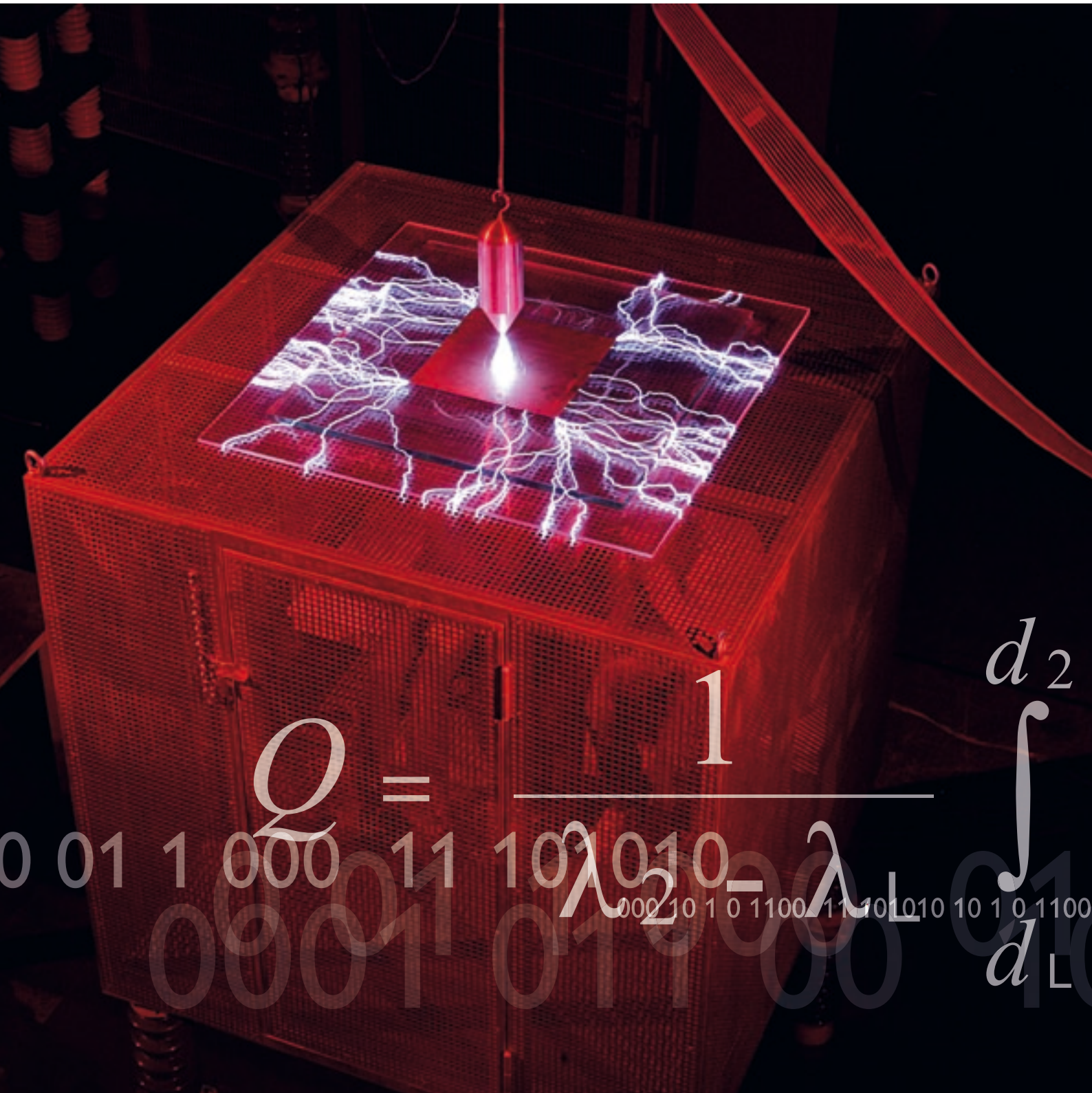




# Forschungsbericht 2007





Alles eine Frage  
der Technik.

Aus einfacher **Zeitarbeit**  
hat sich eine  
**Palette**  
**differenzierter**  
**Leistungen** entwickelt,  
die wir **unseren**  
**Kