 2012  
Kooperierende Universität: Uni Magdeburg  
Betreuung: Prof. Dr. Jürgen Mottok

**Dirk Wegner**

Themengebiet: Verhalten von Boden unter dynamischen  
Einwirkungen  
abgeschlossen: 2012  
Kooperierende Universität: TU Dresden  
Betreuung: Prof. Dr. Thomas Neidhart

**Javier Martinez Fernandez**

Themengebiet: A stress-awareness approach to safer decision  
making in the trading process integrating biometric sensor  
abgeschlossen: 2012  
Kooperierende Universität: Universidad Carlos III Madrid  
Betreuung: Prof. Dr. Markus Kucera

**Ingo Heinle**

Themengebiet: Parameteridentifikation für Materialmodelle in  
der Umformtechnik  
abgeschlossen: 2012  
Kooperierende Universität: Universität Leiden  
Betreuung: Prof. Dr. Marcus Wagner

**Christian Kliemt**

Themengebiet: Thermomechanisches Ermüdungsverhalten von  
Aluminium-Guß-Legierungen  
abgeschlossen: 2012  
Kooperierende Universität: Heriot-Watt University, Schottland  
Betreuung: Prof. Dr. Joachim Hammer

**Michael Niekamp**

Themengebiet: Versuch einer nicht-klassischen Philosophie des  
Geldes – Eine (meta)ethische Rekonstruktion zweier fundamen-  
taler geldtheoretischer  
Probleme/Philosophische Fakultät  
abgeschlossen: 2013  
Kooperierende Universität: Universität Osnabrück  
Betreuung: Prof. Dr. Gerhard Rösl



# FELDEMISSIONSKATHODEN FÜR ANWENDUNGEN IN DER SENSORIK

Rupert Schreiner, Christoph Langer, Christian Prommesberger, Robert Lawrowski und Florian Dams  
 Hochschule Regensburg, Fakultät Mikrosystemtechnik  
 Benjamin Bornmann, Aliaksandr Navitski, Pavel Serbun und Günter Müller,  
 Bergische Universität Wuppertal, FB C Fachgruppe Physik

28

## EINLEITUNG

Stand der Technik bei Elektronenquellen für die Sensorik sind, abgesehen von sehr teuren Spezialanwendungen, nach wie vor thermische Glühkathoden, bei denen die Elektronen durch Erhitzen eines Wolframdrahtes thermisch emittiert werden. Aufgrund ihrer prinzipiellen Vorteile gegenüber der Glühemission sind kalte Feldemissionselektronenquellen bereits seit längerer Zeit Gegenstand der internationalen Forschung. Für einige Spezialanwendungen, wie z. B. in der Rasterelektronenmikroskopie oder in der Elektronenstrahlolithographie, wird die Feldemission bereits seit Jahrzehnten sehr erfolgreich eingesetzt. Allerdings werden für diese Anwendungen Einzelspitzen im Hochvakuum mit Spannungen im Kilovoltbereich verwen-

det, was für kompakte Sensorsysteme nicht in Frage kommt. Die Siliziumtechnologie bietet durch die Miniaturisierung hier unschlagbare Vorteile, da die benötigten elektrischen Spannungen deutlich reduziert werden können und die parallele Bearbeitung einer Vielzahl von Bauteilen mit sehr kleinen Strukturen auf einer Halbleiterscheibe zum Tragen kommt. Durch die Möglichkeiten der Mikrosystemtechnik, können seit ca. 1990 Arrays aus Silizium mit Spitzenradien von wenigen Nanometern realisiert werden. Bislang war es allerdings nicht möglich, solche Strukturen mit ausreichender Reproduzierbarkeit so herzustellen, dass tatsächlich alle Spitzen ein sehr gleichmäßiges Emissionsverhalten aufweisen.

## FELDEMISSION („KALTE“ EMISSION)

Die kalte Emission von Elektronen aus glatten leitenden Oberflächen unter dem Einfluss hoher elektrischer Felder („Feldemission“) kann in sehr guter Näherung mithilfe des quantenmechanischen Tunneleffekts durch eine aufgrund des äußeren elektrischen Feldes sich ausbildenden dreieckigen Potentialbarriere beschrieben werden (siehe Abbildung 1). Damit Elektronen aus der Leiteroberfläche austreten können, sind jedoch sehr hohe Feldstärken in der Größenordnung von Gigavolt pro Meter erforderlich. An Spitzen und Kanten treten ähnlich wie bei Blitzableitern starke Überhöhungen des elektrischen Feldes gegenüber dem äußeren elektrischen Feld auf, so dass hier Feldemission bereits bei wesentlich geringeren Feldstärken zu beobachten ist. Dieser Effekt wird bei Feldemissionskathoden genutzt, um schon bei wesentlich

geringeren Feldstärken Elektronen zu emittieren. An Nanostrukturen mit sehr scharfen Spitzen treten starke Feldüberhöhungen auf, so dass nun bereits bei einigen Megavolt pro Meter Feldemission stattfinden kann (Abbildung 2).

Um die gewünschte stabile und homogene Emission der Silizium-Spitzen gewährleisten zu können, wurde im Rahmen dieser Arbeit ein optimierter Herstellungsprozess entwickelt. Damit ist es möglich, sowohl unbeschichtete als auch beschichtete Silizium-Kathoden zu realisieren. Als Substratmaterial können sowohl p- als auch n-dotierte Siliziumwafer benutzt werden. Untersuchungen am Rasterelektronenmikroskop (REM) zeigen eine sehr homogene Geometrie aller Spitzen. Nahezu alle Spitzen des gesamten Arrays haben eine Spitzenhöhe von 3 Mikrometern und einen Spitzenradius im Bereich von 20 bis 30 Nanometern (Abbildung 2).

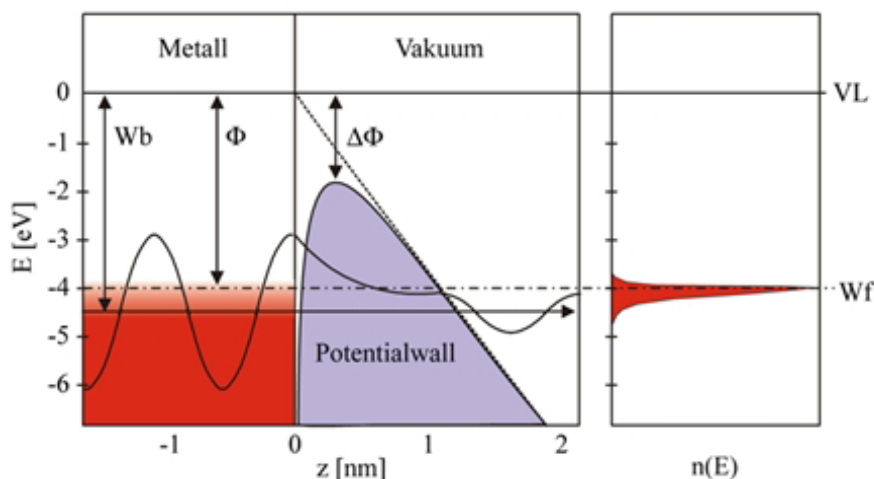


Abbildung 1: Schematische Darstellung des quantenmechanischen Fowler-Nordheim-Tunnelns aus einer glatten Metalloberfläche für hohe elektrische Feldstärken

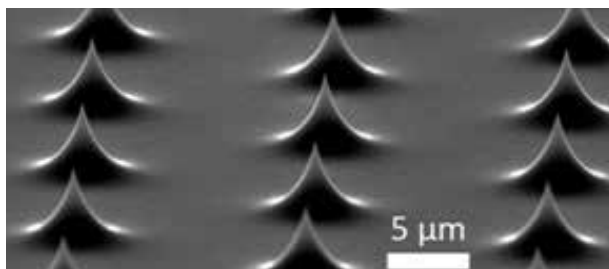


Abbildung 2: REM-Aufnahme von p-dotierten unbeschichteten Silizium-Spitzen mit einer Spitzenhöhe von ca. 3 µm und einem Spitzenradius von 20 nm bis 30 nm.

### CHARAKTERISIERUNG

Die elektrische Charakterisierung der Silizium-Kathoden wurde am Feldemissionsrastermikroskop (FERM) der Universität Wuppertal durchgeführt. Hierbei wird bei einem konstanten Emissionsstrom von 1 nA die dafür erforderliche Extraktionsspannung orts aufgelöst gemessen. Anhand dieser Messdaten kann eine Spannungskarte erstellt werden (Abbildung 3). Mit diesem Messverfahren kann die Funktionalität einzelner Spitzen sowie die Homogenität und die Abstrahlcharakteristik des Spitzenarrays beurteilt werden. Die Messungen am FERM zeigen ein sehr homogenes Emissionsverhalten aller Spitzen.

### AUSBLICK

Im nächsten Schritt wird die Elektronenemission in Abhängigkeit der Intensität und der Modulationsfrequenz der eingestrahlten optischen Leistung (mit Leucht- bzw. Laserdioden) untersucht werden. Daraus ergeben sich eine Reihe interessanter wissenschaftlicher und technologischer Fragestellungen und zahlreiche industrielle Anwendungsmöglichkeiten, z. B. für schnell schaltbare Ionisationsvakuum- und Ionisationsgassensoren, zum Bau kompakter, schnell modulierbarer Röntgenquellen, für die Mehrstrahl-Elektronenlithographie, für Ionentriebwerke in der Raumfahrt oder zum Bau kompakter THz-Hochleistungsquellen für die Satellitenkommunikation und die Sicherheitstechnik.

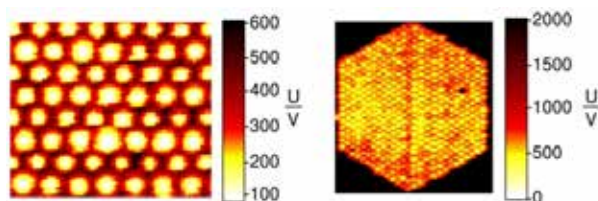


Abbildung 3: Emissionsverhalten von Spitzenarrays:  
a) Auszug aus einem Array 7x7 mm<sup>2</sup> mit 300.000 Spitzen  
b) Hexagonales Array mit 575 Spitzen

### Literatur

- Bornmann, B., S. Mingels, F. Dams, C. Prommesberger, R. Schreiner, D. Luetzenkirchen-Hecht, and G. Mueller: „Electron Spectrometer in Adjustable Triode Configuration for Photo-induced Field Emission Measurements.“ *Review of Scientific Instruments* 83, no. 1 (2012): 013302-013302-8. doi:10.1063/1.3673475.
- Dams, F., A. Navitski, C. Prommesberger, P. Serbun, C. Langer, G. Mueller, and R. Schreiner: „Homogeneous Field Emission Cathodes With Precisely Adjustable Geometry Fabricated by Silicon Technology.“ *Electron Devices, IEEE Transactions On* 59, no. 10 (2012): 2832-2837. doi:10.1109/TED.2012.2206598.
- Langer, C., C. Prommesberger, F. Dams, and R. Schreiner: „Theoretical Investigations into the Field Enhancement Factor of Silicon Structures.“ In *Vacuum Nanoelectronics Conference (IVNC), 2012 25th International*, 148-149, 2012. doi:10.1109/IVNC.2012.6316886.
- Schreiner, R., C. Prommesberger, C. Langer, F. Dams, P. Serbun, B. Bornmann, A. Navitski, and G. Mueller: „Highly Uniform and Stable Electron Field Emission from B-doped Si-tip Arrays for Applications in Integrated Vacuum Microelectronic Devices.“ In *Vacuum Nanoelectronics Conference (IVNC), 2012 25th International*, 50-51, 2012. doi:10.1109/IVNC.2012.6316857.
- Serbun, P., B. Bornmann, A. Navitski, G. Mueller, C. Prommesberger, C. Langer, F. Dams, and R. Schreiner: „Stable Field Emission of Single B-doped Si Tips and Linear Current Scaling of Uniform Tip Arrays for Integrated Vacuum Microelectronic Devices.“ *Journal of Vacuum Science & Technology B: Microelectronics and Nanometer Structures* 31, no. 2 (2013): 02B101. doi:10.1116/1.4765088.
- Serbun, P., A. Navitski, G. Mueller, R. Schreiner, C. Prommesberger, C. Langer, and F. Dams: „Scaling of the Field Emission Current from B-doped Si-tip Arrays.“ In *Vacuum Nanoelectronics Conference (IVNC), 2012 25th International*, 352-353, 2012. doi:10.1109/IVNC.2012.6316965.

#### Fakultät

Allgemeinwissenschaften und Mikrosystemtechnik

#### Projektleiter

Prof. Dr. Rupert Schreiner +49 941 943-1277  
rupert.schreiner@hs-regensburg.de

#### Projektmitarbeiter

Christoph Langer, Christian Prommesberger, Robert Lawrowski, Florian Dams

#### Projekträger

BMBF (Förderlinie „FHprofUnt“)

#### Kooperationspartner

- Thyracont Vacuum Instruments GmbH Passau
- Bergische Universität Wuppertal
- Strategische Partnerschaft Sensorik e. V.

#### Projektlaufzeit

Juli 2013 – Januar 2015

#### Weitere Informationen

1 Doktorandenstelle, 1 Stelle für Master of Applied Research, 1 Praxissemester, 6 Bachelorarbeiten, 2 Masterarbeiten

# LOGISTIK-OUTSOURCING: CHANCEN UND RISIKEN

Viele Unternehmen entscheiden sich, ihre Logistik komplett oder in erheblichen Umfängen outzusourcen. Solche Outsourcing-Partnerschaften zwischen Verladern und Logistik-Dienstleistern machen mittlerweile im Logistikmarkt einen großen Anteil aus, besitzen aber gleichzeitig nach Meinung vieler Experten noch Potenzial. Unternehmen gehen bei einem Outsourcing ihrer Logistik aber auch erhebliche Risiken ein:

- Findet man den richtigen bzw. besten Dienstleister?
- Wickelt der Dienstleister das Geschäft genauso gut ab, wie man selbst?
- Erfährt man rechtzeitig von Problemen und kann man noch gegensteuern?

Ein wichtiger erster Schritt für ein Outsourcing von Logistik-Prozessen ist die **Ist-Analyse** bestehender bzw. outzusourcender Logistikprozesse. Ein Instrument hierzu ist die Funktions- und Leistungsanalyse zur Ermittlung des Kosten- bzw. Aufwandsverhaltens der auszulagernden Logistikprozesse. Sie baut auf einer Prozessanalyse auf und reichert diese mit weiteren Informationen, wie Zeiten- und Mengengrößen an. Sie legt damit die Datengrundlagen für die Gestaltungsphase, die Angebotsevaluation und die spätere Steuerung des Dienstleisters. Auch können so bereits in der Analysephase Kennzahlen zur Messung der Leistung der untersuchten Bereiche bzw. Prozesse erarbeitet werden. Das Ergebnis der Funktions- und Leistungsanalyse ist Transparenz über die in den jeweiligen Prozessschritten gebundenen Mitarbeiterkapazitäten und deren Aufwandstreiber (z. B. Handling/Wareneingang 1,9 MAK, Kontrolle/QS 1,2 MAK, Buchungen 0,7 MAK etc.).

Bei der **Konzeption der Outsourcing-Beziehung** wird der Fokus insbesondere auf Aspekte gelegt, die über die reine Gestaltung der logistischen Prozesse hinausgehen. Dabei sollte z. B. die Leistung charakterisiert werden. D. h. wann und unter welchen Konstellationen eine logistische Leistung eher als eine Commodity oder eher als eine strategische Leistung angesehen werden kann und wie darauf aufbauend das Anreizsystem für den Dienstleister, die Schnittstelle zum Dienstleister und das Controlling als wesentliche Elemente eines Outsourcing-Konzepts gestaltet werden sollten.

So ist bei der Gestaltung des Anreizsystems hinsichtlich der grundlegenden Vergütungsform zu entscheiden, ob eher eine Vergütungsform gewählt werden soll, die sich an den bereitgestellten Ressourcen oder der erbrachten Prozessleistung orientiert (z. B. Abwicklung des Wareneingangs je Palette: 3,50 € ggf. zuzüglich eines fixen Betrags pro Monat zur Deckung der Fixkosten) oder eine Vergütung, die auch leistungsbezogene

Diese Risiken steigen – ebenso wie die dabei zu erzielenden Kosten- oder Leistungsvorteile – mit zunehmendem Umfang und Komplexität der outgesourceten Dienstleistungen. Die Steuerung bzw. das Controlling dieser Partnerschaften wird deshalb immer wichtiger aber auch schwieriger. Erfahrungen aus der Praxis zeigen jedoch, dass gerade hier auf Verladenseite noch zu wenig getan wird.

Anhand einiger allgemeiner Meilensteine zum Logistik-Outsourcing werden im Folgenden Gestaltungsmöglichkeiten für Verladern vorgeschlagen.

Elemente mit einbezieht (z. B. Boni für die Erreichung eines bestimmten Servicelevels). Eine weitere Gestaltungsmöglichkeit beim Anreizsystem ist der Einsatz von ergänzenden Vergütungskomponenten, die sich z. B. an erzielten Einsparungen des Dienstleisters orientieren.

Bei der Gestaltung der Schnittstelle zum Dienstleister sind folgende Fragen zu klären:

- Ist überhaupt eine aktive Abstimmung an der Schnittstelle nötig und falls ja: Was sind die geeigneten Maßnahmen für die Abstimmung?
- Welche Organisationseinheiten sind die Träger der Abstimmung und wie kann die Logistik(-beurteilungs-)kompetenz im Haus gehalten werden?

Im Anschluss an die Konzeption des Outsourcings erfolgt die **Aufbereitung der Ausschreibung**. Hierbei sind die Leistungen zu spezifizieren, das Preisgefüge zu definieren, die Zahl der Anbieter festzulegen und die Laufzeit des Vertrages anzugeben.

Bei der Spezifikation der Leistungen ist zwischen umfassenden Leistungsbündeln inklusive Value-Added-Services oder sogar produktionsnaher Tätigkeiten und einfachen – vielleicht auch modular ausgedruckten – Transport- oder Lagerleistungen zu unterscheiden. Die Art, wie die betreffenden Arten von Leistungen in einer Ausschreibung spezifiziert und insbesondere detailliert sind, bestimmt in hohem Maße die Eckpunkte zur Preisstruktur und dem Preisgefüge, innerhalb derer das Preisangebot unterbreitet werden soll.

Das Preisgefüge, innerhalb dessen die Logistikdienstleister anbieten sollen, bestimmt die Vergleichbarkeit einerseits und die Transparenz des Angebots andererseits. Dabei ist zwischen folgenden Möglichkeiten zu entscheiden:

- Komplettpreise (ein Preis für die Gesamtleistung) oder einzelne Preise für verschiedene Teilleistungen



- Standardpreise (unabhängig von Faktoren wie Packstückart und Umschlagmenge) oder differenzierte Preise
- Fixe Preise (unabhängig von bestimmten Umweltfaktoren oder Leistungsparametern wie z. B. Benzinpreise oder Wechselkurse in der internationalen Logistik) oder variable Preise

Bei der Entscheidung über die Anzahl der einzubeziehenden Anbieter besteht grundsätzlich ein Trade-Off zwischen Outsourcingpotenzialen und Bearbeitungsaufwand: Werden viele Anbieter angeschrieben, so sind die Chancen auf ein günstiges Angebot und ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis größer als bei wenigen Anbietern. Deshalb ist ein gestaffeltes Vorgehen zu empfehlen, um sowohl den Bearbeitungsaufwand für das ausschreibende Unternehmen als auch für die Anbieter in einem vernünftigen Verhältnis zu halten.

Schließlich ist noch über die Laufzeit des anzustrebenden Vertrags zu entscheiden. Outsourcingverträge im Kontraktlogistikgeschäft reichen in ihrer zeitlichen Dauer i.d.R. von einem Jahr bis hin zu mehreren Jahren. Das sich dabei eröffnende Spannungsfeld reicht von der Ausnutzung von Abhängigkeitssituationen eines Partners bei langen Laufzeiten, bis hin zu geringem Commitment zur Beziehung bei zu kurzen Laufzeiten. Je komplexer und je mehr spezifische Investitionen (wie z. B. ein vom Dienstleister exklusiv für den Verloader betriebenes automatisches Kleinteilelager) in die Beziehung eingebracht werden, desto länger sollte die Vertragslaufzeit sein.

Schließlich fassen die **Angebotsprüfung und der Anbietervergleich** die Ergebnisse der Ausschreibung zusammen. Dabei sind eine quantitative und eine qualitative Bewertung zu unterscheiden.

In quantitativer Hinsicht wird analysiert, welcher Anbieter der günstigste ist. Hier werden die unterbreiteten Angebote genauer geprüft und für die einbezogenen Anbieter gegenübergestellt. Je nach den Vorgaben des Preisgefüges in der Ausschreibung ist ein quantitativer Vergleich leicht (Vergleich eines Festpreises) oder schwer durchzuführen (differenzierte Preise und dynamische Leistungen wie z. B. sich ständig verändernde Transportströme), besitzt eine hohe oder eine geringe Aussagekraft oder ermöglicht eine differenzierte Vorbereitung einer Verhandlungsrunde (bei detaillierter Kenntnis der preisbeeinflussenden Faktoren und der Bepreisung von Teilleistungen).

In qualitativer Hinsicht wird geprüft, welcher Anbieter der beste oder der am besten auf die eigenen Leistungsanforderungen passende ist. Denn: Ein bestimmter Anbieter mag zwar im quantitativen Vergleich der günstigste sein; das bedeutet aber noch nicht, dass er den Anforderungen des Verladers am besten entspricht, als Dienstleister am besten zu ihm passt und das

beste Preis-Leistungs-Verhältnis bietet. Bei der Frage der Eignung und des Preis-Leistungs-Verhältnisses können Faktoren eine Rolle spielen, die sich in drei Gruppen einteilen lassen:

- Qualität, Prozessbeherrschung und Kundenservice
- Technik und Equipment sowie
- Unternehmen

Die **Verhandlung bzw. der Vertragsschluss** ist stark abhängig von der Ausgestaltung der zuvor definierten Parameter. Bei der Verhandlung ist jedoch eine Sichtweise von Bedeutung, die über eine reine Preisverhandlung hinausgeht: Die Logistikdienstleistung als eine Warengruppe aus Sicht des Einkaufs und die damit zusammenhängenden Aspekte der späteren Zusammenarbeit mit dem Dienstleister und der Entwicklungsstrategie. Je nachdem welche Leistungen in der Beziehung eine Rolle spielen und wie die anderen Parameter ausgestaltet werden, muss die Logistikleistung anders eingekauft werden: Entweder eine Basisleistung, bei der es gilt den bestmöglichen Marktpreis durch Ausnutzung des Marktmechanismus zu erzielen, oder es ist eine veritable Partnerschaft zu etablieren wenn es sich um Leistungen handelt, die stark mit der Wertschöpfung des Verladers zusammenhängen und bei denen eine gegenseitige Abhängigkeit besteht.

#### FAZIT

Outsourcing von Logistikdienstleistungen ist ein wichtiger und gleichzeitig komplexer Bestandteil zur Umsetzung einer auf Kernkompetenzen basierenden Operations-Strategie. Eine professionelle Vorbereitung und Durchführung des Outsourcings hilft, ein Outsourcing-Projekt in der Logistik durch die strukturierte Vorgehensweise zu qualitativ besseren Ergebnissen in kürzerer Projektlaufzeit zu führen sowie spätere Probleme bei der Implementierung zu vermeiden. Bei der Begleitung des Prozesses kann auch eine unabhängige externe Unterstützung dazu beitragen die interne Organisation kapazitätsmäßig zu entlasten, bereits bei der Vorbereitung neue Lösungsmöglichkeiten aufzuzeigen, eine unabhängige Perspektive einzubringen sowie durch ein Benchmarking einen Vergleich mit Lösungen anderer Unternehmen durchführen.

#### Fakultät

Betriebswirtschaft

#### Projektleiter

Prof. Dr. Thomas Liebetruth

thomas.liebetruth@hs-regensburg.de

+49 941 943-9779

# ENTWICKLUNG EINES ANWENDUNGSSPEZIFISCHEN PROZESSORS ZUR BERECHNUNG VON MOLEKÜLSPEKTREN

In Zusammenarbeit mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt wird ein anwendungsspezifischer Gleitkomma-Prozessor auf der Basis von feldprogrammierbaren Logikbausteinen (Field Programmable Gate Array, FPGA) ent-

wickelt, der die Berechnung von Infrarot-Molekülspektren im Rahmen von Atmosphärenforschung und Astrophysik beschleunigen soll. Die Hardwareentwicklung erfolgt auf der Basis der Hardwarebeschreibungssprache VHDL.

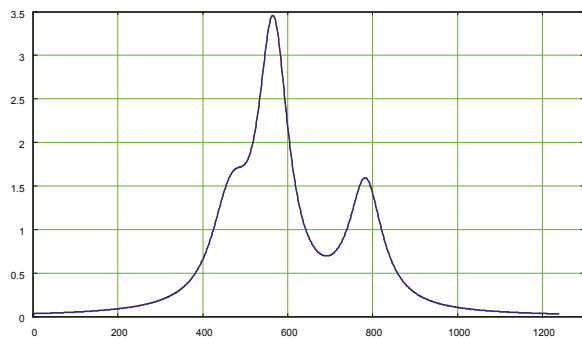


Abb. 1: Beispiel für ein Spektrum mit 3 Linien

## GRUNDLAGEN

In der Fernerkundung (boden-, flugzeug- oder satellitengestützt) gemessene Infrarot-Spektren ermöglichen die Charakterisierung von atmosphärischen Zustandsgrößen wie Temperatur oder Molekül-Konzentrationen und sind damit bedeutsam für Wettervorhersage oder Klima-Monitoring sowie für die Planetenforschung. Jedes Molekül emittiert oder absorbiert die Infrarotstrahlung in Form von charakteristischen Linien im Spektrum, deren Parameter in umfangreichen Liniendatenbanken abgespeichert sind. Für die Atmosphärenforschung interessierende Moleküle sind vor allem: Wasser (H<sub>2</sub>O), Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Kohlenmonoxid (CO), Methan (CH<sub>4</sub>) und Ozon (O<sub>3</sub>).

Die Bestimmung der gesuchten atmosphärischen Zustandsgrößen geschieht in der Regel mit Hilfe einer Ausgleichsrechnung: Ausgehend von Erfahrungswerten (z. B. klimatologische Mittelwerte) wird ein Modellspektrum berechnet und mit der Messung verglichen. Nach geeigneter Anpassung der Parameter wird dies solange wiederholt, bis Modell- und Mess-Spektrum (im Rahmen des Rauschens) übereinstimmen. Die Berechnung des Modellspektrums muss also schon für ein einziges Mess-Spektrum sehr oft wiederholt werden.

Insgesamt sind die zu prozessierenden Datenmengen gewaltig: Das MIPAS (Michelson Interferometer for Passive Atmosphere Sounding) an Bord des ESA-Satelliten Envisat (Start 2002) befindet, liefert ca. 18.000 Spektren zu je ca. 65.000 Spektralpunkten pro Tag, das Nachfolgeinstrument IASI an Bord des Satelliten MetOp (2006) ca. das 100-fache <sup>1</sup>. Die schnelle Verarbeitung dieser Datenmengen ist also ein zentraler Bestandteil der satellitengestützten Erdbeobachtung.

$$v = \frac{f}{c} \quad x = \sqrt{\ln 2} \frac{v - \hat{v}}{\gamma_D} \quad y = \sqrt{\ln 2} \frac{\gamma_L}{\gamma_D} \quad K(x, y) = \frac{\sum_{j=0}^6 \rho_j(y) x^{2j}}{\sum_{j=0}^7 \tau_j(y) x^{2j}}$$

Naturkonstanten: f: Frequenz c: Lichtgeschwindigkeit  
 Linienparameter: Lorentz-Halbwertsbreite:  $\gamma_L$  Doppler-Halbwertsbreite:  $\gamma_D$   
 Linienzentrum:  $\hat{v}$   
 Variable: Wellenzahl:  $v$

Abb. 2: Formeln zur Berechnung einer Spektrallinie

## BERECHNUNGSVERFAHREN

Die Modellierung eines Spektrums als Funktion der Frequenz erfolgt durch Summation der Beiträge aller Spektrallinien, welche durch eine Voigt-Funktion beschrieben und durch die in Abbildung 2 gezeigte rationale Näherung <sup>2</sup> approximiert werden kann. Dabei entspricht x bis auf einen Skalierungsfaktor der Frequenz (reziproke Wellenlänge), und y ist ein für jede Spektrallinie charakteristischer Parameter (im Wesentlichen die sogenannte Linienbreite). Zähler- und Nennerpolynom sowie der Quotient müssen also für jeden einzelnen Frequenzpunkt berechnet werden und beanspruchen dabei den Großteil der Rechenleistung. Die nach Abbildung 2 berechneten Werte gelten für eine einzige Spektrallinie, sie müssen also für das Gesamtspektrum aufaddiert werden. Aufgrund des großen Bereichs der zu berechnenden Exponenten muss mit Floating-Point-Datentypen gerechnet werden, dabei reicht das Single-Precision-Format nicht aus. Als Kompromiss aus Hardwarebedarf und notwendigem Bereich für die Exponenten wurde ein Zahlenformat gewählt mit 12 Bit Exponenten (entsprechend Double Precision) und 32 Bit Mantisse, also insgesamt 44 Bit pro Zahlenwert.

Aus Abbildung 2 ergeben sich pro Wellenzahlpunkt 6 Gleitkommamultiplikationen und 7 Gleitkommaadditionen jeweils für Zähler und Nenner. Zusätzlich wird eine Gleitkomma-division nötig sowie eine Multiplikations-/Additionsoperation für die Aufsummierung der einzelnen Spektren, eine weitere, in Abbildung 2 nicht dargestellte Multiplikation sowie eine Multiplikation zur Bildung der Quadrate. Ein Spektrum mit z. B. 950 Linien und 16.000 Wellenlängenpunkten benötigt demnach 212,8 Millionen Multiplikationen und 121,6 Millionen Additionen.

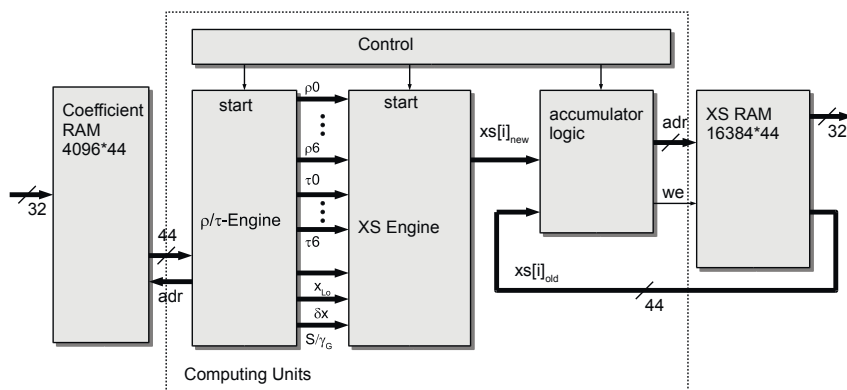


Abb. 3: Übersicht über die Prozessorhardware

## PROZESSORHARDWARE

### Realisierung auf Virtex-4-Hardware

Für die Realisierung der Hardware wurde in einem ersten Ansatz ein FPGA-Board der Firma CESYS (CESYS-PCIeV4BA-SE) mit einem Virtex-4-FPGA (XC4VLX25-10FFG668C) Baustein der Firma XILINX Technologies Inc. gewählt. Das Board enthält zusätzlich ein PCI-Express-Interface (PLX-Technology Inc.). Die Entwurfssoftware wird von XILINX zur Verfügung gestellt, als Hardware-Beschreibungssprache wird VHDL (Very High Speed Integrated Circuits Hardware Description Language, entsprechend VHDL IEEE std 1076-1993) verwendet.

Die Berechnung der Polynome erfolgt mithilfe des üblichen Horner-Schemas, wobei für diejenigen Polynome, die pro Linie nur einmal berechnet werden, ein serielles Verfahren, für Zähler- und Nennerpolynom ein paralleles Verfahren („Pipeline“) eingesetzt werden<sup>3</sup>.

Aufgrund der begrenzten Anzahl der Hardware-Multiplizierer (48) auf dem verwendeten FPGA-Baustein war es nötig, Zähler und Nenner abwechselnd zu berechnen. In einer Taktperiode von 15ns (66MHz Taktfrequenz) kann damit jeweils ein Zähler- oder Nennerwert berechnet werden, weshalb insgesamt 30ns für einen Wellenlängenpunkt benötigt werden.

Ein voll funktionsfähiger Prototyp konnte getestet werden, für ein Modellspektrum mit 950 Linien und 16.000 Wellenzahlpunkten werden 0,453 sec. benötigt. Allerdings ergab eine reine Softwarerealisierung auf einem aktuellen PC mit 2.4 GHz-Intel-Prozessor einen Rechenzeitbedarf von nur 0,297 sec.

### Realisierung auf Virtex-6-Hardware

Die Realisierung auf einem Virtex-4-Baustein mit 48 Hardware-Multiplizierern konnte also noch keinen Vorteil gegenüber einer reinen Softwarelösung erbringen. Es wurde daher als neue Hardwareplattform das FPGA-Bord ML605 der Firma XILINX gewählt. Diese enthält einen VIRTEX 6-XC6VLX240T Baustein. Das FPGA verfügt über 768 fest verdrahtete Multiplizierer/

Akkumulatoren und 241.152 Logikzellen verglichen mit 24.192 Logikzellen des alten Bausteins. Die 241.152 Logikzellen enthalten unter anderem ca. 300.000 D-Flipflops. Es lassen sich damit 12 parallele Rechenwerke auf einem Baustein realisieren, auf denen jeweils eine parallele Berechnung von Zähler und Nenner Platz findet. Weiterhin lässt sich aufgrund der aktuelleren Halbleitertechnologie der Virtex 6-Serie erwarten, dass eine Taktfrequenz von 250 MHz realisierbar ist, wie aktuelle Simulationen zeigen. Damit ergibt sich gegenüber dem ersten Design ein Beschleunigungsfaktor von 90 und damit Rechenleistungen, die mit reinen Softwarelösungen nicht zu erreichen sind. Nachteilig ist, dass XILINX keine Softwaretreiber zur Verfügung stellt. Diese müssen zusätzlich für die Verwendung unter LINUX entwickelt werden.

### Literatur

- <sup>1</sup> F. Schreier and D. Kohlert: "Optimized Implementations of Rational Approximations – a Case Study on the Voigt and Complex Error Function", *Comp. Phys. Comm.*, vol. 179, no. 7, pp. 457-465, 2008.
- <sup>2</sup> D. Kohlert and F. Schreier: "Line-by-Line Computation of Atmospheric Infrared Spectra With Field Programmable Gate Arrays", *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, vol. 4, pp. 701-709, Sept. 2011.
- <sup>3</sup> D. Kohlert and F. Schreier: "Optimized implementations of Floating Point Polynomials in FPGA-Hardware", *Moscow State Technical University of Radioengineering, Electronics and Automation: Informatics, Microsystems, Information Systems Proceedings 2012 Vol. 1(1)*.

#### Kompetenzzentrum

Mikroelektronik-CAE

#### Projektleiter

Prof. Dr. Dieter Kohlert

+49 941 943-1113

Dieter.kohlert@hs-regensburg.de

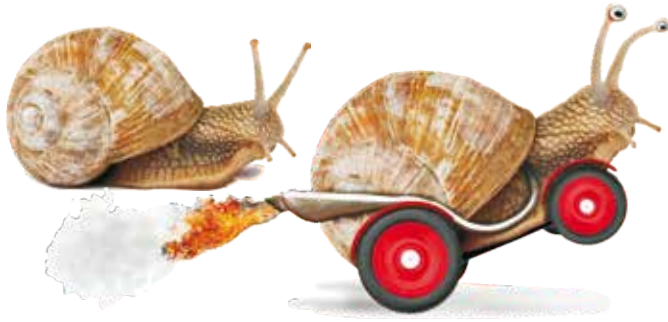
#### Kooperationspartner

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

#### Projeklaufzeit

Januar 2009 – Dezember 2014





# Innok Robotics

Mobile Innovationen

Unsere Dienstleistungen:  
**Mechatronikentwicklung**  
**Automatisierung**

**Mit unserem Know-How  
schneller ans Ziel!**

www.innok-robotics.de  
Telefon: +49 9409 33907-0



## Herausforderung der Zukunft – innovative Lösungen



SCHERDEL setzt Maßstäbe bei der Metallumformung von Draht und Bandmaterial und agiert weltweit an 29 Standorten mit über 4.000 Mitarbeitern.

Neben der Umform- und Montagetechnik zählen Maschinen-, Werkzeug- und Anlagenbau sowie die Oberflächenveredelung zum Produktportfolio. SCHERDEL garantiert Lösungen, von der Idee bis hin zur Serienfertigung, die im Automotive Sektor aber auch in der Medizintechnik, Elektrotechnik und Hausgeräteindustrie Verwendung finden.

**SCHERDEL**  
Fortschritt aus Tradition



SCHERDEL GmbH • Scherdelstraße 2 • 95615 Marktredwitz • Telefon: 09231 603-0 • info@scherdel.de • www.scherdel.de



### Wir sind:

Ein erfolgreicher Verlag im Bereich der kommunalen Printmedien mit eingeführten Produkten – ein Beispiel halten Sie in Ihren Händen.

### Wir suchen:

**Selbstständige Außendienstmitarbeiter/innen** mit Spaß am Verkauf, gern auch branchenfremd, für die Region Bayern.

### Wir bieten:

Sorgfältige Einarbeitung, regelmäßiges leistungsgerechtes Einkommen, eine **interessante und lukrative Tätigkeit im Außendienst**.

inixmedia GmbH · Kronacher Straße 41 · 96052 Bamberg · Tel. 09 51/70 08 69-0 · jobs@inixmedia.de

**www.inixmedia.de**

# ENTWICKLUNG EINES GELÄNDEGÄNGIGEN HIGH-SPEED-ROBOTERS

Sabrina Heerklotz, Alwin Heerklotz, Alexander Boos,  
Dominik Herwald und Gareth Monkman

35

Innok Robotics – ein Gründerteam, unterstützt durch die Hochschule Regensburg – entwickelt einen mobilen Roboter, der auch in anspruchsvollem Gelände Geschwin-

digkeiten von bis zu 10 m/s erreicht. Der Roboter ist hauptsächlich für den Einsatz in Forschung, Entwicklung und Lehre konzipiert.

## Einleitung

Ein wesentlicher Bestandteil eines mobilen Roboters ist dessen Fahrwerk in Kombination mit dem Antrieb – die sogenannte Roboterplattform oder kurz Plattform. Derzeit erhältliche Plattformen sind in

ihrer Mobilität stark eingeschränkt. Entweder können sie nur auf befestigten Untergründen wie Asphalt fahren oder sie sind sehr langsam.

Das Regensburger Unternehmen Innok Robotics hat nun mit Unterstützung der Mechatronics Research Unit die Roboterplattform Innok TX (Abbildung 1) entwickelt, die im Außenbereich und auf unwegsamem Gelände über hervorragende Fahreigenschaften verfügt und zudem hohe Geschwindigkeiten bis zu 10 m/s erreicht.

Mögliche Einsatzgebiete für den Innok TX finden sich sowohl Indoor als auch Outdoor. Denkbar ist beispielsweise die Ausrüstung der Plattform zum Überwachungsroboter oder für Erkundungs- und Kartierungsanwendungen – auch in Arealen, die für Menschen schwer zugänglich sind. Ebenso ist der Innok TX geeignet für die Landwirtschaft, beispielsweise zur gezielten Unkrautvernichtung und zur Entnahme von Bodenproben.

## Fahrwerk

Eine Neuheit auf dem Gebiet der Roboterplattformen stellt das Fahrwerk des Innok TX dar, das aus sechs unabhängigen Einzelradaufhängungen besteht. Zur Federung des Fahrzeugaufbaus sind Feder-Dämpfer-Kombinationen innerhalb der Radaufhängungen jeweils zwischen den beiden Querlenkern montiert (Abbildung 2). Das Fahrwerk wird dadurch sehr kompakt, da auf eine exponierte Lagerung von Federn und Dämpfern verzichtet werden kann. So ist das Fahrwerk ca. 60 cm breit, 60 cm lang und etwa 20 cm hoch. Die Bodenfreiheit beträgt dabei bis zu 13 cm.

Die entwickelte Radaufhängung erlaubt außerdem eine besonders stabile Lage der Plattform bei schnellen Kurvenfahrten. Dadurch reduziert sich das Risiko des seitlichen Umkippens bei zügigen Richtungsänderungen.

Die drei Achsen des Fahrwerks sind dicht hintereinander angeordnet. So wird eine gute Geländegängigkeit ähnlich wie



Abbildung 1: Geländegängige High-Speed-Roboterplattform Innok TX

Foto: Alwin Heerklotz – Innok Robotics



Abbildung 2: CAD-Entwurf der gefederten Aufhängung des Innok TX

Foto: Alexander Boos – Innok Robotics



Abbildung 3: Motorcontroller der Innok TX

Foto: Dominik Herwald – Innok Robotics

bei kettengetriebenen Fahrzeugen (Panzen) erreicht, die um den Vorteil des vollen Federwegs an allen sechs Rädern erweitert ist. Zugleich sind durch den Radantrieb hohe Geschwindigkeiten bei geringen Reibungsverlusten möglich.

## Antrieb

Die Räder werden durch sechs separate Radnabenmotoren angetrieben. Der damit realisierte getriebelose Allradantrieb ist besonders verlust- und wartungsarm und kann im Sinne der Energieeffizienz sogar zum Rekuperieren genutzt werden. Da jeder Motor über einen eigenen Controller verfügt, ist es zu jedem Zeitpunkt möglich, unterschiedliche Drehmomente auf sämtliche Räder wirken zu lassen. Ähnlich wie bei modernen Kraftfahrzeugen wird auf diese Weise eine Fahrdynamikregelung realisierbar. Die von Innok Robotics selbst entwickelten Motorcontroller (Abbildung 3) erlauben die feldorientierte Regelung von permanentmagneterregten Synchronmaschinen mit bis zu 37 A Dauerstrom bei einer Spannung von 50 V.

Dank der kraftvollen Motoren verfügt der Innok TX bereits im Stand über volles Drehmoment, das kurzzeitig bis zu 2 Nm an jedem der sechs Motoren betragen kann. Wenden auf der Stelle und zügiges Beschleunigen sind daher problemlos möglich.

## Energieversorgung

Betrieben wird die Plattform rein elektrisch. Die dafür notwendige Energie wird von Lithium-Ionen-Akkus zur Verfügung gestellt.

Das Smart-Battery-Management der Plattform befindet sich momentan in der Entwicklung. Seine Aufgabe ist es, den Ladezustand und die Temperatur des Akkus sowie die Spannung der einzelnen Akkuzellen zu überwachen. Falls zu hohe Ströme fließen, schaltet das Batteriemangement die Energiezufuhr ab.

## BENUTZERSCHNITTSTELLE

Der Anwender kann die Plattform je nach individueller Anforderung um Sensoren, Aktoren und Prozessoreinheiten selbst erweitern oder von Innok Robotics aufrüsten lassen. Beispielsweise können Ultraschallsensoren, Laserscanner und 3D-Kameras montiert werden. Auch Manipulatoren wie Roboterarme sind möglich. Als Rechner kann ein handelsübliches Notebook oder auch ein anwendungsspezifischer Onboard-PC auf dem Roboter angebracht werden. Standardisierte Aluprofilschienen erlauben eine einfache und flexible Montage des zusätzlichen Equipments. Über den innerhalb der Plattform verwendeten CAN-Bus stehen Odometriedaten, Raddrehzahlen, Motortemperaturen und weitere Messwerte zur Verfügung. Die an die Plattform angebotenen Algorithmen können darüber die gewünschte Geschwindigkeit und Gierrate anfordern.

Des Weiteren gibt es für den Innok TX einen Treiber für das Open-Source-Roboterbetriebssystem ROS. Damit steht dem Anwender eine einheitliche, herstellerübergreifende Schnittstelle zwischen Algorithmus und Roboterplattform zur Verfügung. Die umfangreiche ROS-Softwaresammlung bietet Lösungsansätze für typische Aufgabenstellungen der mobilen Robotik. Dazu gehören z. B. Hardwaretreiber oder Softwarepakete zur Navigation und Kartenerstellung. Ein großer Teil der ROS-Software ist dabei unter BSD-Lizenz gestellt und damit sowohl frei erhältlich als auch für kommerzielle Anwendungen einsetzbar.

## DEMOANWENDUNGEN

Zur Demonstration der Fähigkeiten des Fahrwerks wurde eine Beispielanwendung implementiert. Dabei folgt der Roboter dem vorausgehenden Anwender treu wie ein Hund über Stock und Stein. Um dabei einen konstanten Abstand zum Anwender einzuhalten, wird der Abstand und die Position der Person mit Hilfe eines Laserscanners ermittelt.

Durch die hohe Dynamik der Plattform funktioniert das Folgen sehr robust – auch wenn die vorauslaufende Person schnell die Richtung ändert oder sprintet.

Außerdem ist es möglich, die Plattform mithilfe einer Funkfernbedienung zu lenken. Der Innok TX verhält sich dann ähnlich einem ferngesteuertem Auto und kann entsprechend einfach und intuitiv manövriert werden.

Der Innok TX ist eine schnelle und zugleich geländegängige Roboterplattform. Das gefederte Fahrwerk in Kombination mit dem Allradantrieb der sechs Räder führt zu hervorragenden Fahreigenschaften der Plattform. Für die Energieversorgung werden Lithium-Ionen-Akkus eingesetzt. Der Aufbau der Plattform kann flexibel an die Anforderungen des Anwenders angepasst werden.

Für den Datenaustausch steht ein CAN-Bus zur Verfügung. Der ROS-Treiber für die Plattform bietet eine einheitliche, freie Softwareschnittstelle und ermöglicht den Zugang zu einer umfangreichen Softwaresammlung. Wie mit den Beispielanwendungen gezeigt wurde, eignet sich die Plattform sowohl für Anwendungen durch Fernsteuerung als auch für die Implementierung von selbstständigen Verhaltensweisen.

## DAS UNTERNEHMEN

Innok Robotics entwickelt eigene Produkte im Bereich Servicerobotik und steht seinen Kunden als Dienstleister für Forschungs- und Entwicklungsprojekte zur Verfügung. Durch die langjährige Erfahrung der Gründer auf diesem Gebiet kann auf umfangreiches Know-how zurückgegriffen werden, dessen breitgefächerte Grundlage im vierköpfigen Team die Fachrichtungen Elektrotechnik, Ingenieurinformatik und Maschinenbau bilden.

## FÖRDERER UND KOOPERATIONSPARTNER

Das Team von Innok Robotics wird im Rahmen des EXIST-Gründerstipendiums gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie sowie durch die Europäische Union und die Europäischen Sozialfonds für Deutschland. Innok Robotics wird unter anderem unterstützt durch das start-up center der Hochschule Regensburg, die Mechatronics Research Unit sowie die Hans Lindner Stiftung.

### Kompetenzzentrum

Mechatronics Research Unit (MRU)

### Projektleiter

Prof. Dr. Gareth Monkman

Telefon +49 941 943-1108

gareth.monkman@hs-regensburg.de

### Projektmitarbeiter

Sabrina Heerklotz, Dipl.-Ing. Alexander Boos (M. Sc.),

Dominik Herwald

### Projektträger

• Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

• EU

• Europäischer Sozialfond

### Kooperationspartner

• Start-Up-Center

• Mechatronics Research Unit

• Hans Lindner Stiftung

### Projektlaufzeit

2010 / 2011



# EINSATZ VON NEIGUNGSSENSOREN IN MOBILEN ROBOTERPLATTFORMEN

Daniel Treiber und Gareth Monkman  
Mechatronics Research Unit, Hochschule Regensburg

37

Der Bereich der regenerativen Energien ist in den letzten Jahren immer mehr in den Fokus von Politik, Wirtschaft und Wissenschaft gerückt. Dementsprechend zieren heutzutage auch eine Vielzahl von Photovoltaikanlagen die Dächer von Privathäusern und Industrieanlagen sowie ganze Ackerflächen. Um

die Produktivität zu erhöhen und die Energieeffizienz solcher Anlagen zu steigern, werden diese von Zeit zu Zeit gereinigt und zum Teil auch inspiziert, also auf eventuelle Schäden untersucht. Dies geschieht bis dato in erster Linie manuell und ist somit vor allem bei größeren Anlagen wenig effizient.

Aus diesem Grund ist man im Bereich der Forschung darauf bedacht, den Prozess der Reinigung und Inspektion zu automatisieren. Führt man den Gedanken der Automatisierung weiter, wird eine Roboterplattform benötigt, welche sich eigenständig auf Photovoltaikanlagen bewegen und diese in einer definierten Weise abfahren kann, um beispielsweise bei einer Reinigung jeden Punkt der Anlage zu erreichen.

Da der Roboter prinzipiell für den Einsatz auf Solaranlagen gedacht ist, besteht die Möglichkeit, einen Neigungssensor einzusetzen. Verwendet wird ein Typ der Firma ASM. Der Neigungssensor soll die Drehbewegung des Roboters detektieren. Wird der Sensor auf dem Roboter montiert und dieser auf einer Solaranlage eingesetzt, so sind der Roboter und der Neigungssensor mit dem Aufstellwinkel der Solarmodule behaftet. Dieser Winkel liegt bei ca.  $30^\circ$ . Funktionell würde ein Winkel von  $90^\circ$  zur Horizontalen den kompletten Messbereich des Sensors abdecken. Für die vorliegende Anwendung ist dies allerdings nicht notwendig. Abbildung 1 macht deutlich wieso.

Eine Parallelfahrt zur Oberkante würde einen Ausschlag des Neigungssensors von  $0^\circ$  bedeuten. Bei  $0^\circ$  liegt man bei 50% des Messbereichs des Sensors. Diesen Wert gilt es mittels einer Referenzfahrt zu ermitteln. So kann beispielsweise der Roboter durch eine Drehung von  $360^\circ$  den kompletten Messbereich des Sensors durchlaufen. Schließlich werden an dieser Stelle der maximale und der minimale Spannungswert ermittelt, die einen zahlenmäßigen Rückschluss auf den Messbereich geben, und somit lässt sich der korrekte Wert für eine Winkelage von  $0^\circ$  berechnen. Durch eine Referenzfahrt werden die Ungleichmäßigkeiten in den Ausgangswinkelagen der PV-Anlagen ausgeglichen. Eine Einstellung auf einen festen Wert bezüglich der  $0^\circ$  Winkelage würde bei Veränderung der Ausgangswinkelage einen Offset hervorrufen, wodurch eine Parallelfahrt des Roboters nicht mehr gegeben wäre.

Die Parallelfahrt des Roboters ist grundsätzlich sicherzustellen, um die komplette Anlage definiert abfahren zu können. Weiterhin werden mittels der Spannungssignale des Neigungssensors definierte Drehbewegungen ermöglicht, was das „Navigieren“ auf den Solarmodulen deutlich erleichtert. Abbildung 2 zeigt ein mögliches Abfahrtschema beispielhaft an einem Solarmodul. Für das Navigieren auf dem Photovoltaikmodul ist in vorliegendem Fall grundsätzlich nur ein Neigungssensor notwendig. Lediglich das Erkennen der Kanten des PV-Moduls wird mittels Ultraschallsensoren realisiert.

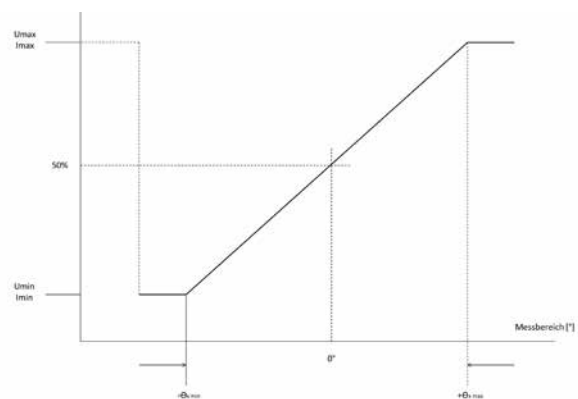


Abbildung 1: Ausgangssignal des Neigungssensors bei Montage von  $90^\circ$  zur Horizontalen

## Literatur

- Auernhammer, M.:** Konzipierung und Entwicklung eines Energiemanagements für einen autonomen mobilen Solarzellenreinigungsroboter – Bachelorarbeit, Mechatronics Research Unit, University of Applied Sciences Regensburg, September 2011.
- Kilbertus, S.:** Entwicklung einer Antriebseinheit für einen Solarmodulreinigungsroboter – Diplomarbeit, Mechatronics Research Unit, University of Applied Sciences Regensburg – February 2010.
- Patzak, A.:** Software system of drive for a mobile cleaning robot - Master thesis Mechatronics Research Unit, University of Applied Sciences Regensburg – September 2011.
- Treiber, D.:** Weiterentwicklung eines Roboterprototypen zur Reinigung und Inspektion von Solarparks zur autonomen mobilen Roboterplattform. – Master Thesis, Fakultät für Mathematik und Informatik der Fernuniversität Hagen – August 2011.
- PV-Servitor:** Autonomous cleaning robot for large scale photovoltaic power plants in Europe resulting in 5 % cost reduction of electricity – EU Project No: 232062. September 2009 – August 2011.

### Kompetenzzentrum

Mechatronics Research Unit (MRU)

### Projektleiter

Prof. Dr. Gareth Monkman

+49 941 943-1108

gareth.monkman@hs-regensburg.de

### Projektmitarbeiter

Daniel Treiber

### Projekträger

Mechatronics Research Unit (MRU)

### Projektlaufzeit

August 2011 Juli 2012

# VERBUNDPROJEKT MAGELAN EAP MIT MAGNETISCH STEUERBARER ELASTIZITÄT ZUR INTERAKTION MIT BINDEGEWEBSZELLEN

38

Matthias Mayer, Eva Hörner, Alex Bentz, Mikhail Chamonine und Gareth Monkman  
Mechatronics Research Unit und Labor Sensorik

Im Projekt MagElaN wurden neue magnetoaktive Elastomere (MAE) erforscht und ihre Eignung als steuerbare Substrate für Zellkulturen hinsichtlich der mechanischen und magnetomechanischen Eigenschaften untersucht. In diesem

Verbundprojekt wirkten folgende drei Partner mit: das Fraunhofer Institut ISC Würzburg, die Universitätsklinik Würzburg und die Hochschule Regensburg. Das gesamte Projekt wurde von Herrn Dr. Jörn Probst (ISC) geleitet.

## EINLEITUNG

Biologische Arbeiten<sup>1,2</sup> aus dem Bereich der Zellforschung zeigen, dass Zellen und Gewebe auf Änderungen ihrer physikalischen Umgebung reagieren („Mechanobiologie“). Dabei spielt die Elastizität der Umgebung eine große Rolle für das zelluläre Verhalten, Funktionen<sup>3-6</sup> und Krankheiten wie Krebs<sup>7</sup>.

Abbildung 1 zeigt ein sehr vereinfachtes Modell einer Zelle, die auf einem Substrat ausgesät wird und sich über die Zeit absetzt (adhärierende Zelle). Die Fokalkontakte binden sich an dem Substrat und können aktiv an dem Substrat ziehen. Es werden dadurch mechanische Informationen des Substrats an die Zelle weitergeleitet und/oder externe mechanische Kräfte an das Zellskelett (Zytoskelett) übertragen. Somit gibt es direkte Wechselwirkungen zwischen den mechanischen Eigenschaften der Umgebung und der Zelle. Aus diesem sehr komplexen wissenschaftlichen Hintergrund wurden im Verbundprojekt MagElaN magnetoaktive Elastomere als dynamische Zellsubstrate untersucht.

Die noch wenig erforschte Klasse von magnetoaktiven Elastomeren besteht aus magnetisierbaren Partikeln in einer weichen und deutlich verformbaren Elastomermatrix. Bei diesen Kompositen können durch ein anliegendes Magnetfeld nicht nur die passiven mechanischen Eigenschaften wie der komplexe Modul  $G^*$  beeinflusst werden (siehe Abbildung 2), sondern auch aktorische Bewegungen an der Elastomeroberfläche erzeugt werden.

Das Anwendungsziel lag in der gezielten Beeinflussung von verschiedenen biologischen Reaktionen der Zellen durch passive oder aktive Änderung des Zellsubstrats.

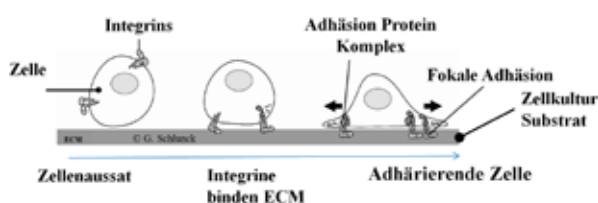


Abbildung 1: Ausbreitung einer Zelle auf einem Substrat

## AUFGABEN DER PROJEKTPARTNER

Die Herstellung, Entwicklung und Optimierung der magnetoaktiven Elastomere erfolgte durch das Fraunhofer Institut ISC in Würzburg und basiert auf einer Erfindung durch eine frühere Kooperation mit der Hochschule Regensburg<sup>8</sup>. Die biomedizinischen Versuche an dem Substrat erfolgten durch unseren Projektpartner am Universitätsklinikum Würzburg. Die Hochschule Regensburg war verantwortlich für die Ansteuerung der auf MAE basierenden Zellsubstrate. Dazu wurden im Verlauf des Projekts zwei verschiedene Systemtypen von Magnetisierungssystemen aufgebaut, um die neuartigen Zellsubstrate gezielt zu steuern. Die Auslegung der Systeme erfolgte mit Hilfe von 3D-FEM-Modellen (Comsol Multiphysics<sup>®</sup> 4).

Beim ersten Typ sollte der  $E_T$ -Modul an der MAE-Oberfläche möglichst homogen und in einem weiten Bereich einstellbar sein. Dieser Typ wurde durch Magnetkreise und Permanentmagnete realisiert. Die lokale  $E_T$ -Modul-Verteilung an der Elastomeroberfläche wurde mit einem selbst entwickelten Messaufbau und dem Mikrohärtemessgerät (HM2000, Fischer GmbH, Sindelfingen) bestimmt.

Der zweite Typ des Magnetisierungssystems bestand aus stromdurchflossenen Spulen und Magnetkreisen mit Permanentmagneten, welche ein zeitlich und räumlich veränderbares Magnetfeld generieren, um eine lokale, separat gesteuerte Bewegung der Elastomeroberfläche zu ermöglichen.

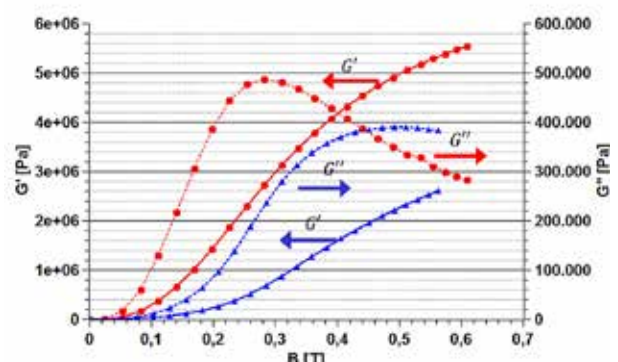


Abbildung 2: Änderung des komplexen Moduls  $G^*$  in Abhängigkeit der magnetischen Flussdichte  $B$



Abbildung 3: Beispiel eines aufgebauten Magnetisierungssystems zur aktorischen Steuerung der Zellsubstrate

Die Versorgung und Ansteuerung des Geräts erfolgte mit einer selbst entwickelten Steuer- (STM32F3, Cortex M3) und Leistungselektronik. Die Bedienung des Geräts wurde durch ein Touch Display realisiert.

Die genaue Analyse der Oberflächenbewegung basierte auf dem Partikel Image Velocimetry (PIV) Verfahren und der Software Imagej. Die Abbildung 3 zeigt ein aufgebautes System zur aktiven Stimulation von gleichzeitig acht Zellproben in einem WELL24 Kulturschalen Träger.

Bei den oben beschriebenen Systemen mussten viele Einschränkungen seitens der Mechanik, des optischen Untersuchungssystems und der Zellbiologie (Brutschrank) eingehalten werden. Weiterhin wurden alle Systeme für Standard Zellkulturschalen (WELL 24, 35 mm-Schalen) optimiert.

Die Abbildung 4 zeigt Zellen auf dem MAE-Zellschalen auf unterschiedlichen  $E_{IT}$ -Modulen.

In dem Verbundprojekt MagEla wurden erfolgreich neuartige Zellschalen auf Basis von magnetoaktiven Elastomeren erforscht und getestet. Dazu wurden mehrere mechatronische Systeme zur Steuerung der MAE-Substrate aufgebaut. Mit dem ersten System ist es möglich den E-Modul an der Elastomeroberfläche variabel einzustellen. Mit dem zweiten System können aktorische Bewegungen der Oberfläche erzeugt werden. Ein im Rahmen des BMBF Projekts entstandenes Patent<sup>9</sup> wurde bereits erteilt. Des Weiteren erfolgte eine Auszeichnung durch die Edmund-Bradatsch-Stiftung, welche mit 4.000 € dotiert war.

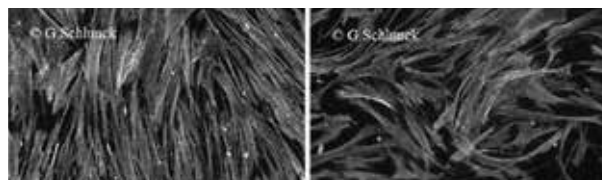


Abbildung 4: MCR-5 Zellen (Aktin Einfärbung) auf MAE mit verschiedenen  $E_{IT}$ -Modulen

### Literatur

- Wang, N.; Butler, JP.; Ingber, DE. (1993): Mechanotransduction across the cell surface and through the cytoskeleton. *Science* 260.
- Buxboim, A.; Ivanovska, I. L.; Discher, D. E.: Matrix Elasticity, Cytoskeletal Forces and Physics of the Nucleus: How Deeply Do Cells "Feel" Outside and In? *J. Cell. Sci.* 2010, 123, 297-308.
- Ingber, DE (2006): Cellular mechanotransduction: putting all the pieces together again. *FASEB J* 20: 811-827.
- Discher, D. E.; Janmey, P.; Wang, Y.: Tissue Cells Feel and Respond to the Stiffness of Their Substrate. *Science* 2005, 310, 1139-1143.
- Schwarz, U.: Forces and elasticity in cell adhesion, 2003. [http://www.mpikg.mpg.de/pdf/Jahrbuch1/Schwarz\\_2003\\_gen.PDF](http://www.mpikg.mpg.de/pdf/Jahrbuch1/Schwarz_2003_gen.PDF) (abgerufen am 22. Oktober 2012).
- Pelham, RJ.; Wang, Y. (1997): Cell locomotion and focal adhesions are regulated by substrate flexibility. *PNAS* 94: 13661-13665.
- Huang, S.; Ingber, DE. (2005): Cell tension, matrix mechanics, and cancer development. *Cancer Cell* 8.
- Böse, H.; Röder, R.: Magnetorheological elastomers and use thereof. 2009, US Patent 7608197.
- Probst, J.; Boese, H.; Rabindranath, R.; Schlunck, G.; Monkman, G. et al. (2012): Magneto-Active or Electro-Active Composite Material, Use Thereof, and Method for Influencing Biological Cells Deposited on the Magneto-Active or Electro-Active Composite Material. 2012, Patent WO2012107241.

### Kompetenzzentrum

Mechatronics Research Unit (MRU) und Labor Sensorik

### Projektleiter

Prof. Dr. Mikhail Chamonine +49 941 943-1105

mikhail.chamonine@hs-regensburg.de

Prof. Dr. Gareth Monkman +49 941 943-1108

gareth.monkman@hs-regensburg.de

### Projektmitarbeiter

Matthias Mayer, Eva Forster, Alex Bentz

### Projektträger

BMBF

### Kooperationspartner

• Fraunhofer Institut ISC Würzburg

• Universitätsklinik Würzburg

### Projektlaufzeit

Juli 2009 – Juni 2011





## Willkommen in Ihrer Zukunft, Willkommen bei SCHOTT.

SCHOTT ist ein internationaler Technologiekonzern mit mehr als 125 Jahren Erfahrung auf den Gebieten Spezialglas, Spezialwerkstoffe und Spitzentechnologien. Hauptmärkte sind die Branchen Hausgeräteindustrie, Pharmazie, Elektronik, Optik, Solarenergie, Transportation und Architektur. Weltweit arbeiten rund 16.000 Mitarbeiter in 35 Ländern permanent an immer wieder neuen, besseren Lösungen für den Erfolg unserer Kunden.

Die SCHOTT AG, Standort Mitterteich, produziert und vertreibt Rohre, Stäbe und Kapillaren aus Spezialglas sowie entsprechende Weiterverarbeitungsprodukte für Anwendungen in Pharmazie und Technik. Mit derzeit über 1.000 Mitarbeitern der beiden Werke in Mitterteich/Bayern ist unser Werk das Leitunternehmen der internationalen Rohraktivitäten von SCHOTT.

Ganz gleich, in welchem Bereich, überall spüren Sie ein hohes Identifikationspotenzial. In Kombination mit einer professionellen Arbeitsweise und einer starken Begeisterung für die internationalen Technikmärkte ist dies ein entscheidender Erfolgsfaktor. Wir behalten die Zukunft der Technik im Blick und verlieren dabei den Menschen nicht aus dem Auge. Das nennen manche typisch Deutsch. Wir nennen das typisch SCHOTT.

### Wir suchen insbesondere

- Ingenieure (m/w)
- Wirtschaftsingenieure (m/w)
- Naturwissenschaftler (m/w)
- Wirtschaftswissenschaftler (m/w)

Es erwarten Sie spannende Projekte, interessante Aufgaben und nette Teams in Bereichen, die unsere Zukunft beeinflussen. Mehr über uns und aktuelle Einstiegsmöglichkeiten – auch im Ausland – finden Sie auf unserer Internetseite.

[www.schott.com/jobs](http://www.schott.com/jobs)



**SCHOTT**  
glass made of ideas

Gareth Monkman, Mechatronics Research Unit, Hochschule Regensburg  
 Søren Peter Johansen, Danish Technological Institute, Centre for Robot Technology, Odense  
 Marco Reichel, Manu Systems AG, Regensburg

Ziel des PV-Servitor Projektes war die Erforschung eines vollständig autonomen Solaranlagen-Reinigungsroboters für großflächige Photovoltaik-Freilandanlagen, die eine

Leistung größer als 100 kWp aufweisen. Der Serviceroboter soll in der Lage sein, automatisiert die Glasoberfläche der Module zu reinigen und zu inspizieren.

Ein EU gefördertes Projekt aus dem Siebten Rahmenprogramm im Umfang von 1,5 Mio. Euro wurde auf europäischer Ebene und in Kooperation von vier Forschungsinstitutionen und drei KMUs unter Federführung der Regensburger Firma Manu Systems AG (MS) vollendet. Außerdem waren sechs sogenannte „End-User“ beteiligt. Bei ihnen handelt es sich um Firmen, die an der Nutzung eines zukünftigen Produkts basierend auf der erforschten Technologie interessiert sind. Unter ihnen war auch die Regensburger Firma ILLIOTEC Solar GmbH.

Die Mechatronics Research Unit (MRU) der Hochschule Regensburg hat die mobile Roboter-Einheit erforscht und gebaut, das Danish Technological Institute (DTI) war für die Reinigungseinheit und die österreichische Forschungsfirma Profactor für die Inspektionseinheit zuständig. Die Berner Fachhochschule (BFH) hatte die Aufgabe, die Ertragsmessungen durchzuführen und die Analyse der Testergebnisse zu bewerten.

Die mobile Robotereinheit ist der Kern des PV-Servitor Serviceroboters. Sie ermöglicht die Mobilität auf Solarmodulen, wie auch die Umweltüberwachung und die mechanische Anbindung der Inspektions- und der Reinigungseinheit. Ebenso stellt die mobile Robotereinheit die Kommunikation zwischen der Inspektionseinheit und der Basis sicher.

In Abbildung 1 ist der Einsatzort in Extremadura zu sehen. Zuvor erfolgten erste erfolgreiche Tests im Labor in Regensburg, auf einer Dachanlage in der Schweiz und auf den größeren Freilandanlagen im Regensburger Umland, bevor die Abschlusstests in einer sonnenreichen Region Spaniens (Extremadura) nahezu unter Wüstenbedingungen erfolgten. Technisch gesehen, wird der Roboter von zwei Traktionseinheiten vorwärts oder rückwärts entlang des Solarmoduls getrieben. Die Traktionseinheiten stehen in direktem Kontakt mit der Solarmoduloberfläche, und deren Geschwindigkeit wird per Sensoren und Software gesteuert, damit sie in Gleichtakt bleiben. Allerdings kann die relative Geschwin-



Abb. 1: Einsatz in Extremadura, Spanien, August 2011

20 JAHRE ARGES

DEVELOPMENT  
LASER TECHNOLOGY  
ENGINEERING PARTNER  
RESEARCH AND DEVELOPMENT  
TECHNOLOGY CONSULTING  
APPLICATION LABORATORY  
LASER SCANNING SYSTEMS  
**CELEBRATING 20 YEARS**  
CUSTOMER-SPECIFIC  
LASER-SUBSYSTEMS  
REMOTE WELDING  
MICROMACHINING  
OPTICAL DESIGN  
MATERIALS SCIENCES  
FEASIBILITY STUDIES  
SOFTWARE  
PRECISION  
SCANHEAD  
LASER-KNOW-HOW  
SOLUTIONS

#### DIE ZUKUNFT IM FOKUS

20 Jahre Entwicklung und Produktion innovativer Laser-Scan-Systeme zur Formung und Ablenkung von Laserstrahlen in anspruchsvollen Applikationen für den Laserkomponentenmarkt.

20 Jahre individuelle, kunden- und anwendungsspezifische Sonderentwicklungen sowie Realisierung kompletter Laser-Sub-Systeme für die Integration in Sondermaschinen.



[www.ARGES.de](http://www.ARGES.de)



## MEILLERGHP

Als eines der führenden Unternehmen für individualisierte Kundenkommunikation in Europa steht MEILLERGHP seit vielen Jahren für maßgeschneiderte Lösungen im Direktmarketing und Kundenbindungsmanagement. Ob einfache, standardisierte Werbesendungen, ob technisch anspruchsvolle Mailings oder hoch individualisierte Direct-Mail-Produktionen: MEILLERGHP bietet Kunden wirtschaftliche und funktionale Produkte an, die immer ideal zur jeweiligen Marketingstrategie passen.

## FRISCHE TALENTE GESUCHT!

Als leistungsstarkes und innovatives Unternehmen in der Region suchen und fördern wir neue Talente, bieten Praktika während und nach dem Studium und schaffen ideale Voraussetzungen für den Karrierestart nach dem Studienabschluss. **Interessiert am Erfolg im Dialog in einem starken, engagierten Team?** Dann bewerben Sie sich jetzt!

[www.meillerghp.com](http://www.meillerghp.com)



digkeit geändert werden, so dass der Roboter auch in Schräglage fahren kann. So stellt die Entfernung von Schnee oder von anderen Hindernissen kein Problem dar.

Beide Traktionseinheiten werden von BLDC-Motoren angetrieben. Die Motoren werden durch MOSFET Treiber und Mikrocontroller via CAN-Bus von einer Zentraleinheit gesteuert. Mit den integrierten Lithium-Eisen-Phosphat-Batterien ist eine autonome Bewegung auf langen Modulreihen von Solarkraftwerken im Freiland möglich. Annäherungssensoren erfassen Start- und Endpunkte und detektieren eventuelle Hindernisse. Zusätzliche Ortung durch GPS und eine Funkverbindung auf Basis einer hohen Bandbreite an Mikrowellen für die Übertragung von Videodateien für die Steuerung der Inspektionseinheit sind optional nutzbar.

Während der Mensch sich in den Schatten der Solaranlage flüchtet, war der Roboter bei einer gemessenen Temperatur von über 70°C auf der PV-Oberfläche über drei Tage fast im Dauereinsatz. Eine Differenzmessung – durchgeführt von der BFH – zwischen der gereinigten und der verschmutzten Fläche wurde durch den Lauf von nur einem Teil der Reinigungseinheit realisiert. Abbildung 2 zeigt den eindeutigen Reinigungserfolg.



Foto: Sören Peter Johansen SPJ/DTI

Abb. 2: „Before and after“, Spanien, August 2011

Während der Durchführung dieses EU-Projektes entstanden insgesamt fünf Patente. Das erste davon ist bereits offengelegt. Etliche Bachelor-, Diplom- und Master-Arbeiten wurden im Lauf des Projekts durchgeführt. Weitere Publikationen warten bereits auf ihre Veröffentlichung und folgen im Zuge der Offenlegung der Patente und während des weiteren Verlaufs der Entwicklung des Systems in Richtung marktreifer Produkte.

## Literatur

- Auernhammer, M.:** Konzipierung und Entwicklung eines Energiemanagements für einen autonomen mobilen Solarzellenreinigungsroboter – Bachelorarbeit, Mechatronics Research Unit, Hochschule Regensburg, September 2011.
- Baar, C.:** Konzepterstellung einer Umsetzeinheit für einen Solarmodulreinigungsroboter – Diplomarbeit, Hochschule Regensburg, Juli 2010.
- Baumgartner, S.:** Lithium Ion batteries vs. nickel metal hydride batteries – Studienarbeit, Hochschule Regensburg, Juli 2009.
- Kilbertus, S.:** Entwicklung einer Antriebseinheit für einen Solarmodulreinigungsroboter – Diplomarbeit, Hochschule Regensburg, Februar 2010.
- Kilbertus, S.:** Erforschung möglicher Datentransferlösungen für die Roboterkommunikation im PV-Servitor-Projekt – Master Thesis, Hochschule Regensburg, September 2011.
- Kilbertus, S.:** Research of possible data transfer solutions for Robot communications in the PV-Servitor-project MAPS, Januar 2011.
- Messoudi, M.:** Drahtlose Stromversorgung und Entwicklung einer Batterieladestation für einen Solarmodulreinigungsroboter – Diplomarbeit, Hochschule Regensburg, März 2011.
- Monkman, G.J., et al:** Service device for maintenance of a solar panel arrangement. EU Patent Nr. 10 012 717.4, Filed 1st October 2010.
- Müller, M.:** Investigation into possible energy storage and supply systems for autonomous maintenance robots for photovoltaic power plants – Diplomarbeit, Hochschule Regensburg, August 2009.
- Patzak, A. & G.J. Monkman:** The drive for a mobile cleaning robot - MAPS Poster, September 2011.
- Patzak, A.:** Software system of drive for a mobile cleaning robot – Master Thesis, Mechatronics Research Unit, Hochschule Regensburg, September 2011.
- Praßer, M.:** Batterie- und Energiemanagement eines Reinigungsroboters für Solarkraftwerke – Diplomarbeit, Hochschule Regensburg, März 2011.
- Strahl, S.:** Characterization, development and experimental validation of a dynamic PEM fuel cell system model – Diplomarbeit, Hochschule Regensburg/Universität Barcelona, März 2011.
- Treiber, D.:** Weiterentwicklung eines Roboterprototypen zur Reinigung und Inspektion von Solarparks zur autonomen mobilen Roboterplattform – Master Thesis, Fakultät für Mathematik und Informatik der Fernuniversität Hagen/Hochschule Regensburg, März 2012.
- Wopperer, M.:** Evaluation of a localisation-system for the photovoltaic-panel-cleaningrobot – Diplomarbeit, Hochschule Regensburg, März 2011.

### Kompetenzzentrum

Mechatronics Research Unit (MRU)

### Projektleiter

Prof. Dr. Gareth Monkman +49 941 943-1108  
gareth.monkman@hs-regensburg.de

### Projektmitarbeiter

Michael Schumm, Adrian Patzak, Daniel Reiber,  
Sebastian Kilbertus, Stephan Jäger, Arthur Fischer

### Projekträger

EU (Framework 7)

### Kooperationspartner

- Manu Systems Regensburg
- Robotnik (Spain)
- Shadow (UK)
- Profactor (Austria)
- DTI (Denmark)

### Projektlaufzeit

Januar 2009 – August 2011



# RAUSCHARMES MESSSYSTEM ZUR ZAHNVITALITÄTSBESTIMMUNG MIT HILFE DER OPTISCHEN DETEKTION DER PULPADURCHBLUTUNG

44

Gareth Monkman

Eine zuverlässige Diagnose über die Vitalität der Zahnpulpa ist entscheidend für die richtige Zahnbehandlung. Die Bestimmung erfolgt heutzutage indirekt durch die funktionelle Prüfung der sensorischen Versorgung der Pulpa<sup>1</sup>. Bei diesen sogenannten Sensibilitätstests ist der Arzt auf eigene Erfahrungswerte und die subjektive Mitarbeit des Pati-

enten angewiesen, was jedoch nicht immer gewährleistet werden kann. Bei Unfallpatienten, Kindern sowie älteren oder behinderten Menschen kann dieses Verfahren deshalb kaum angewendet werden. Benötigt wird ein Testverfahren, welches eigenständig und ohne aktive Beteiligung des Patienten die Vitalität der Pulpa feststellen kann.

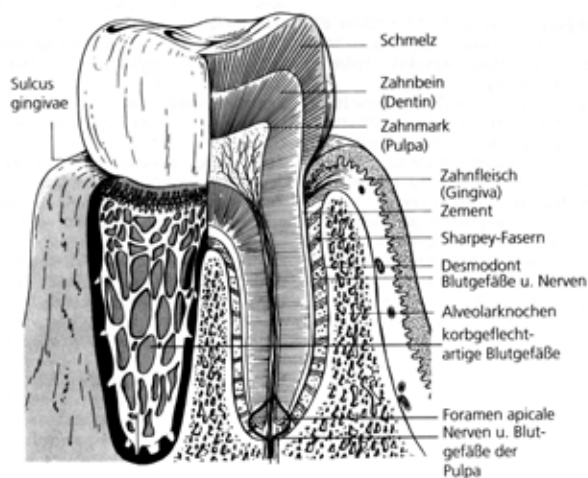


Abb.: Hochschule Regensburg

## GRUNDLAGEN

Die Tatsache, dass nur ein durchbluteter Zahn vital sein kann, brachte die Forscher bereits in den 60er-Jahren auf die Idee, die Vitalität der Zahnpulpa anhand der Durchblutung festzustellen<sup>2</sup>. In den letzten Jahren wurden optische Messmethoden untersucht, indem man die Funktionsweise der in der Medizin üblichen Methoden PPG, Pulsoxymetrie oder LDF ausnutzte und diese weiterentwickelte<sup>3,4</sup>. Unter Plethysmographie allgemein versteht man die Aufzeichnung der Volumenänderung eines Organs oder Körperteils<sup>5</sup>. Seine Funktionsweise beruht auf der Tatsache, dass ein mit Blut durchflossenes Organ den pulsbedingten Druck- und damit verbundenen Volumenschwankungen unterliegt. Bei Volumenausdehnung bewirkt das im Blut enthaltene Hämoglobin 1 eine höhere Lichtabsorption. Wenn also auf einer Seite des blutdurchflossenen Gewebes (Ohrläppchen, Finger, Zahn) eine Lichtquelle angebracht wird und auf der gegenüberliegenden ein Photodetektor (Durchlichtbetrieb), so kann aus dem von dem Empfänger absorbierten Licht der Blutpuls abgeleitet werden. Das Messergebnis bei PPG wird meist in Form einer Kennlinie (Plethysmogramm) dargestellt. Seit mehreren Jahrzehnten wird der Einsatz von optischen Messverfahren zur Vitalitätsbestimmung der Pulpa, insbesondere Photoplethysmographie, diskutiert<sup>6-8</sup>. Im Gegensatz zu den gängigen Sensibilitätstests ist PPG verlässlicher, da hier die Lebensfähigkeit der Zahnpulpa direkt über die Durchblutung des Zahngewebes ermittelt wird und nicht mehr indirekt über Nervenfunktion. Bisher gibt es jedoch noch kein erwerbbares zahnmedizinisches Gerät, das auf dieser Methode basiert.

## ZIEL DER ARBEIT

Die ersten Versuche zur Bestimmung der Zahnvitalität anhand der Pulpadurchblutung wurden im Rahmen der Dissertation von A. Niklas<sup>9</sup> erfolgreich durchgeführt. Als weiterführende Aufgaben sollten ein verbessertes Signalverarbeitungssystem erarbeitet und das in-vitro-Zahnmodell durch Ergänzung eines Gingivakreislaufs (vgl. Abb. 1) realistischer gestaltet werden. Als Basis stand das Equipment der genannten vorangegangenen Forschungsarbeit zur Verfügung.

## VERSUCHSAUFBAU

Abb. 1 zeigt schematisch den Versuchsaufbau. Das Blut (11) wird mittels zweier Schlauchpumpen (1 a/b) mit einstellbaren Geschwindigkeiten in zwei geschlossenen Kreisläufen, welche die Zahn- und die Gingivadurchblutung simulieren sollen, durchgepumpt. Zur Druckkontrolle sind in die beiden Kreisläufe Drucksensoren (3 a/b) eingebaut. Ein durchgebohrter menschlicher Zahn (6) mit eingebauten Glasröhrchen (5) zur Simulation der starren Pulpa ist in geerdeten und vom Umgebungslicht abgeschirmten Aluminiumklammern (4) fest eingespannt. Die Gingiva wird durch die Blutzirkulation um die Zahnwurzel herum nachgeahmt. Licht verschiedener Lichtquellen (13) mit einer über den Versorgungsstrom (2) einstellbaren Lichtintensität wird durch einen Lichtwellenleiter (14) bis an die Zahnoberfläche herangeführt. Auf der gegenüberliegenden Seite ist ein Fotodetektor (7), welcher die transmittierten Strahlen erfasst, fest in der Aluminiumklammer eingebaut. Sowohl die Lichtquelle als auch der Empfänger befinden sich auf der Höhe der Pulpa, sodass die Gingiva nicht direkt beleuchtet wird. Als Ausgangssignal steht der Fotodiodenstrom zur Verfügung, welcher mithilfe eines Transimpedanzwandlers zunächst in eine Spannung überführt, anschließend vorgefiltert, verstärkt (8) und zur weiteren Verarbeitung bereitgestellt wird. Mithilfe eines ADU (9) wird das Signal digitalisiert und kann in einem Computerprogramm (10) verarbeitet werden. Aus der vorangegangenen Dissertation standen ein Fotodetektor (SFH229, Siemens), ein analoger Tiefpassfilter 8. Ordnung und ein 12-bit A/D-Wandler (im Folgenden Ausgangssensor bzw. filter genannt) zur Verfügung. Neu erarbeitet wurde ein analoger, rauscharmer Vorfilter 2. Ordnung mit integriertem 14-bit A/D-Wandler, ein digitales Filterprogramm mit einstellbarer Filtercharakteristik sowie ein alternativer Sensor

(OPT101, Burr Brown) mit integriertem I/U-Wandler (Alternativfilter bzw. -sensor). Getestet und verglichen wurden drei verschiedene Kombinationen:

1. Ausgangsfilter, Ausgangssensor SHF229
2. Alternativfilter, Ausgangssensor SHF229
3. Alternativfilter, Alternativsensor OPT101

Diese Konstellationen wurden mit roter ( $\lambda = 625 \text{ nm}$ ) und infraroter ( $\lambda = 940 \text{ nm}$ ) Lichtquelle sowie mit drei verschiedenen Durchblutungseinstellungen (Zahn, Pulpa, Zahn + Pulpa) getestet. Lichtquellen (LEDs) wurden mit einem Strom von 500 mA gespeist. Bei Versuchen mit dem Alternativsensor und infrarotem Licht wurde der Versorgungsstrom auf 40 % (= 200 mA) abgesenkt, da sonst der Sensor wegen der hohen Empfindlichkeit in Aussteuerbereich geriet.

## ERGEBNISSE UND DISKUSSION

In Tabelle 1 sind die Versuchsergebnisse als Spitze-Spitze-Spannungen in Volt aufgeführt. In Abb. 2 sind diese in Form von Balkendiagrammen grafisch dargestellt. Es ist zu beachten, dass die Ergebnisse mit dem Ausgangssensor SFH229 bei rotem Licht mit 10 multipliziert wurden, da diese bei der verwendeten Skalierung sonst zu klein wären. Es ist ersichtlich, dass auch dann Signale am Zahn detektiert werden, wenn nur die Gingiva durchblutet wird. Bei Versuchen mit dem roten Licht sind es etwa 10 % des zahndurchbluteten Signals und mit dem infraroten sogar über 50 %. Dieses Signal stellt ein Störsignal dar und rührt aus der Streuung und Brechung des Lichts innerhalb des Zahns. Die Abhängigkeit von der Lichtwellenlänge lässt vermuten, dass es möglicherweise eine Wellenlänge gibt, bei der dieses Störsignal verschwindend klein wird. Es wird außerdem deutlich, dass die gemessenen Signale mit dem Alternativfilter und insbesondere mit dem Alternativsensor OPT101 größere Amplituden liefern. Der Sensor bringt bei  $\lambda = 625 \text{ nm}$  ein 25-35 mal stärkeres Signal und der Filter eine Erhöhung um 10 % gegenüber dem Ausgangssystem. Mit dem infraroten Licht ist trotz der Reduktion der Lichtintensität auf 40 % ein dreimal höheres Signal messbar. Diese Verbesserung ist zum einen auf die größere, plane Empfängeroberfläche zurückzuführen und zum anderen auf den integrierten I/U-Wandler, wodurch ein größeres und störungsresistenteres Signal übertragen wird.

Abb. 1: In-vitro-Versuchsaufbau zur Durchblutungserfassung

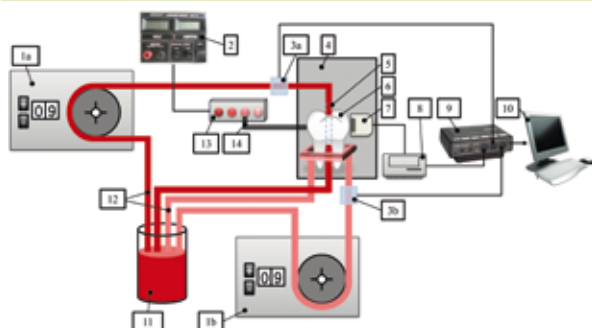


Foto: Hochschule Regensburg

## ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Arbeit wurde gezeigt, dass durch die Verwendung des alternativen Messsystems die Signale groß genug sind, sodass die Lichtintensität und damit die Wärmeverluste reduziert werden können. Des Weiteren wurde festgestellt, dass das durchblutete Zahnfleisch ungewünschte Rückkopplung auf das Pulpsignal hat und das Messsignal somit verfälscht wird. Für den Einsatz der vorgestellten Methode an Patienten muss der Einfluss dieser Störungsquelle, beispielsweise durch Verwendung anderer Lichtwellenlänge zunächst eliminiert werden.

## DANKSAGUNG

Unser größter Dank gilt der DFG für die finanzielle Unterstützung des Projektes (Projekts GA-501/10, SCHM 386/3 und MO 2196/1).

### Kompetenzzentrum

Mechatronics Research Unit (MRU)

### Projektleiter

Prof. Dr. Gareth Monkman

+49 941 943-1108

gareth.monkman@hs-regensburg.de

### Projektmitarbeiter

Irene Schulz

### Projekträger

DFG

### Kooperationspartner

- Zahnklinikum Universität Regensburg
- Fakultät Physik Universität Regensburg

### Projektlaufzeit

Januar 2011 – Dezember 2012

## Literatur

- <sup>1</sup> Raab, W. H.-M.: Zahnpulpa: Abwehrverhalten und Vitalität, Prof. Dr. In: Geurtsen, W.; Heidemann, D. (Hrsg.): Zahnerhaltung beim älteren Patienten. München [etc.] 1993.
- <sup>2</sup> Brown, A.; Beveridge, E.: The relation between tooth pulp pressure and systemic arterial pressure. In: Archives of Oral Biology 11 (1966) 11, S. 1181-1193.
- <sup>3</sup> Brodin, P.; Linge, L.; Aars, H.: Messung der aktuellen Pulpadurchblutung nach orthodontischer Kraftapplikation. In: Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie 57 (1996) 5, S. 306-309.
- <sup>4</sup> Chen, E.; Abbott, P. V.: Dental Pulp Testing: A Review. In: International Journal of Dentistry 2009 (2009), S. 1-12.
- <sup>5</sup> Reuter, P.: Springer Wörterbuch Medizin: 2. Mit 32 Tabellen ; [53000 Fachbegriffe auf über 1100 Seiten, Synonyme, Bedeutung, neue Rechtschreibung mit Alternativen; mit Heilpflanzen und 3000 neuen Begriffen], 2., vollst. überarb. und erw. Berlin 2005.
- <sup>6</sup> SHOHER, I.; MAHLER, Y.; SAMUELOFF, S.: Dental pulp photoplethysmography in human beings. In: Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology 36 (1973) 6, S. 915-921.
- <sup>7</sup> Daley, J. J.; Boyd, E. G. C. A.; Cooper, J. P. A.; O'Driscoll, P. M.: Optical assessment of dental pulp vitality. In: Journal of Biomedical Engineering 10 (1988) 2, S. 146-148.
- <sup>8</sup> Schmitt, J.; Webber, R.; Walker, E.: Optical determination of dental pulp vitality. In: IEEE Transactions on Biomedical Engineering 38 (1991) 4, S. 346-352.
- <sup>9</sup> Niklas, A.: In-vitro-Untersuchungen zur Photoplethysmographie an Zähnen und der Eignung von Terahertzstrahlung für die Entwicklung eines Gerätes zur Detektion des Blutflusses in der Zahnpulpa, Dissertation. Regensburg 2010.

# PROJEKT EMMAUS: EINFÜHRUNG EINER NEUARTIGEN MECHATRONISCHEN PLATTFORM AUF DER BASIS MAGNETO-AKTIVER POLYMERE FÜR BIOMEDIZINISCHE UND INDUSTRIELLE ANWENDUNGEN

Andrea Stoll  
Matthias Mayer  
Gareth Monkman  
Mikhail Chamonine

46

Extrem weiche Elastomere bieten sich in der Medizin als Substrat für Zellkulturen an. Mit magneto-aktiven Polymeren (MAP's) besteht die Möglichkeit, über die Änderung des Elastizitätsmoduls  $E$  in Abhängigkeit von einem Magnetfeld

auf einem Substrat unterschiedliche Wachstumsbedingungen zu schaffen. Dafür muss das Verhalten der MAP's unter verschiedenen Aspekten untersucht werden.

## HERSTELLUNG DER ELASTOMERE

Die Elastomere werden auf der Basis von verschiedenen bei Raumtemperatur aushärtenden kommerziell erhältlichen additionsvernetzenden Zwei-Komponenten-Silikon hergestellt. Ausgehend von den vom Hersteller vorgegebenen Mischungsverhältnissen können diese Polymere modifiziert werden. Vielversprechende Ergebnisse im Hinblick auf extrem niedrige E-Module liefern Mischungen auf der Basis von Elastosil RT 604 (Wacker Chemie AG) und Sylgard 184 (Dow Corning). Messungen des Schubmoduls  $G$  (für die Umrechnung wird bei den hier verwendeten Proben üblicherweise  $E=3 \times G$  angenommen) liefern Werte im Bereich zwischen 100 Pa und 1000 Pa, auch noch niedrigere E-Module sind möglich. In der Literatur finden sich Werte oberhalb von 20 kPa.<sup>1</sup>

## HERSTELLUNG DER MAP'S

Für die Herstellung von MAP's werden die flüssigen Einzelkomponenten der Elastomermischung mit Karbonyleisenpulver (Partikel von BASF: CIP-SQ, Partikelgröße 4-5  $\mu\text{m}$ ) vermischt und entgast. Bei richtig gewählter Katalysatormenge erhält man ein undurchsichtiges, gleichmäßig graues Elastomer.

## TRANSPARENTE MAP'S

Zur Herstellung transparenter MAP's wird ein aus der Literatur<sup>2</sup> bekannter Prozess ausgenutzt: Befinden sich die MAP's während des Aushärtens in einem Magnetfeld  $H$ , so ordnen sich die Eisenpartikel in Ketten parallel zur Magnetfeldrichtung an. Die Art der Kettenbildung hängt dabei von verschiedenen Faktoren ab, zusätzlich zu Partikelgröße und -gehalt darf auch der Einfluss der Elastomer-Basismischung nicht unterschätzt werden.



Abbildung 1: Aufsicht auf eine in einem Magnetfeld von 450 mT ausgehärtete Probe mit einem Eisenanteil von 5 wt.-%

## CHARAKTERISIERUNG

Die Charakterisierung der Elastomere erfolgt mit einem Rheometer (MCR301) der Firma Anton Paar, dieses ermöglicht verschiedenste Meßmethoden. Die im Folgenden vorgestellten Messungen werden im Oszillationsmodus durchgeführt, die Messungen finden im linear viskoelastischen Bereich der Proben statt, d. h. diese werden bei der Messung nicht beschädigt/zerstört.

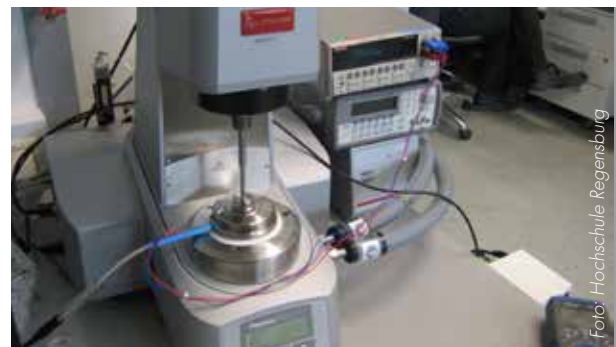


Abbildung 2: Rheometer MCR301 mit Magnetozelle zur Messung von MAP's im Magnetfeld

## AMPLITUDENSWEEP

Bei einem Amplitudensweep wird die Deformation der Probe bei vorgegebener Frequenz verändert. Aus der resultierenden Schubspannung sowie dem Phasenwinkel lassen sich alle relevanten Messgrößen berechnen.

Wird bei der Messung eines MAP's beim Amplitudensweep ein Magnetfeld angelegt, so verändert sich das Verhalten der Probe und ein erhöhtes Speichermodul kann beobachtet werden (Abb. 3).

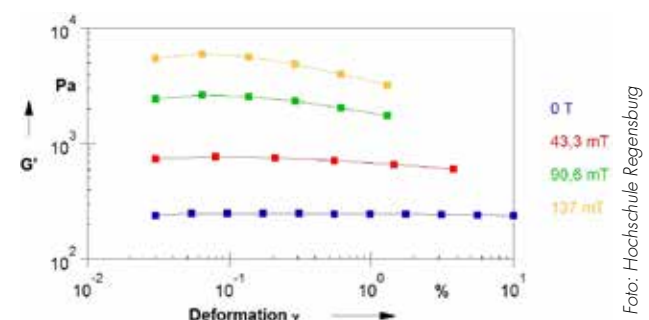


Abbildung 3: Amplitudensweeps eines MAP mit einem Eisenanteil von 46wt.-% bei verschiedenen Feldstärken

## MAGNETOSWEEP

Besonders deutlich wird dieses Verhalten bei einem sogenannten Magnetosweep (Abb. 4): Bei festen Messparametern wird das Magnetfeld langsam erhöht.

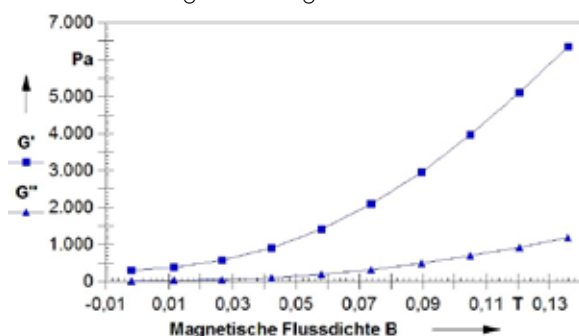


Abbildung 4: Speichermodul  $G'$  und Verlustmodul  $G''$  in Abhängigkeit vom Magnetfeld (Magnetosweep)

Foto: Hochschule Regensburg

## NORMALKRAFTSWEEP

Bei fester Frequenz und Deformation wird die Kraft auf die Probe erhöht (Abb. 5). Auf diese Weise wird die optimale Anpresskraft für die Messung ermittelt.

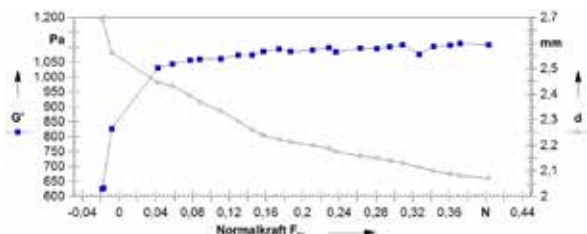


Abbildung 5: Abhängigkeit des Speichermoduls  $G'$  sowie der Proben-dicke  $d$  von der aufgebrachtten Kraft

Foto: Hochschule Regensburg

## AUSHÄRTEVERHALTEN

Beim Aushärten der flüssigen Basismischung ist deutlich zu sehen, wie sich das Verhalten ändert: Anfangs dominiert das Verlustmodul (Zeichen einer Flüssigkeit), die Masse ist fließfähig, ab dem Gel-Punkt (Schnittpunkt beider Kurven) setzt das Aushärten ein, es überwiegt das Speichermodul (Abb. 6).

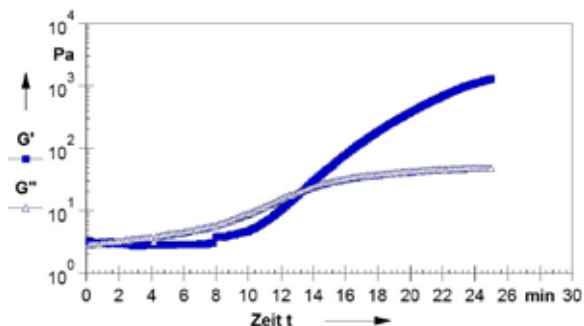


Abbildung 6: Verhalten von Speichermodul  $G'$  und Verlustmodul  $G''$  beim Aushärten eines Basiselastomers

Foto: Hochschule Regensburg

## LANGZEITVERHALTEN

Fertig ausgehärtete Elastomere zeigen in den ersten 10-15 Tagen eine teilweise sehr deutliche Zunahme des Schubmoduls, erst danach wird ein nahezu konstanter Wert erreicht (Abb. 7). Sowohl der Startwert, als auch die Zeit, nach der die Werte des Speichermoduls bis auf geringe Abweichungen konstant bleiben, ist abhängig von der verwendeten Grundmischung.

Leichte Schwankungen lassen sich durch die Beanspruchung der empfindlichen Proben durch die immer wieder nötige Umlagerung der Proben zwischen Kulturschale und Messplatte verstehen.

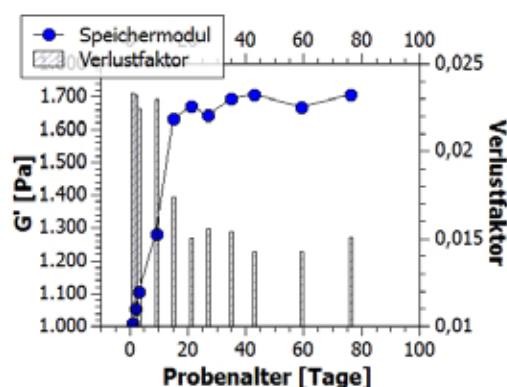


Abbildung 7: Beispiel des Verhaltens von Schubmodul  $G'$  und Verlustfaktor (Verhältnis von Verlust- zu Speichermodul) in Abhängigkeit vom Alter der Probe

Foto: Hochschule Regensburg

## Literatur

- <sup>1</sup> Polymer 46 (2005) 7779-7787; Composites: Part B 43 (2012) 636-640; Proc. of SPIE Vol. 7977, 797711-1.
- <sup>2</sup> Adv Polym Sci (2007) 206: 137-189.

### Kompetenzzentrum

Mechatronics Research Unit (MRU)

### Projektleiter

Prof. Dr. Gareth Monkman +49 941 943-1108

gareth.monkman@hs-regensburg.de

Prof. Dr. Mikhail Chamonine +49 941 943-1105

mikhail.chamonine@hs-regensburg.de

### Projektmitarbeiter

Matthias Mayer, Eva Forster, Alex Bentz

### Projekträger

BMBF

### Kooperationspartner

- Fraunhofer Institut Würzburg
- Universitätsklinikum Freiburg

### Projeklaufzeit

Juli 2011 – Juni 2014



# NEUE BERECHNUNGSMETHODE FÜR DAS NACHRÜCKEN VON BOHRSEILEN

Die Nutzungsdauer von Seilen in Bohrtürmen ist begrenzt. Zur Erhöhung der Nutzungsdauer wurde eine Berechnungsmethode entwickelt, mit der optimale Vorgaben zum Um-

gang mit diesen Seilen abgeleitet werden können. Mit der neuen Berechnungsmethode kann die Nutzungsdauer der Seile auf ein Mehrfaches gesteigert werden.

Zur Erschließung von Öl- und Gasvorkommen wird z. T. mehrere tausend Meter tief ins Erdreich gebohrt. Das Bohrgestänge besteht aus einzelnen Bohrstangen, die nacheinander mit dem bestehenden Bohrgestänge verschraubt und ins Bohrloch eingelassen werden. Dieser Vorgang geschieht in einem weit hin sichtbaren Bohrturm (Abbildung 1). Wenn der Bohrkopf stumpf geworden ist, muss das Bohrgestänge abschnittsweise ausgebaut und mit neuem Bohrkopf erneut verlegt werden. Das Aus- und Einbauen des Bohrgestänges geschieht über einen Seiltrieb (Flaschenzug), der im Bohrturm angeordnet ist. Die höchstbelastete Seilzone (Zone, die pro Hub- und Senkbewegung des Hakens über die meisten Seilscheiben läuft) ist nur ca. 10 % der gesamten im System befindlichen Seillänge. Zur besseren Ausnutzung der Seile werden sie deshalb regelmäßig nachgerückt, d. h. Seil aus der Speichertrommel entnommen und an der Trommel abgeschnitten.

Zeitpunkt der Nachrückung und Länge der nachgerückten Seillänge sind nach einer bestehenden Vorschrift (API-Spezifikation) festgelegt. Grundlage bildet die sogenannte Seilarbeit, also das Produkt aus Gewicht des Bohrgestänges mal Verlegeweg. Angegeben wird die Seilarbeit in der angelsächsischen Maßeinheit Ton-Miles.



Abbildung 1: Bohranlage

Gewicht des Bohrgestänges und Verlegeweg können einfach und kontinuierlich gemessen werden. Die durch Multiplikation der beiden Messgrößen berechnete Seilarbeit pro Zeiteinheit wird aufsummiert und bei Erreichen des Grenzwertes nach API wird das Seil nachgerückt.

Moderne Seilkonstruktionen mit hohem Lebensdauervermögen werden genauso behandelt wie Seilkonstruktionen mit geringerem Lebensdauervermögen und können daher ihr höheres Lebensdauervermögen nicht vollständig ausspielen.

## NEUE BERECHNUNGSMETHODE

Mit einer neuen Berechnungsmethode rückt das tatsächliche Lebensdauervermögen der verwendeten Seile stärker in den Vordergrund. Grundlage bildet eine bestehende Methode zur Berechnung der Seillebensdauer (Feyrer, Universität Stuttgart), mit der aus Geometrie- und Lastdaten eines Seiltriebes und unter Berücksichtigung des verwendeten Seils die zu erwartende Seillebensdauer sehr zuverlässig berechnet werden kann. Sie wird seit vielen Jahren mit großem Erfolg in der Industrie angewandt.

Bei Bohrseilen wird die höchst belastete Seilzone weitergerückt. Die Belastung der einzelnen Seilzonen hängt daher nicht nur von den Geometrie- und Lastdaten des Seiltriebes, sondern auch von der Rückungslänge ab.

Die neue Berechnungsmethode gliedert sich daher in zwei Teile. Im ersten Teil wird eine optimale Rückungslänge bestimmt, die ausschließlich von der Geometrie des Seiltriebes (Größe der Seilscheiben, Abstände der Seilscheiben untereinander) und der Länge der Bohrstangen abhängt. Im zweiten Teil wird aus der gewählten Rückungslänge und dem Lebensdauervermögen des verwendeten Seils eine optimale Rückungszeit bestimmt.

## RÜCKUNGLÄNGE

Bei einer Hub- und Senkbewegung des Hakens stellt sich entlang des Seils eine bestimmte Biegegeschwungsverteilung ein. Die höchstbelastete Seilzone erfährt die meisten Biegegeschwverwechsel (Überrollungen von Seilscheiben), benachbarte Seilzonen etwas weniger. Durch das Nachrücken des Seils verschiebt sich die Biegegeschwverteilung entlang des Seils. Entscheidend für die Nutzungsdauer des Seils ist die Summation der Einzelbiegegeschwverteilungen zu einer Gesamtbiegegeschwverteilung. Die Gesamtbiegegeschwverteilung

strebt stets einer bestimmten maximalen Biegewechselzahl zu, die daher Sättigungsbiegewechselzahl genannt wird. Das Produkt aus Rückungslänge und dadurch erzeugter Sättigungsbiegewechselzahl ist ein Maß für die Gesamtnutzungsdauer des Seils. Daher kann aus den Rechenergebnissen eine optimale Rückungslänge abgeleitet werden.

### RÜCKUNGSZEIT

Bei einer bestimmten am Haken hängenden Last kann das Seil eine bestimmte Anzahl von Hub- und Senkbewegung vollführen. Der Kehrwert dieser Anzahl ist die Seilschädigung, die bei der Hub- und Senkbewegung erzeugt wird. Somit kann jeder Hub- und Senkbewegung Seilschädigung zugeordnet werden.

Die Rückungslänge wird dadurch berücksichtigt, dass die pro Hub- und Senkbewegung erzeugte Seilschädigung mit dem Quotienten aus Sättigungsbiegewechselzahl und tatsächlich vollführter Anzahl an Biegewechseln multipliziert wird. Diese Seilschädigungen werden aufsummiert. Bei Erreichen der Schädigungssumme  $s = 1$  muss das Seil nachgerückt werden.

### RECHNERUNTERSTÜTZUNG

Der funktionale Verlauf der Seilschädigung pro Verlegung einer Bohrstange wird durch eine Gleichung beschrieben, die nur noch von der augenblicklichen Tiefenlage des Bohrkopfs abhängt. Die Information über das spezifische Gewicht des Bohrgestänges steckt bereits in den Konstanten der Gleichung. Für jede der überschaubaren Anzahl der am Markt verfügbaren Bohrstangengewichte muss die Gleichung vorab erstellt werden. Benötigt wird dann nur noch die Tiefenlage des Bohrkopfs, die vom IT-System der Bohrstelle zur Verfügung gestellt wird. Mit Hilfe der Gleichung lässt sich dann die Seilschädigung kontinuierlich erfassen und aufsummieren bis die Schädigungssumme  $s = 1$  erreicht ist.

### ERGEBNIS

Für die an einer realen Bohranlage durchgeführte Untersuchung wurde die Schädigungssumme für eine bestimmte Konfiguration des Bohrgestänges berechnet. Bohrgestänge sind in der Regel so aufgebaut, dass die ersten 200 bis 300 m aus sogenannten Schwerstangen „Drill Collars“ (DC) und „Heavy Weight Drill Pipes“ (HWDP) bestehen. Das restliche Bohrgestänge besteht aus den relativ leichten „Drill Pipes“ (DP). Abbildung 2 zeigt die Schädigungssumme in Abhängigkeit von der verlegten Länge des Bohrgestänges. Die einzelnen Bereiche des Bohrgestänges sind farblich unterschiedlich dargestellt. Zum Vergleich ist die Nutzungsdauer nach der bestehenden API-Methode in Seilschädigung um-

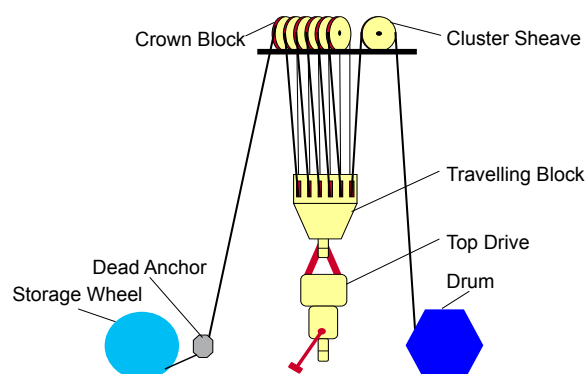


Abbildung 2: Schematische Darstellung des Seiltriebs

gerechnet und ebenfalls in Abbildung 2 eingezeichnet. Der Bereich zwischen den beiden Kurven zeigt die Erhöhung der Nutzungsdauer an. Diese Erhöhung ist abhängig von der Verlegetiefe, zeigt aber im Bereich der meisten Bohrlochtliefen ( $< 5000$  m) deutliche Steigerungen der Nutzungsdauer an. Mit der neuen Berechnungsmethode wird die Nutzungsdauer der Bohrseile deutlich gesteigert, womit sich hohe Kostenreduzierungen erzielen lassen. Der Vorteil liegt dabei nicht so sehr in der Einsparung von Seilkosten, denn sie sind gegenüber den Bohrkosten vergleichsweise gering. Das große Einsparpotenzial liegt in der Einsparung der Nachrückkosten. Zum Nachrücken des Seils werden 3 bis 4 Personen benötigt und der Bohrprozess muss für 1 bis 2 Stunden unterbrochen werden. Je nach Tiefe des Bohrlochs wird das Seil bisher ein- bis zweimal pro Woche nachgerückt.

Zur besseren Ausnutzung der Bohrseile werden diese im Seiltrieb regelmäßig nachgerückt. Grundlage für Zeitpunkt der Nachrückung und Länge der nachgerückten Seillänge bildet die sogenannte Seilarbeit, also das Produkt aus Gewicht des Bohrgestänges mal Verlegeweg. Bei der vorgestellten neuen Berechnungsmethode wird anstatt der Seilarbeit die tatsächliche Seilschädigung betrachtet. Abhängig von der Geometrie des Seiltriebs und dem Lebensdauerverhalten des verwendeten Seils werden eine optimale Rückungslänge und eine optimale Nachrückzeit bestimmt. Damit kann die Nutzungsdauer der Bohrseile deutlich gesteigert werden, womit sich hohe Kostenreduzierungen erzielen lassen.

#### Fakultät

Maschinenbau

#### Projektleiter

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Briem

ulrich.briem@hs-regensburg.de

+49 941 943-5194

# BEWERTUNG DES BIOMECHANISCHEN OUTCOMES NACH IMPLANTIERUNG EINER TOTAL-HÜFT-ENDOPROTHESE UNTER BERÜCKSICHTIGUNG VON PATIENTENSPEZIFISCHEN HÜFTGELENKSBELASTUNGEN

50

Tim Weber, Sebastian Dendorfer, Silvia Dullien, Tobias Renkawitz und Joachim Grifka

## EINFÜHRUNG

Die Implantierung einer Total-Hüft-Endoprothese (THEP) ist eine der am häufigsten durchgeführten Operationen unserer Zeit.

Um eine einwandfreie Funktion des Gelenks zu gewährleisten, ist die Wiederherstellung der prä-operativen Hüftgelenksbiomechanik eines der Hauptziele der modernen Orthopädie<sup>1</sup>. Um den funktionellen Status des post-operativen Resultates bemessen zu können, wurde bereits vor einigen Jahren die Ganganalyse unter Verwendung von

körperfixen Sensoren eingeführt<sup>2,3</sup>. Diese Analysen geben Aufschluss über die Bewegungsabläufe der Patienten. Um auch die patientenspezifische Biomechanik zu erforschen, haben sich in den letzten Jahren neuartige Simulationstechniken, wie die muskuloskeletale Modellierung (MM), etabliert<sup>4,5</sup>.

Unter Benutzung von experimentellen Daten, wie Marker Trajektorien und Bodenreaktionskräften aus einer Ganganalyse, können diese Modelle zur Berechnung der patientenspezifischen Hüftreaktionskräfte verwendet werden.

Bezogen auf kritische Hüftgelenksbelastungen wurden bis dato nur wenige biomechanische Studien durchgeführt. Diese lassen aber vermuten, dass ein Versagen des Implantates stark abhängig von den vektoriellen Hüftreaktionskräften ist. Auch der Abrieb (und somit die Haltbarkeit) zwischen dem Prothesenkopf und der Pfanne ist stark abhängig von dem Weg, den die Kraft zurücklegt sowie deren Größe. Als kritisch werden zudem die Belastung auf den Rand der Pfanne und der Abstand der Gelenksreaktionskraft vom Rand der Pfanne erachtet (rim-loading).

In dieser Studie soll eine Methode zur Berechnung der Kräfte und deren Position zwischen Hüftkopf und Gelenkpfanne erarbeitet werden.

## MATERIAL UND METHODEN

Zwei Patienten, die nach Implantierung einer THEP eine hohe Pfanneninklination oder Pfannenanteversion aufweisen, wurden aus einem größeren Kollektiv für eine detailliertere Betrachtung ausgewählt. Die Patienten wurden zwischen 2007 und 2009 an der Orthopädischen Klinik für die Universitätsklinik am Asklepios Klinikum Bad Abbach (Leitung: Prof. Joachim Grifka) aufgrund einer fortgeschrittenen Coxarthrose versorgt. Press-fit acetabuläre Komponenten und zementfreie, Hydroxylapatit beschichtete Schäfte (Pinnacle Pfanne, Corail Schaft, DePuy, Warsaw, IN, USA) wurden benutzt.

Die Position der Komponenten wurde post-operativ von einem unabhängigen Institut (MeVis, Bremen, Deutschland) anhand von CT-Scans bestimmt. Definitionen von Inklination und Anteversion von Pfanne und Schaft richten sich nach Murray et al.<sup>6</sup>. Die Bodenreaktionskräfte (Kistler Kraftmessplatten, drei Freiheitsgrade) und die patientenspezifische Kinematik (Simi Motion, Unterschleißheim, Deutschland) wurden während einer Ganganalyse unter Zuhilfenahme von sechs Digitalkameras (Basler, Scout) auf einer Gehstrecke von 10 m bei selbstgewählter Ganggeschwindigkeit aufgenommen.

Die Daten wurden als Randbedingungen für eine patientenspezifische muskuloskeletale Berechnung (The AnyBody Modeling System™ (AMS), Aalborg, Dänemark) verwendet und somit die Hüftreaktionskräfte, bezogen auf das femorale und das acetabuläre Referenzkoordinatensystem, berechnet (Abbildung 1). Die Kraftpfade und Kraftwinkel wurden nach Weber et al.<sup>7</sup> berechnet.

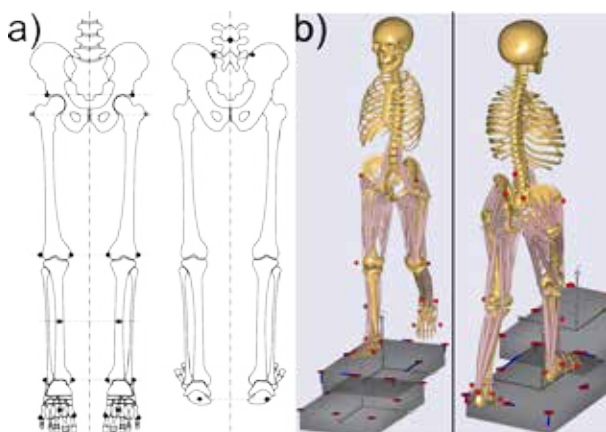


Abbildung 1:  
a) Das für die Ganganalyse verwendete, neu entwickelte Marker Setup  
b) Beispiel einer muskuloskeletalen Simulation mit dem AnyBody Modeling System

## ERGEBNISSE

In Abbildung 2 sind für beide Probanden die Kraftpfade auf dem Kopf der Prothese jeweils für die operierte (linke Seite des Diagramms) und nicht-operierte Seite (rechte Seite des Diagramms) dargestellt. Alle Kraftpfade wurden nur während der Standphase (der Zeitspanne der größten Belastungen) berechnet. Während die nicht-operierten Seiten im Probandenvergleich kaum Unterschiede aufweisen, sind auf der operierten Seite deutliche Unterschiede in Position, Orientierung und Größe zu erkennen.

In Abbildung 3 sind die Kraftinklinationswinkel für beide Probanden während der Standphase abgebildet. Der rote Bereich zeigt an, welche Winkel während der Standphase von der Kraft überschritten werden. Die dicke schwarze Linie zeigt die Ausrichtung der Pfanne und deren Inklinationswinkel an. Auf den ersten Blick erscheinen die Lastfälle deutlich unterschiedlich. Betrachtet man die Winkel allerdings bezogen auf das Pfannenreferenzsystem, ergibt sich für beide Fälle ein ähnlicher Lastfall.

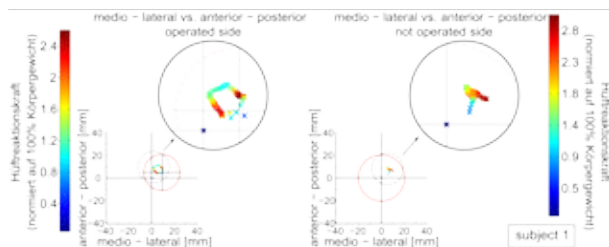


Abbildung 2: Die Kraftpfade für subject 1 (oben) und subject 2 (unten) während der Standphase dargestellt für die operierte und die nicht-operierte Seite

## DISKUSSION

Diese Studie zeigt eine Methode zur Berechnung und Auswertung von patientenspezifischen Belastungen in Hüftprothesen.

Nach der Validierung der Methodik an einem größeren Patientenkollektiv sind wegweisende Anwendungen denkbar. Beispielsweise könnten Operationen unter biomechanischen Gesichtspunkten bezüglich Komponententorientierungen und Positionierungen optimiert geplant und patientenspezifische Parameter berücksichtigt werden. Durch die konsequente Umsetzung der Planung mithilfe von computergestützten Operationsverfahren können somit Standzeiten verlängert und optimale Bewegungsabläufe erreicht werden.

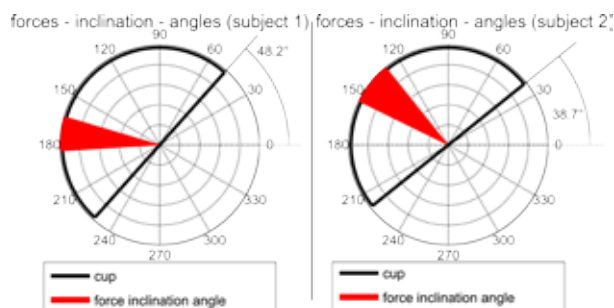


Abbildung 3: Die Kraftwinkel (Inklination) der Hüftreaktionskraft bezogen auf das Pfannenkoordinatensystem für subject 1 (links) und subject 2 (rechts) während der Standphase

## Literatur

- <sup>1</sup> Tobias Renkawitz, Tibor Schuster, Thomas Herold, Holger Goessmann, Ernst Sendtner, Joachim Grifka, and Thomas Kalteis: Measuring leg length and offset with an imageless navigation system during total hip arthroplasty: is it really accurate? *Int J Med Robot*, 5(2):192–197, Jun 2009.
- <sup>2</sup> A. van den Bogert, L. Read, and B. M. Nigg: A method for inverse dynamic analysis using accelerometry. *J Biomech*, 29(7):949–954, Jul 1996.
- <sup>3</sup> D. L. Boardman, F. Dorey, B. J. Thomas, and J. R. Lieberman: The accuracy of assessing total hip arthroplasty outcomes: a prospective correlation study of walking ability and 2 validated measurement devices. *J Arthroplasty*, 15(2):200–204, Feb 2000.
- <sup>4</sup> M. O. Heller, G. Bergmann, G. Deuretzbacher, L. Claes, N. P. Haas, and G. N. Duda: Influence of femoral anteversion on proximal femoral loading: measurement and simulation in four patients. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 16(8):644–649, Oct 2001.
- <sup>5</sup> M. G. Pandy: Computer modeling and simulation of human movement. *Annu Rev Biomed Eng*, 3:245–273, 2001.
- <sup>6</sup> D. W. Murray: The definition and measurement of acetabular orientation. *J Bone Joint Surg Br*, 75(2):228–232, Mar 1993.
- <sup>7</sup> T. Weber, S. Dendorfer, S. Dullien, J. Grifka, G.J. Verkerke, and T. Renkawitz: Measuring functional outcome after total hip replacement with subject-specific hip joint loading. *Institution of Mechanical Engineers: Part H: Engineering in Medicine, Special Issue:1–8*, 2012.

### Kompetenzzentrum

Regensburg Center of Biomedical Engineering,  
Labor für Biomechanik

### Projektleiter

Prof. Dr.-Ing. Sebastian Dendorfer +49 941 943-5171  
sebastian.dendorfer@hs-regensburg.de

### Projektmitarbeiter

Dipl. Ing. (FH) Tim Weber

### Kooperationspartner

Uniklinikum Regensburg, Lehrstuhl für Orthopädie  
Silvia Dullien, Dr. med. Tobias Renkawitz,  
Prof. Dr. Dr. Joachim Grifka





GREIFEN SIE SICH JETZT  
IHREN BERUFSBEGLEITENDEN STUDIENPLATZ  
AN DER HOCHSCHULE REGENSBURG (HS.R).

Studieren – auch ohne Abitur! Erwerben Sie einen akademischen Abschluss  
und qualifizieren Sie sich in den Bereichen Maschinenbau, Mechatronik  
und Automatisierung entscheidend weiter!

# SCHÄDEL-HIRN-TRAUMA NACH GEWALTEINWIRKUNG DURCH TRETEN GEGEN DEN KOPF

R. Penzkofer und S. Dendorfer, Hochschule Regensburg, Biomechanik  
 K. Barnsteiner, M. Jovanovik und P. Wernecke, BMW AG, Fahrzeugsicherheit  
 A. Vögele, Polizei Nürnberg, Kommissariat 11  
 T. Bachmann, Polizei Nürnberg, Kriminalfachdezernat 1

53

In der jüngeren Vergangenheit waren Gewaltverbrechen, bei denen der Täter das Opfer mit hoher Brutalität durch gezielte Fußtritte gegen den Kopf attackiert hat, mehrfach Gegenstand regionaler und überregionaler Berichterstattung und daher im Fokus des öffentlichen Interesses. Nicht nur aus der Sicht der Rechtsprechung, sondern auch aus

Perspektive der kriminalpolizeilichen Sachbearbeitung ist es bei der in diesem Zusammenhang erforderlichen strafrechtlichen Bewertung schwierig, die Trennlinie zwischen versuchtem Totschlag und gefährlicher Körperverletzung zu ziehen.

Dazu ist es notwendig, statistisch valide Messwerte über die Wirkung von Fußtritten gegen den menschlichen Kopf zu erheben, die eine allgemein verbindliche Aussage aus rechtsmedizinischer Sicht über die Lebensgefährlichkeit der deliktischen Handlung erlauben.

Das Ziel dieser Studie ist es herauszufinden, inwiefern die durch einen Fußtritt gegen den Kopf hervorgerufenen Kräfte und Beschleunigungen potentiell lebensgefährlich sind.

Die Probanden wurden in eine Testgruppe JUNG (20 bis 36 Jahre;  $28,2 \text{ a} \pm 5,8 \text{ a}$ ;  $n = 13$ ) und eine Testgruppe ALT (37 bis 56 Jahre;  $49,6 \text{ a} \pm 6,0 \text{ a}$ ;  $n = 14$ ) eingeteilt.

Beide Gruppen führten die Tretversuche mit leichten Turnschuhen (TS) und schweren Arbeitstiefeln (AS) durch.

Zur Erfassung der durch Treten am Kopf erzeugten Kräfte und Beschleunigungen wurde eine anthropomorphe Testpuppe (sogenannter „Crash-Dummy“) vom Typ WorldSid (Humanetics, Plymouth Michigan, USA) verwendet, wie sie auch in Versuchen der Fahrzeugsicherheit zur Beurteilung menschlicher Verletzungsrisiken eingesetzt wird. Zusätzlich wurde die Geschwindigkeit des Fußes mittels einer High Speed Filmkamera (Casio EXILIM) und einer Markierung auf dem Schuh des tretenden Probanden für jeden Versuch erfasst.

Die Kontaktkraft zwischen Dummy-Kopf und Boden wurde durch eine Kraftmessplatte (BMW AG Eigenbau) gemessen.

Durchgeführt wurden drei unterschiedliche Versuchsreihen: Zum einen wurde der Dummy auf der Seite liegend positioniert, wobei sich der Kopf ca. 8 cm freischwebend über dem Boden befand. Das Zutreten erfolgte mit hartem Schuhwerk (AS) von oben in vertikaler Richtung mit der Schuhsohle gegen den Kopf.

In einem zweiten Versuch lag der Dummy auf dem Rücken, während auch der Kopf auf dem Boden auflag. In diesem Fall wurde der Tritt mit der Schuhspitze bzw. dem Spann auf die Kopfseite ausgeführt. Verwendet wurde weiches Schuhwerk (TS).

Schließlich wurde der zweite Versuch mit hartem Schuhwerk (AS) wiederholt (Abbildung 1).



Abbildung 1: Versuchsaufbau mit Dummy

Foto: Hochschule Regensburg

Im weiteren Verlauf dieser Studie sollen die empirisch ermittelten Daten mit der relevanten Fachliteratur abgeglichen werden, um herauszufinden, welche auf den menschlichen Kopf wirkenden Beschleunigungen und Kräfte zu welchen Verletzungsmustern führen können. Weiterhin soll ermittelt werden, inwiefern die Statur, der Trainingszustand und das Alter des Angreifers einen Einfluss auf die gemessenen Beschleunigungen und Kräfte haben. Parallel zu diesem Studienteil wird ein numerisches Modell eines menschlichen Kopfes aufgebaut.

#### Institut oder Fakultät

Maschinenbau, Labor für Biomechanik

#### Projektleiter

Prof. Dr.-Ing. Sebastian Dendorfer  
 sebastian.dendorfer@hs-regensburg.de

+49 941 943-5171

#### Projektmitarbeiter

Dr.-Ing. Rainer Penzkofer

#### Projekträger

Kriminalfachdezernat 1 Nürnberg

#### Kooperationspartner

- BMW AG
- Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
- Staatsanwaltschaft Nürnberg/Fürth

#### Projeklaufzeit

2012 – 2013

# ERDBEBENSICHERE AUSLEGUNG VON DRUCKBEHÄLTERN MIT DER FE-SOFTWARE ANSYS

Martin Plötz und Claus Schliekmann,

Hochschule für angewandte Wissenschaften Regensburg, Fakultät Maschinenbau

Harald Wels und Paul Helmberger, KRONES AG, Neutraubling

Diese Arbeit befasst sich mit der numerischen Berechnung von Druckbehältern der Fa. KRONES AG unter seismischen Einwirkungen. Die Auslegung sollte nach den Anforderungen der Europäischen Erdbebenorm Eurocode 8 erfol-

gen, welche in Deutschland als DIN EN 1998 1 veröffentlicht wurde. Teil 4 dieser Normenreihe (DIN EN 1998-4 3) behandelt im Speziellen Tankbauwerke und war für die Arbeit mitunter maßgebend.

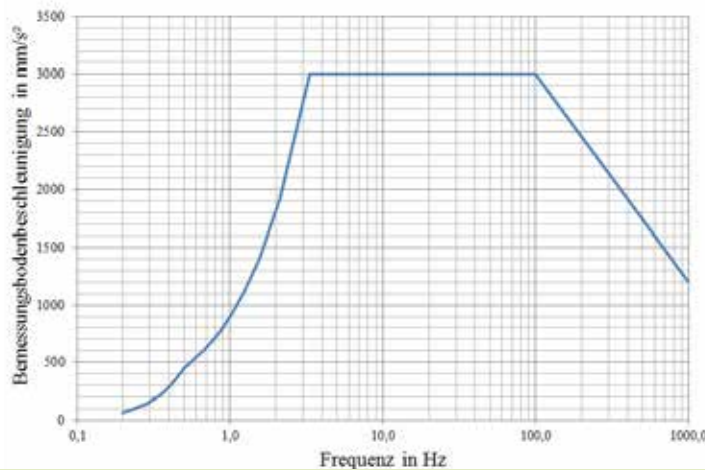


Abbildung 1: Bemessungsspektrum, Untergrundklasse C-R

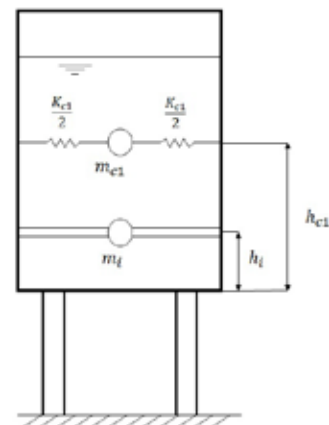


Abbildung 2: Schematischer Aufbau des Ersatzmodells

## DIE ERDBEBENNORM EUROCODE 8

Die seismischen Lasten werden in den aktuellen Erdbebenregelwerken mit Erdbebengefährdungskarten dargestellt, welche im Eurocode 8 in Nationalen Anhängen für das jeweilige Land verfügbar sind. Für Deutschland ist dies der Nationale Anhang DIN EN 1998-1/NA<sup>2</sup> vom Januar 2011. Eine Erdbebengefährdungskarte für die Bundesrepublik Deutschland wurde in<sup>2</sup> veröffentlicht. Diese Karten berücksichtigen maßgebliche Standortfaktoren wie seismische Quellenart, zeitliche Verteilung der Beben, Maximalamplituden und Wahrscheinlichkeiten<sup>4</sup>.

Grundlage für alle Berechnungsmodelle in dieser Arbeit sind Antwortspektren, welche nach den Vorgaben der Norm<sup>1</sup> standortspezifisch erstellt werden. Ein Antwortspektrum stellt die Antworten von Einmassenschwingern (EMS) auf einen zeitabhängigen Lastverlauf (z. B. Seismogramm eines Erdbebens) über deren Eigenfrequenz  $f$  dar. Im Zusammenhang mit Erdbeben werden Antwortspektren auch als Bemessungsspektren bezeichnet. Abbildung 1 zeigt beispielhaft ein ermitteltes Bemessungsantwortspektrum für die Untergrundklasse C-R in der BRD.

Ein standortspezifisches Bemessungsspektrum wird in DIN EN 1998<sup>1</sup> durch abschnittsweise definierte Funktionen festgelegt, welche mit zahlreichen Anpassungsparametern entlang der Diagrammachsen verschoben werden.

## BERECHNUNGSMODELL

Um den Einfluss der Fluid-Struktur-Interaktion (FSI), welcher bei der seismischen Anregung von Tankbauwerken stattfindet, angemessen bei der Berechnung zu berücksichtigen, wurden im Lauf der Zeit mehrere Berechnungsansätze entwickelt. Die Erdbebenorm<sup>1</sup> schreibt kein spezielles Berechnungsverfahren vor, sondern verlangt, dass im Berechnungsmodell Steifigkeit, Masse und Geometrie genau erfasst werden. Zudem muss eine Berücksichtigung der hydrodynamischen Antwortgrößen erfolgen.

In dieser Arbeit wurde unter anderem das FE-Feder-Masse-Ersatzmodell nach Housner verwendet. Bei diesem Berechnungsansatz, der in DIN EN 1998-4<sup>3</sup> für Hochbehälter vorgeschlagen wird, erfolgt die Berücksichtigung der Flüssigkeit durch Ersatzmassen, welche über Federn oder starr mit den Behälterwänden verbunden werden. Für die Berechnung wird dann die modale Antwortspektrenmethode mit einem FE-Modell vorgeschlagen. Das Ersatzmodell, das die Tankflüssigkeit im Behälter mit berücksichtigt, baut auf den bereits beschriebenen Schwingungsformen eines Tankbauwerks auf und idealisiert die Starrkörperbewegung durch die sogenannte impulsive Masse  $m_i$  sowie die Schwappbewegung durch die sogenannte konvektive Masse  $m_{kc}$ . Den schematischen Aufbau des Ersatzmodells zeigt Abbildung 2.

Um das Feder-Masse-FE-Ersatzmodell unter ANSYS nach Bild 6 aufbauen zu können, sind im Anhang in der Norm<sup>3</sup> entsprechende Gleichungen für die Berechnung der Massen, Federsteifigkeiten sowie der Höhen angegeben, deren Be-

rechnung ebenfalls mit MathCAD erfolgte. Die beiden Ersatzmassen wurden im FE-Modell als Volumenkörper mit angepasster Dichte modelliert und mithilfe der ANSYS Federelemente an die Behälterwände angebunden. Die Anbindung der konvektiven Masse an die Behälterwand hat nach<sup>3</sup> durch Ersatzfedern zu erfolgen. Die berechnete Federsteifigkeit wurde dabei zur Hälfte auf beide Federn aufgeteilt, da es sich bei dieser Federschaltung physikalisch um eine Parallelschaltung handelt (gleiche Wege) und sich die gesamte Federsteifigkeit aus der Summe der einzelnen Federsteifigkeiten ergibt. Bei den von ANSYS Workbench zur Verfügung gestellten Federelementen handelt es sich um die COMBIN14-Elemente aus der ANSYS Elementbibliothek, welche als Körper-Körper-Kontakt definiert werden können. Für die Längssteifigkeit der impulsiven Masse wurde jeweils der Wert  $1.0e8$  N/mm gewählt, um ebenfalls eine „steife“ Anbindung zu erhalten.

Um die weiteren einstellbaren Federparameter abzusichern, wurde eine Parameterstudie durchgeführt. Dazu wurden in einer Modalanalyse die Eigenfrequenzen eines vereinfachten Bodenbehälters berechnet und die Eigenfrequenzen mit den analytischen Ergebnissen für Bodenbehälter abgeglichen. Die analytischen Ergebnisse wurden wiederum mit Gleichungen, welche in der Norm<sup>3</sup> abgedruckt sind und zur überschlägigen Eigenfrequenzberechnung herangezogen werden können, ermittelt. Nach der Geometrieaufbereitung wurde eine Modalanalyse im Frequenzbereich von 0,1 bis 25.000 Hz für 50 Eigenfrequenzen durchgeführt. Die Bewegung der Eigenform für 3,9 Hz zeigt Abbildung 3.

## ERGEBNISBEWERTUNG

Um die grundlegenden Sicherheitsanforderungen der europäischen Druckgeräte-Richtlinie 97/23/EG zu erfüllen, kann das AD2000-Regelwerk angewendet werden. Die Span-

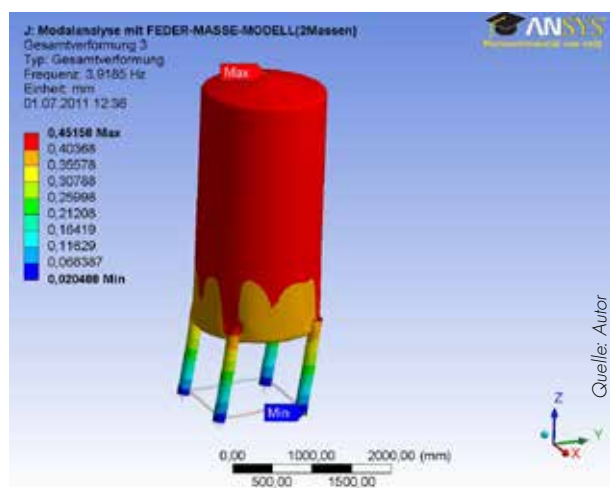


Abbildung 3: Behältereigenform bei 3,9 Hz

nungsbewertung der Berechnungsergebnisse erfolgt daher mithilfe der AD2000-Merkblätter<sup>10</sup>. Für eine seismische Spannungsbewertung ist hier ein Sonderlastfall vorgesehen, der neben Eigenlast und Innendruck auch eine Erdbebenlast in der Berechnungsspannung mit berücksichtigt. Der Spannungsvergleichswert, welcher entsprechend den Vorgaben für den Sonderlastfall Erdbeben angepasst wird, verwendet dabei die Werkstoffstreckgrenze als Bezugswert. Die Spannungsbewertung erfolgte durch Auslesen der Membran- und Biegespannungen und anschließendem Vergleich der Spannungswerte mit den zulässigen Werten in AD2000<sup>10</sup>. Neben der Spannungsbewertung nach AD2000<sup>10</sup> wurden die von der Norm<sup>3</sup> geforderten Beulnachweise geführt. Abschließend wurde noch der Einfluss von weiteren Modell- und Analyseparametern auf das Berechnungsergebnis untersucht.

## Literatur

- <sup>1</sup> DIN EN 1998-1 Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten. Berlin: Beuth Verlag, 2010.
- <sup>2</sup> DIN EN 1998-1/NA: Nationaler Anhang zum Eurocode 8 – Teil 1. Berlin: Beuth Verlag, 2011.
- <sup>3</sup> DIN EN 1998-4: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 4: Silos, Tankbauwerke und Rohrleitungen. Berlin: Beuth Verlag, 2007.
- <sup>4</sup> Meskouris, K. und Hinzen, K.-G.: Bauwerke und Erdbeben. Wiesbaden: Vieweg Verlag, 2003. ISBN 3-528-02574-3.
- <sup>5</sup> Petersen, Ch.: Dynamik der Baukonstruktionen. Wiesbaden: Vieweg Verlag, 1996. ISBN 3-528-08123-6.
- <sup>6</sup> Müller, G. und Groth, C.: FEM für Praktiker – Band 1: Grundlagen. Renningen: expert Verlag, 2007. ISBN 978-3-8169-2685-6.
- <sup>7</sup> Stelzmann, U., Groth, C. und Müller, G.: FEM für Praktiker – Band 2: Strukturmechanik. Renningen: expert Verlag, 2008. ISBN 978-3-8169-2842-3.
- <sup>8</sup> Schneider, G.: Erdbeben. München: Elsevier GmbH, 2004. ISBN 3-8274-1525-X.
- <sup>9</sup> Bachmann, H.: Erdbebensicherung von Bauwerken. Basel: Birkhäuser Verlag, 2002. ISBN 3-7643-6941-8.
- <sup>10</sup> Verband der TÜV e. V. (Hrsg.): AD2000 Merkblätter. [el. Dokument] Berlin: Carl Heymanns Verlag GmbH, 2007.

### Fakultät

Maschinenbau

### Projektleiter

Prof. Dr.-Ing. Claus Schliekmann  
claus.schliekmann@hs-regensburg.de

+49 941 943-5182

### Projektmitarbeiter

B. Eng. Martin Plötz

### Projektträger

HS.R

### Kooperationspartner

Krones AG

### Projektlaufzeit

Mai 2011 – Juli 2011



# BERÜHRUNGSLOSE MESSUNG DER STEIFIGKEIT: ANWENDUNG EINER METHODE AUS DER MASCHINENDYNAMIK AUF EINE FRAGESTELLUNG AUS DEM „TISSUE ENGINEERING“

M. Kaspar, Hochschule Regensburg, FK Maschinenbau, Regensburg  
 M. Hönicka, Klinikum der Universität Regensburg, Klinik für Herz-, Thorax- und herznahe Gefäßchirurgie, Regensburg  
 Universitätsklinikum Ulm, Klinik für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie, Ulm  
 S. Schrammel, Hochschule Regensburg, FK Maschinenbau, Regensburg

56

Kann bei einem Patienten nach einem Herzinfarkt kein körpereigenes Gefäß als Bypass eingesetzt werden, z. B. durch Varikosis (Krampfadern), soll dieser als Ersatz eine biokom-

patible Gefäßprothese erhalten. Hier hat sich das Projekt „DFG-Viskografr“ das Ziel gesetzt, eine Nabelschnurvene so zu verändern, dass diese als geeigneter Bypass dient.

## METHODEN, WIRKSTOFFE, UND MATERIALIEN

Während der Versuchszeit von 120-Minuten, wird die Nabelschnurvene in Schwingung versetzt. Mit einem Laser wird die Schwingung erfasst und die Übertragungsfunktion ermittelt. Durch den Einsatz von Enzymen werden spezielle Proteine in der Vene abgebaut, was dazu führt, dass sich die Steifigkeit der Venen reduziert. Nach einer Nullmessung werden alle 10 Minuten die Messdaten erfasst und gespeichert. Dadurch lässt sich später die prozentuale Frequenzverschiebung berechnen.

Obwohl eine Nabelschnurvene kein lineares Verhalten aufweist, wird ein linearer Ansatz mehrerer Differentialgleichungen zweiter Ordnung angesetzt. Mit dieser Vereinfachung, dass sich die Vene wie ein Feder-Masse-Dämpfer-System verhält, kann diese durch die Eigenkreisfrequenz und Dämpfung charakterisiert werden. Mit diesen Systemparametern ist es möglich, eine Vorhersage über die Ergebnisse des Frequenzverlaufes zu treffen. Zieht man die Gleichung für die Eigenkreisfrequenz heran, ist folgendes zu erwarten. Da die Steifigkeit reduziert und die Masse als konstant angesehen wird, sollte sich die Ausgangseigenkreisfrequenz bis zum Versuchsende zu kleineren Bereichen verschieben.

## ANREGUNG

Angeregt wird die Nabelschnurvene mit einem Linearmotor basierend auf einen elektromagnetischen Direktantrieb. Ein dynamischer Signalanalysator gibt dem Motor ein spezielles Erregersignal vor. Als besonders geeignetes Signal erwies sich bei den Vorversuchen ein bandbegrenztetes weißes Rauschen. Dieses Signal ist am schonendsten für die Nabelschnurvene, da sie nicht dauerhaft in ihrer Eigenfrequenz schwingt und somit nicht übermäßig beansprucht wird. Das Leitungssystem aus Kunststoffschläuchen, Nabelschnurvene, Glasleitungen und einer Hamilton-Spritze, ist mit dem Läufer verbunden. Es befindet sich ein Fluid im Leitungssystem, das vom Läufer des Linearmotors in Bewegung versetzt wird und die Vene zum Schwingen anregt. Mittels eines optischen Abstandssensors nach dem Prinzip der Lasertriangulation wird die Schwingung der Vene erfasst. (Abbildung 1).

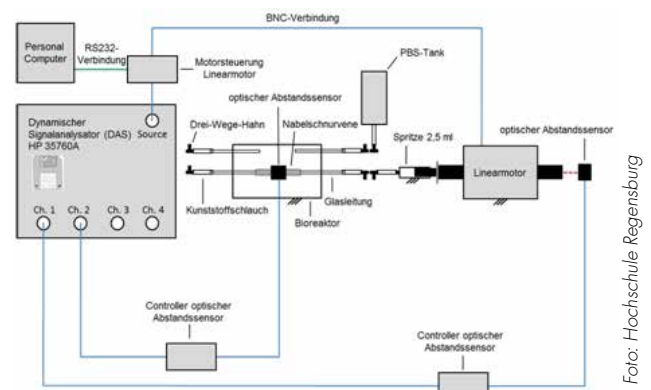


Foto: Hochschule Regensburg

Abb. 1: Schematischer Aufbau der Versuchsanlage zur berührungslosen Bestimmung der Steifigkeit

## PROTEOLYSE

Die Messung der Steifigkeitserhöhung würde einen enormen Aufwand bedeuten. Anstelle einer einfachen Salzlösung wäre eine spezielle Nährlösung notwendig gewesen, um die Nabelschnurvene zu versorgen. Weiterhin wäre ein vollständig steriler Betrieb der Messanlage notwendig gewesen. Außerdem dauert eine Steifigkeitszunahme sehr lange, was bedeutet, dass sich die Eigenfrequenzen nur sehr langsam verschieben. Eine Probenreihe in einer vernünftigen Zeit zu bearbeiten, wäre nicht zu realisieren gewesen. Da eine Steifigkeitsreduzierung leichter durchzuführen ist, setzte man auf das Verfahren der Proteolyse. Dieses wurde schon erfolgreich zur Analyse der biomechanischen Funktion der unterschiedlichen Strukturproteine in Blutgefäßen angewendet. Besteht die Möglichkeit, eine Verschlechterung der Steifigkeit mit diesem Versuchsaufbau zu erfassen, kann auch mit großer Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden, eine Steifigkeitserhöhung festhalten zu können.

Proteolyse ist ganz allgemein die hydrolytische Spaltung von Proteinen. Die beiden Strukturproteine Kollagen und Elastin sollen in getrennten Versuchsreihen mit Hilfe von Enzymen abgebaut werden. Hierbei wird Steifigkeit umso mehr reduziert, je länger die Versuchszeit andauert.

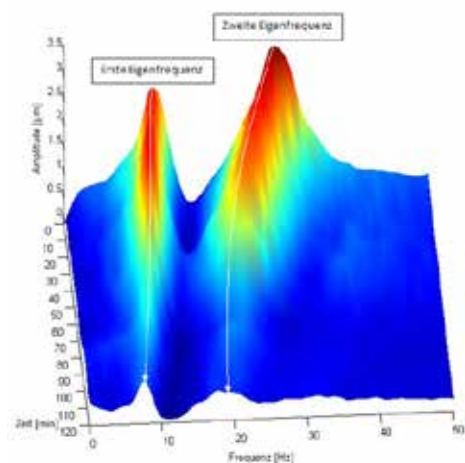


Abb. 2: Darstellung der Frequenzverschiebung der Vene 4391

Foto: Hochschule Regensburg

## ERGEBNISSE

Die Verarbeitung der gewonnenen Daten aus einem Versuch wird anhand einer Beispielvene gezeigt (Abbildung 2). Auf der x-Achse ist die Zeit in Minuten, auf der y-Achse die Frequenz in Hertz und auf der z-Achse die Amplitude in Mikrometer aufgetragen. Zu jeder Nabelschnurvene wurde außerdem der prozentuale Frequenzverlauf ermittelt. Um eine Aussage über die Ähnlichkeit der Frequenzverläufe der zu einer Messreihe gehörenden Nabelschnurvenen treffen zu können, sind die prozentualen Frequenzen gemittelt und die Standardabweichung bestimmt worden. Das Ergebnis einer solchen Vorgehensweise, ist in Abbildung 3 als Beispiel für alle nativen Nabelschnurvenen dargestellt.

## DISKUSSION

Nach der Auswertung aller Ergebnisse hat es sich gezeigt, dass bei 94 % der untersuchten Nabelschnurvenen eine Verschiebung der Eigenfrequenz aufgezeichnet werden konnte. Die nicht veränderte Ausgangsfrequenz bei den restlichen Venen kann folgendermaßen erklärt werden. Während der Versuchszeit war es aus biologischen Gründen dem Enzym nicht möglich, seine volle Wirkung zu entfalten. Würden die gemessenen Eigenfrequenzen vom Versuchsaufbau stammen, z. B. Schwingung des Bioreaktors, dann müssten diese Frequenzen sehr wahrscheinlich auch bei anderen Venen zu finden sein. Da dies aber nicht der Fall ist, kann festgehalten werden, dass das berührungslose Messverfahren mit einem optischen Abstandssensor funktioniert und sehr gute Ergebnisse geliefert hat. Die Frequenzverläufe der Ergebnisse aus MATLAB stimmen grundlegend mit den Erwartungen der Systemtheorie überein. Trotzdem bleibt anzumerken, dass die Resultate an manchen Stellen nur damit erklärt werden können, indem es sich bei der Nabelschnurvene um ein

nichtlineares System handelt. Das bestätigt die bereits vor den Versuchen getroffene Annahme einer Nichtlinearität.

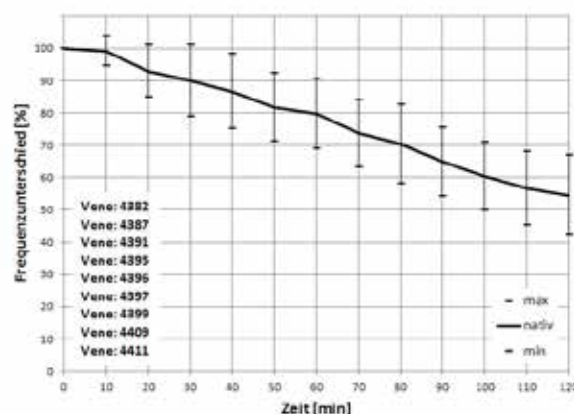


Abb. 3: Prozentualer Frequenzverlauf aller nativen Nabelschnurvenen (Elastase)

Foto: Hochschule Regensburg

## ZUSAMMENFASSUNG

Aufgrund der Erkenntnisse der Versuchsdurchführung ist eine Automatisierung des Versuches durchgeführt worden. Dies war ein wichtiger Schritt, um dieses Verfahren in Perfusionsbioreaktoren einzubinden und somit den aktuellen Zustand der Gefäßprothese zu bestimmen. Aus den so gewonnenen Erkenntnissen der biomechanischen Parameter kann eine aktuelle und individuelle Anpassung der regelungstechnischen Parameter für die Prozessregelung ermittelt werden. Weiterhin besteht jetzt die Möglichkeit die mechanischen Stimulationssignale individuell auf den Fortschritt der Gefäßkonditionierung anzupassen.

### Fakultät

Maschinenbau

### Projektleiter

Prof. Dr. J. Hammer, Prof. Dr. D. Liepsch und Prof. Dr. D. Birnbaum

### Projektmitarbeiter

Dr. M. Hönicka, M.Eng. S. Schrammel

### Betreuer der Bachelorarbeit

Prof. Dr. M. Wagner

### Projektträger

Deutsche Forschungsgemeinschaft

### Kooperationspartner

Klinikum der Universität Regensburg und Hochschule München

### Projektlaufzeit

3 Jahre

### Weitere Informationen:

[www.hs-regensburg.de](http://www.hs-regensburg.de)

# MENSCHENORIENTIERT FÜHREN ... UND WIRTSCHAFTLICH ERFOLGREICH SEIN!

Ziel des Forschungsprojekts ist die Entwicklung eines Instrumentariums sowie eines praxisnahen Aus- und Weiterbildungssystems für Führungskräfte in sozialen Organisationen.

Im Rahmen einer Praxisforschung wird untersucht, dass mit Hilfe innovativer Ansätze und Instrumente menschenorientiertes Führen und wirtschaftlicher Erfolg vereinbar sind.

Menschenorientierte Führung trägt maßgeblich zu wirtschaftlichem Erfolg bei.

Dafür werden mittels eines handlungsorientierten Kompetenzrasters für die jeweilige Führungspositionen verschiedene Instrumente erarbeitet, mit deren Hilfe soziale Organisationen in der Lage sind, die Weiterbildung ihrer Führungskräfte zu planen, zu organisieren, durchzuführen und zu evaluieren. Die Kompetenzen und Bedürfnisse der Führungspersonen stehen hierbei immer im Vordergrund und werden mithilfe von persönlichen Lern- und Arbeitsinstrumenten entsprechend berücksichtigt.

Die theoretische Grundlage für die Grundsätze menschenorientierter Führung ist ein von Prof. Dr. Enser und Frau Monika Jordan (Dipl. Soz.päd. FH, B.A. Pol. Sc. Univ.) erarbeitetes multiperspektivisches Führungsmodell. Es kann als Wegweiser für die Arbeit als Führungskraft dienen, indem es die relevanten Leitlinien für ein zeitgemäßes Führen und Leiten in sozialen Organisationen aufzeigt. Zudem arbeitet das Modell Kernkompetenzen für eine erfolgreiche Führungspersönlichkeit heraus.



Foto: Hochschule Regensburg

## FÜHRUNG IN SOZIALEN ORGANISATIONEN

Dass gerade soziale Organisationen einen hohen Unterstützungsbedarf bei der Entwicklung von Leitungs- und Führungskräften haben, zeigt ein Blick in die relevante sozialwissenschaftliche Literatur. Für die Soziale Arbeit standen lange Zeit entweder das Arbeiten im Team oder die „Autonomie des einzelnen Sozialarbeiters“ im Fokus. „Hierarchien werden als ein strukturelles Gegenstück zur [vorherrschenden] Leiterorientie-

rung der Gleichheit und der fachlichen Autonomie [der einzelnen Sozialarbeiter] wahrgenommen“ (Merchel 2010:10). Deshalb galt lange Zeit nur „das teamorientierte Managementverständnis“ als Alternative. Leitung in sozialen Organisationen wurde daher lediglich als „auf den organisatorischen Rahmen“ beschränkt verstanden (Merchel 2010: 11). Diese Sichtweise zeigt, dass sowohl Mitarbeiter als auch Führungskräfte in sozialen Organisationen fachlich und persönlich überzeugt werden müssen, dass die Führungs- und Leitungsstrukturen spezifisch auf die individuellen Sinnbedürfnisse ihrer Organisation abzustimmen sind.

## EIN WIRKSAMER FÜHRUNGSANSATZ: NUTZEN DER SELBSTORGANISATION

Organisationen sind komplexe Systeme und haben als solche die Fähigkeit, sich selbst zu organisieren und eine spontane Ordnung zu bilden. Dies bedeutet, sie erreichen dadurch eine höhere Stufe ihrer Effizienz und Effektivität. Doch Selbstorganisation kann sich in Teams und in Organisationen nur unter bestimmten Bedingungen entwickeln. Es ist Aufgabe der Führungsperson, die Rahmenbedingungen zu schaffen und Spielregeln zu erarbeiten, damit die individuellen Potenziale im Team respektive in der Organisation sich auf eine gemeinsame Zielsetzung und eine verlässliche Zusammenarbeit fokussieren können.

Die sogenannten „Flow-Prinzipien“ basieren auf Prinzipien der Selbstorganisation (Gerber/ Gruner 1999) und eignen sich als Instrument für Führungskräfte, die menschenorientiert führen wollen.

Im Forschungsprojekt wird auf Grundlage der „Flow-Prinzipien“ ein Instrumentarium für die Schulung der Führungspersonen erarbeitet, welche das kreative Potential der Selbstorganisation von sozialen Organisationen aufgreift. Dieses Instrumentarium wird bei den Workshops mit den Pilot-Organisationen ausprobiert und praxisgerecht weiterentwickelt.

## ERARBEITUNG INDIVIDUELL ZUGESCHNITTENER ENTWICKLUNGSSCHRITTE MIT FÜHRUNGSKRÄFTEN

Das Harvard Business Magazin (08/12) weist in dem Artikel „Die Erfolgsformel der Managerschulung“ ebenfalls auf die Entwicklung neuer Ansätze und Instrumente zur Schulung von Führungskräften hin. „Klassische Seminare für Manager vermitteln meist eine Kombination allgemeingültiger Führungs-

prinzipien. Dieses Vorgehen wird den individuellen Bedürfnissen der Menschen nicht gerecht“ (Seite 1). Deshalb wurde ein fünfstufiger Prozess mit dem Ziel entwickelt, die individuellen Stärken der jeweiligen Führungskräfte zu fokussieren. Mit einer „Typologie der Talente“ (Seite 70) werden den Führungskräften auf der Grundlage ihrer Stärken bestimmte Rollen und Aufgaben im Unternehmen zugewiesen.

Diese methodische Denkweise wird im Grundsatz auch in dem Forschungsprojekt „Menschenorientiert führen... und wirtschaftlich erfolgreich sein!“ angewandt, um individuell zugeschnittene Entwicklungsschritte mit Führungskräften zu erarbeiten. Erreicht werden kann dies durch handlungsorientierte Führungskompetenzen und entsprechende Instrumente, um diese nicht nur zu messen und zu beurteilen, sondern auch gezielt zu fördern und weiter zu entwickeln.

Verbindung zwischen wirtschaftlich erfolgreichem Handeln und einem wertorientierten Bewusstsein von Führungskräften  
Der Titel des Forschungsprojekts „Menschenorientiert führen... und wirtschaftlich erfolgreich sein“ weist auf einen zentralen Zusammenhang hin, dass eine menschenorientierte Führung in der Regel immer zu einem wirtschaftlichen Erfolg der sozialen Organisation führt.

Die Verbindung zwischen wirtschaftlicher Wertschöpfung und wertorientierter Führungskompetenz führt in sozialen Organisationen zu einem sogenannten „ethischen Mehrwert“ (Hemel 2005: 150).

Das bedeutet: die „persönliche Verantwortung ernst zu nehmen und vorzuleben, um neben einem wirtschaftlichen auch einen ethischen Mehrwert zu schaffen, ist für eine Kultur guter Unternehmensführung entscheidend. Sie ist der Gradmesser der Glaubwürdigkeit jeder Führung durch Ziele und Werte“ (Hemel 2005:156).

Diesen Zusammenhang zwischen Wirtschaftlichkeit und Mitarbeiterorientierung bestätigen auch andere Autoren. „Gute Führung bedeutet, sich sowohl für die Unternehmens- als auch die Mitarbeiterinteressen einzusetzen. Nachhaltig erfolgreich ist Führung nur, wenn beide Interessen auf einem hohen Niveau in der Balance sind. Um dieses Ziel erreichen zu können, braucht es vor allem eins: Glaubwürdigkeit und Konsequenz. Dies erreichen nur durch ständiges Vorleben und Einfordern menschlicher Werte“ (Kosel 2010:184).

Um sich mit diesem menschenorientierten und wirtschaftlichen Ansatz erfolgreich in sozialen Institutionen zu etablieren, ist eine enge Absprache und Orientierung an den Entscheidungsträgern der sozialen Organisation notwendig. Diese müssen entscheiden, welche Wichtigkeit bestimmte Gestaltungs- und Innovationsprozesse in der Organisation haben und in Zukunft einnehmen sollen.



Das Forschungsziel ist die Entwicklung eines Instrumentariums zur handlungsorientierten Führung und praxisnahen Aus- und Weiterbildung von Führungskräften.

Diese Instrumente wurden praxisorientiert im Jahr 2012 und 2013 in insgesamt sechs Workshops mit Pilotprojektpartnern angewandt auf die Bedürfnisse der sozialen Organisationen angepasst und auf ihre Wirksamkeit hin überprüft. Weitere Workshops zur Weiterentwicklung des Instrumentariums sind ab Herbst 2013 schon terminiert.

Mitarbeiter die sich für Führungsaufgaben qualifizieren wollen, können am ZWW ab Frühjahr 2014 ein Hochschulzertifikat erwerben.

#### Fakultät

Angewandte Sozialwissenschaften

#### Projektleiter

Prof. Dr. Markus Enser

markus.enser@hs-regensburg.de

#### Kooperationspartner

Neue Realitäten Deutschland GmbH

(Monika Jordan/Fritz Müller/Otmar Wittensöldner)

Kinderzentrum St. Vincent Regensburg

Freie Schule Lindau e. V.

#### Projeklaufzeit

01.05.2012 – 30.04.2014

#### Literatur

**Gerber Martin/Grüner Heinz (1999):** FlowTeam. Selbstorganisation in Arbeitsgruppen. CREDIT SUISSE. Die Orientierung 108. <http://www.neuerealitytaeten.ch/unsere-methoden.html>

**Harvard Business Manager (2012):** Führungskräfteentwicklung: Die Erfolgsformel der Managerschulung. Heft 8/12. Harvard Business Manager Online: Hamburg, S. 64-73.

**Hemel, Ulrich (2005):** „Wirtschaftlichen und ethischen Mehrwert schaffen – Führung mit Werten und Zielen“. In: Meier, Uto J./Sill, Bernhard (Hrsg.): Zwischen Gewissen und Gewinn. Werteorientierte Personalführung und Organisationsentwicklung. Regensburg: Verlag Friedrich Pustet, S. 144-156.

**Kosel, Marijan (2012):** Aktiv und konsequent führen. Gute Mitarbeiter sind kein Zufall. Wiesbaden: Gabler Verlag.

**Merchel, Joachim (2010):** Leiten in Einrichtungen der Sozialen Arbeit. München: Ernst Reinhardt Verlag



# WOHN(T)RÄUME IN REGENSBURG EINE QUANTITATIVE REPRÄSENTATIVBEFRAGUNG DER 60- BIS 79-JÄHRIGEN REGENSBURGER BEVÖLKERUNG ZUM THEMA „WOHNEN IM ALTER“

Monika Schmidmeier  
Irmgard Schroll-Decker

60

## WOHNEN IM ALTER

Nach Art. 69 des Gesetzes zur Ausführung der Sozialgesetze (AGSG) muss jede Kommune in Bayern ein Seniorenpolitisches Gesamtkonzept (SPGK) erarbeiten. Ziel dieses Konzeptes ist es, sich den gegebenen demografischen Herausforderungen zu stellen und daraus die entsprechenden Konsequenzen zu ziehen. Das Bayerische Staatsministerium für Arbeit und Sozialordnung, Familie und Frauen hat 2008 einen Leitfaden „Kommunale Seniorenpolitik“ vorgelegt, in dem elf Handlungsfelder für das SPGK sowie Anregungen zum methodischen Vorgehen beschrieben werden.

Die vorliegende Untersuchung beschränkt sich auf das Handlungsfeld „Wohnen zu Hause“ und tangiert einige wenige Fragen zum Bekanntheitsgrad der Informationen des Seniorenamts zur Wohnungsanpassung und Beratung.

Die Auswahl der Zielgruppe der 60- bis 79-Jährigen ergibt sich daraus, dass mit zunehmendem Alter die Wahrscheinlichkeit steigt, in einer ambulanten oder stationären Einrichtung zu leben und damit die Überschneidung zum Handlungsfeld Pflege und Betreuung zunimmt. Die Adressierung der 60-Jährigen ist dadurch motiviert, dass die Studie herausfinden wollte, inwiefern sich Menschen in dieser Altersphase präventiv mit ihren Wohnvorstellungen beschäftigen.

Die Repräsentanten und Repräsentantinnen dieser Kohorte sind die Experten und Expertinnen ihrer eigenen Situation. Deshalb wurden im Juli 2012 in einer quantitativen Querschnitterhebung rund 2.600 Regensburger/-innen per Zufallsverfahren ermittelt und mit einem achtseitigen Papierfragebogen unter Zusicherung der Anonymität um Mitwirkung gebeten. Die Befragung enthielt hauptsächlich geschlossene Fragen zur aktuellen Wohnsituation (z. B. Haushaltsgröße, Wohnverhältnis, Altersangemessenheit des Wohnraums und gegebenenfalls Schwierigkeiten im Wohnraum, Unterstützung im Alter, Zufriedenheit mit dem Wohnumfeld usw.), zu Wohnwünschen für das Alter (z. B. Wohnform, Wohnort usw.) sowie zum Grad des Informiertseins über Wohnmöglichkeiten und Beratungsangebote.

Bei den Fragen zur Zufriedenheit waren auch offene Ergänzungen möglich, welche die Antwortenden zahlreich nutzten. Ausgewertet wurden 1.074 Fragebögen (Rücklaufquote von

44 % der bereinigten Stichprobe). Die Altersgruppe der 60- bis 64-Jährigen ist gegenüber der Grundgesamtheit minimal unter, die Gruppe der 70- bis 74-Jährigen leicht überrepräsentiert. Etwas mehr Frauen als Männer haben geantwortet, die Stadtgebiete (Mitte, Norden usw.) sind nahezu ideal vertreten.

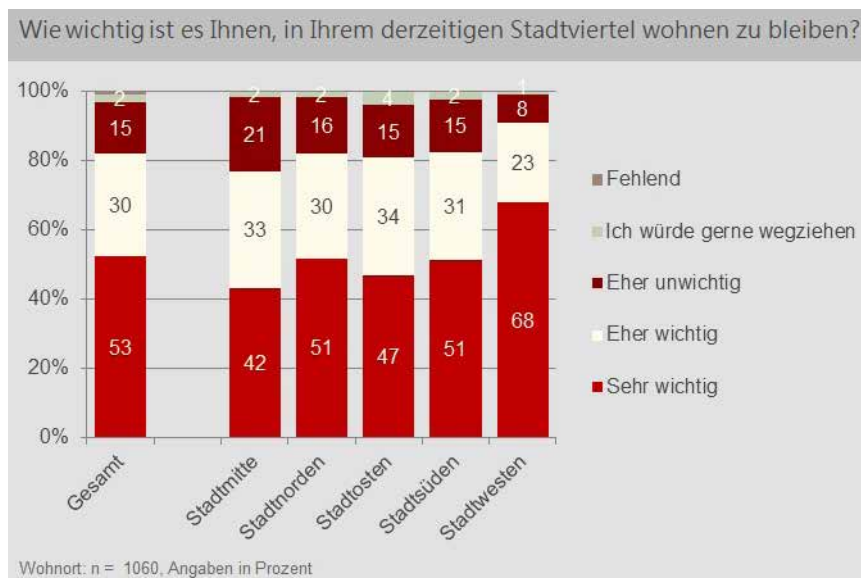
Die Befragung lieferte viele interessante und teilweise auch überraschende Ergebnisse: Ziel der Regensburger und Regensburgerinnen ist es, möglichst lange in den vertrauten Wänden (45 % Mietwohnung, 31 % eigenes Haus, 17 % Eigentumswohnung) zu verbleiben. Dafür sind sie bereit, sich aus dem familiären oder sozialen Umfeld Unterstützung bzw. ambulante professionelle Hilfen zu holen. Mehr als drei Viertel leben in einem Ein- oder Zweipersonenhaushalt. Rund einem Fünftel der Senioren bereitet die aktuelle Wohnsituation



Schwierigkeiten, die verbleibenden ca. 80 % kommen noch gut zurecht. Schwellen, Treppen und enge Räume sind die Haupthindernisse, vor allem wenn Mobilitätshilfen erforderlich sind. Bei einer durchschnittlichen Wohndauer im Stadtviertel von 32 Jahren wird dem Wohnumfeld eine sehr große Bedeutung beigemessen, selbst dann, wenn zugleich Beschwerden (z. B. Lärm, als unzureichend empfundene Verkehrsanbindung) geäußert werden.

## WOHNWÜNSCHE IM ALTER

Da nur jeder neunte Wohnraum nach Angaben der Befragten barrierefrei ist, beziehen sich viele Anregungen auf die Umgestaltung der Wohnung bzw. des Wohnobjekts, um einem Umzug in eine stationäre Wohnform nur als ultima ratio zustimmen zu müssen. Die Barrierefreiheit ist der Indikator, ob jemand wunschgemäß wohnt und mit der Wohnsituation zufrieden ist. Wohneigentümer leben tendenziell häufiger al-



ternsgeeignet als Mieter. Vermutet werden kann, dass Wohneigentümer (insbesondere diejenigen, die älter als 70 Jahre sind) in Folge ihrer Auseinandersetzung mit der Wohnsituation im Alter bereits Vorkehrungen getroffen haben – und auch über die entsprechenden finanziellen Mittel verfügen, sich Wohnwünsche realisieren zu können (Eigentümer haben rund 2,5-mal so häufig die notwendigen Ressourcen), während die Bewohner und Bewohnerinnen, die in Altbauten der Stadtmitte leben, seltener ihrer Wunschvorstellung gemäß leben.

Die Zufriedenheit mit der Wohnsituation wird auch davon genährt, dass die Wohnung dem aktuellen Bedarf entspricht, Zugang ins Grüne bietet, verkehrstechnisch gut angebunden ist, die Versorgung des täglichen Bedarfs in unmittelbarer Nähe getätigt werden können und eine gute nachbarschaftliche Infrastruktur bzw. Familienangehörige im Umfeld vorhanden sind. Zum Zeitpunkt der Befragung nutzen 96 % der Befragten noch keine professionellen Hilfsangebote (z. B. Menüdienst, Fahr- und Bringdienst, Hausnotruf, ambulanter Pflegedienst); die Häufigkeit nimmt mit steigendem Alter zu und damit auch Unzufriedenheit mit der Situation und Sorge um die Zukunft. Befragte, die sich schon Gedanken über das Wohnen im Alter gemacht haben (65 % haben sich Gedanken gemacht, 12 % denken aktuell darüber nach), ziehen deutlich mehr Alternativen (z. B. ausländische Haushaltshilfe, betreutes Wohnen, Wohnen für Hilfe, Hausgemeinschaften, Wohnkonzepte für Jung und Alt im Quartier) in Betracht als solche, die sich bisher nicht damit beschäftigten bzw. wenig Wohnformen kennen.

Die Nähe zum sozialen Umfeld wird wiederum präferiert. Je

jünger die Befragten sind, desto weniger können sie sich ein Wohnen in einem Alten- oder Pflegeheim vorstellen und desto offener sind sie für neue Wohnformen, wobei das Zusammenwohnen mit Kindern oder Verwandten unter einem Dach generell kein favorisiertes Modell darstellt. Altersgemischten und generationenübergreifenden Wohnprojekten dagegen wird – insbesondere von den jüngeren Befragten und in den offenen Angaben – Sympathie entgegen gebracht. Auffallend ist, dass sich ein Großteil (61 %) der Befragten noch nicht zum Thema „Wohnen im Alter“ informiert hat und ungefähr die Hälfte nicht weiß, wo Informationen eingeholt werden können.

Nahezu ähnlich hoch (59 %) ist der Anteil derer, die noch nicht mit technischen Unterstützungsmöglichkeiten (AAL) vertraut sind. Mit ihrer Situation Unzufriedene und Besitzer von Wohneigentum holten dabei bisher mehr Informationen ein.

Die Ergebnisse der Studie enthalten zahlreiche Hinweise darauf, wo Handlungsbedarf zu vermuten ist. So sind bezahlbare barrierearme bzw. barrierefreie Wohnungen ein zentrales Anliegen der Befragten. Daneben ist die bei den jüngeren Befragten nachgewiesene Offenheit für neue Wohnformen im Alter als Chance zu sehen. Aufzugreifen wäre auch die geringe Vorinformation der Befragten. Die Untersuchungsergebnisse werden ergänzt um weitere Ergebnisse zu den wohnortnahen gesellschaftlichen Teilhabemöglichkeiten und auf freiwilliger Basis erbrachten Dienste für die alternde Bevölkerung in Regensburg.

#### Fakultät

Angewandte Sozialwissenschaften

#### Projektleiter

Prof. Dr. Irmgard Schroll-Decker

#### Projektmitarbeiter

Monika Schmidmeier, B.A.

+49 941 943 1091

#### Finanzierung

Stadt Regensburg, Senioren- und Stiftungsamt

#### Kooperationspartner

Stadt Regensburg, Seniorenamt und Amt für Stadtentwicklung, Abteilung Statistik

#### Projektlaufzeit

Mai 2012 bis Dezember 2012

# PROJEKT „INTEGRATIONSBERICHT UND INTEGRATIONSKONZEPT FÜR REGENSBURG“

Sonja Haug  
Verena Gelfert  
Matthias Vernim

Im März 2012 begann ein zweijähriges Forschungsprojekt in der Hochschule Regensburg, in dem ein Integrationsbericht und ein Integrationskonzept für die Stadt Regensburg erarbeitet werden. Unterschiedliche Methoden der empirischen

Sozialforschung werden angewendet, um die Situation von Menschen mit Migrationshintergrund zu beschreiben und die kommunalen Integrationsangebote zu verbessern. Das Projekt wird vom Europäischen Integrationsfonds (EIF) gefördert.

## ES WERDEN DREI ZENTRALE ZIELSETZUNGEN VERFOLGT.

### 1. Erstellung eines Integrationsberichts

Um eine solide zahlenmäßige Bestandsaufnahme und Bedarfsermittlung im Bereich der Integration durchführen zu können, wird ein sogenanntes Integrationsmonitoring entwickelt. Dabei werden Personen ohne und mit Migrationshintergrund anhand von Indikatoren verglichen. In Regensburg leben 14.716 ausländische Staatsangehörige, knapp 10 % der Bevölkerung (Stand 2010, Statistisches Jahrbuch der Stadt Regensburg 2011). Der Anteil der Menschen mit Migrationshintergrund liegt voraussichtlich weit höher (nach ersten Ergebnissen bei 30 %). Diese Gruppe umfasst nicht nur alle ausländischen Staatsangehörigen und Zuwanderer der ersten Generation, sondern auch deren in Deutschland geborene Nachkommen (zweite Generation). Auch Aussiedler und Eingebürgerte sowie deren Kinder haben einen Migrationshintergrund. Die Schwierigkeit besteht darin, anhand der erfassten Merkmale, z. B. dem Geburtsort, den Migrationshintergrund zu erschließen.

Ein erstes Teilziel des Projektes besteht darin, die Zahl der Personen mit Migrationshintergrund in Regensburg zu ermitteln. Dabei wird eng mit der Abteilung Statistik der Stadt Regensburg zusammengearbeitet, die diese mit Hilfe eines speziell an den Regensburger Datenbestand angepassten Verfahrens feststellen.

Anschließend wird der Integrationsbedarf einzelner Migrantengruppen evaluiert. Hierbei liegt ein Fokus auf den strukturellen Integrationsindikatoren, wie beispielsweise Bildungsniveau, Erwerbstätigkeit oder Wohnsituation. Dazu werden die verfügbaren amtlichen Daten der Stadt Regensburg, der Schulen oder der Bundesagentur für Arbeit, ausgewertet.

Auch die Daten der Hochschule und Universität Regensburg werden einbezogen. Ein Integrationsziel besteht in der Bildungsbeteiligung der „zweiten Zuwanderergeneration“. Ein Integrationsindikator ist hierbei der Anteil der Bildungsinländer, d. h. der ausländischen Studierenden, die die Hochschulzugangsberechtigung in Deutschland erworben haben. Der Anteil ist leicht steigend und an der Hochschule etwas höher als an der Universität.

Durch die Auswertung der unterschiedlichen Daten kann der zielgruppenspezifische Bedarf für Integrationsmaßnahmen besser als bisher festgestellt werden. Zu vielen integrationsrelevanten Themen werden jedoch keine amtlichen Daten erhoben. Beispiele dafür sind im Bereich der sprachlichen Integration die Deutschkenntnisse oder im Bereich der sozialen Integration die Mitgliedschaft in Vereinen. Andere Aspekte sind im Ausland erworbene Qualifikationen und deren Anerkennung in Deutschland. Um diese Integrationsindikatoren zu erheben, wird eine schriftliche Befragung mit einem Stichprobenumfang von 8.000 durchgeführt. Die Dateneingabe und statistische Auswertung erfolgt mit Unterstützung studentischer Hilfskräfte in der Hochschule.

Der Integrationsbericht zeigt den Integrationsbedarf der Zielgruppen auf und kann, sofern er zukünftig fortgeführt wird, Veränderungen im Zeitverlauf abbilden.

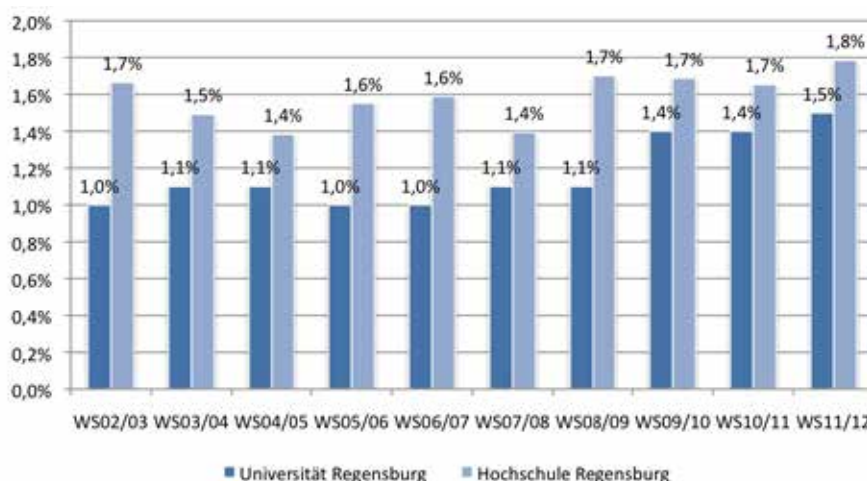


Abbildung 1: Anteil der Bildungsinländer unter den Studierenden

Datenquelle: Studierendenstatistik der Universität und der Hochschule Regensburg (eigene Berechnung)

## 2. Entwurf eines Integrationskonzepts

Im Mittelpunkt der Anstrengungen zur Entwicklung eines umfassenden Integrationskonzepts und -leitbilds steht die bestehende, reale Regensburger „Integrationslandschaft“ mit ihren Stärken und Herausforderungen. Damit verteilte Ressourcen in unterschiedlichen Handlungsfeldern zusammengeführt, Ansatzpunkte für notwendige Veränderungen erkannt und Umsetzungsstrategien entwickelt werden können, ist es wichtig, Aussagen zu vorhandenen Kompetenzen und ungenutzten Ressourcen zu treffen. Die Erfahrungen der vielen Akteure in den unterschiedlichen Arbeitsfeldern sind von zentraler Bedeutung und sollen in das Konzept einfließen. Der Handlungsbedarf im Stadtgebiet soll fundiert eruiert, Zielvorstellungen formuliert und Lösungswege aufgezeigt werden. Dazu werden zahlreiche Experteninterviews durchgeführt. Ein wesentlicher Teil der Projektarbeiten besteht in der Auswertung dieser qualitativen Interviews. Ziel ist es, Strukturen zu bilden, um Integration zu fördern und nachhaltig abzusichern. Andere Städte, die sich in den vergangenen Jahren überzeugend um eine konzeptgeleitete Integrationspolitik und -arbeit bemüht haben, dienen dabei als Vorbild. Hierzu wird eine Übersicht erstellt. Die Konzeption zielt darauf ab, Zusammenarbeit zwischen unterschiedlichen Akteuren in Regensburg zu optimieren. Dazu fand ein partizipatives Verfahren statt, an dem sich Interessierte beteiligen konnten.



Foto: Feistl

Abbildung 2: Erarbeitung von Leitzielen zum Integrationskonzept im Rahmen von Workshops

## 3. Planungsgrundlage für die „Integrationsstelle“ der Stadt Regensburg

Um die kommunalen Integrationsangebote zielgruppenspezifisch anzupassen, werden konkrete Bedarfserhebungen durchgeführt. Zwei zentrale Bausteine der Integration in Regensburg stellen die Beratung für erwachsene Migranten sowie die Durchführung der bundesweiten Integrationskurse dar. Beide Elemente der Integrationsförderung sind Teil der Integrationsförderpolitik des Bundes.

Die städtische Migrationsberatungsstelle wirkt als Anlaufstelle für viele Migrantinnen und Migranten, berät und vermittelt bei

Bedarf an Fachstellen. Die Integrationskurse, von städtischer Seite durch die Volkshochschule angeboten, beinhalten einen Deutschkurs und einen Orientierungskurs.

Anhand von Befragungen von Klienten in der Beratungsstelle, von Teilnehmenden in Integrationskursen sowie auch von Lehrkräften sollen empirische Erkenntnisse über die Passgenauigkeit der Angebote gewonnen werden. Mit den Ergebnissen soll sichergestellt werden, dass die Integrationsmaßnahmen vor Ort zukünftig noch besser und zielgruppenspezifischer adressiert werden können.

## ORGANISATION

Die Projektkooperation der Stadt Regensburg und der Hochschule Regensburg wird gefördert vom Europäischen Integrationsfonds (EIF). Neben der wissenschaftlichen Projektleiterin Prof. Dr. Sonja Haug werden für die Projektlaufzeit an der Hochschule die Projektmitarbeiterin Verena Gelfert, Dipl. Soz.-Päd. (FH), M.A., im Aufgabenbereich Integrationskonzept und der Projektmitarbeiter Matthias Vernim, B.A. Soziale Arbeit, M.A., im Aufgabenbereich Integrationsbericht beschäftigt. Daneben sind eine Reihe von studentischen Hilfskräften involviert. Die Stadt Regensburg richtet unterdessen eine neue zentrale Integrationsstelle unter der Leitung von Andreas Reindl ein.

## ZUSAMMENFASSUNG

Das vom Europäischen Integrationsfonds geförderte Forschungsprojekt „Integrationsbericht und Integrationskonzept für Regensburg“ beruht auf einer Kooperation der Hochschule Regensburg und der Stadt Regensburg. Es zielt auf die Erstellung eines Integrationsberichts, die Erarbeitung eines Integrationskonzepts und einer Planungsgrundlage für die städtische Integrationsstelle ab. Dabei werden der Stand der Integration und die Integrationslandschaft in Regensburg aus unterschiedlichen Perspektiven erforscht. So werden amtliche Daten ausgewertet, eine postalische Befragung von mit und ohne Migrationshintergrund sowie Experteninterviews und Befragungen von Teilnehmenden in Integrationskursen und von Lehrkräften durchgeführt.

### Kompetenzzentrum

Institut für Sozialforschung und Technikfolgenabschätzung (IST)

### Projektleiter

Prof. Dr. phil. habil. Sonja Haug

Fakultät Angewandte Sozialwissenschaften, Institut für Sozialforschung und Technikfolgenabschätzung (IST)

### Projektlaufzeit

01.03.2012 – 28.02.2014

### Weitere Informationen

[www.hs-regensburg.de/ibik](http://www.hs-regensburg.de/ibik)



Die folgenden Inserenten haben mit ihrer Anzeige die kostenlose Verteilung dieser Broschüre ermöglicht.

Automatisierung	
Innoak Robotics .....	34
Bauunternehmen / Bauträger	
Klebl Baulogistik .....	16
Max Bögl Bauunternehmung .....	3
Blechverarbeitung	
LÄPPLE Blechverarbeitung .....	3
Büroeinrichtung	
Richthammer Bürosysteme .....	U2
RaumConcept Büro- und Objekt-Einrichtungs-GmbH .....	U2
Digitale Kopier-/Druck-Systeme	
Richthammer Bürosysteme .....	U2
Elektrotechnik	
Bürklin Elektronik .....	U4
Energierversorgung	
REWAG Regensburger Energie- und Wasserversorgung .....	2
Industriebetriebe / Industrieunternehmen	
AMITRONICS Angewandte Mikromechatronik .....	U2
BMW .....	7
Bürklin Elektronik .....	U4
Continental Automotive .....	U3
emz-Hanauer .....	20
FERCHAU Engineering .....	20
Gigatronik Stuttgart .....	24
HOERBIGER Micro Fluid .....	8
K+B E-Tech .....	16
LÄPPLE Blechverarbeitung .....	3
MICRO-EPSILON MESSTECHNIK .....	18
MR Maschinenfabrik Reinhausen .....	10
STW Sensor-Technik Wiedemann .....	18
SCHERDEL .....	34
SCHOTT .....	40
IT-Technik	
Infineon Technologies .....	8
Kommunikation	
ti communication .....	26
Leichtbau	
LÄPPLE Blechverarbeitung .....	3
Marketing	
MEILLERGHF .....	23
Maschinenbau	
ARGES .....	28
Mechatronikentwicklung	
Innok Robotics .....	34
Möbel	
RaumConcept Büro- und Objekt-Einrichtungs-GmbH .....	U2
Richthammer Bürosysteme .....	U2
Rechtsanwälte / Rechtsanwältinnen	
von Düsterlo - Rothammer & Partner .....	24
LangPatent Anwaltskanzlei .....	26
Steuerberatung	
von Düsterlo - Rothammer & Partner .....	24
Verkehrsbetriebe	
RVV Regensburger Verkehrsverbund .....	17
Wasserversorgung	
REWAG Regensburger Energie- und Wasserversorgung .....	2
Werbeagenturen / Webdesign	
MEILLERGHF .....	23
Wirtschaftsförderung	
Bayerische Patentallianz .....	26
TechCampus Regensburg, Stadt Regensburg .....	U2

U=Umschlagseite

Unsere Unternehmen finden Sie auch im Internet unter:

[www.unternehmen-regensburg.de](http://www.unternehmen-regensburg.de)

Die Onlineversion des Forschungsberichtes finden Sie unter:

[www.hs-regensburg-forschungsbericht.proaktiv.de](http://www.hs-regensburg-forschungsbericht.proaktiv.de)

## IMPRESSUM

### Konzept und Betreuung

inixmedia Bayern GmbH  
Geschäftsführer: Maurizio Tassillo  
Redaktionsleitung: Dr. Anja Wenn  
Kronacher Straße 41  
96052 Bamberg  
Telefon 0951 / 700 869-0  
Fax 0951 / 700 869-20  
Mail bayern@inixmedia.de

### Herausgeber

inixmedia GmbH  
Marketing & Medienberatung  
HRB 5629, Kiel  
Geschäftsführer: Thorsten Drewitz,  
Maurizio Tassillo  
Liesenhörnweg 13  
24222 Schwentinental  
Telefon 0431 / 66 848-60  
Fax 0431 / 66 848-70  
Mail info@inixmedia.de  
Web www.inixmedia.de

Im Auftrag der Hochschule  
Regensburg, Ausgabe 2013

Redaktion Verlag: Dr. Anja Wenn  
Lektorat Verlag: Lea Gutscher  
Redaktion Hochschule Regensburg:  
Maximilian Rappl, Institut für  
Angewandte Forschung und  
Wirtschaftskooperation (IAFW)  
Anzeigenberatung:  
Thomas Deindörfer  
Layout/Satz: Caroline Strobel  
Druck: KESSLER Druck + Medien  
GmbH & Co.KG, Bobingen, PN 876

Text, Umschlaggestaltung, Art und  
Anordnung des Inhalts sind urheber-  
rechtlich geschützt. Nachdruck –  
auch auszugsweise – nicht gestattet.

# Kluge Köpfe gesucht...

... für Praktika, Abschlussarbeiten und Festanstellungen.



Are you automotive-motivated?

Welcome to Regensburg!

[www.continental-karriere.de](http://www.continental-karriere.de)

[www.facebook.com/ContinentalKarriere](https://www.facebook.com/ContinentalKarriere)

**Continental** 

# MIT BÜRKLIN ELEKTRONIK AUF PLATZ EINS!



Foto: © FSC, Kroeger

## schnell · zuverlässig · professionell

Dafür steht nicht nur Bürklin Elektronik, sondern auch die Teams Dynamics e.V. und Regenics e.V. Deshalb sind sie für uns die idealen Kooperationspartner, die wir gerne mit Produkten aus unserem hochwertigen Sortiment unterstützen. Unsere Kunden aus Industrie, Forschung und Entwicklung sowie Kleinserie vertrauen nunmehr seit fast 60 Jahren darauf.

Bürklin Elektronik gratuliert dem Team Dynamics e.V. der UAS Regensburg zum Sieg im FSC Acceleration der Formula Student Germany in Hockenheim 2013.

**Bürklin**  
DIE GANZE ELEKTRONIK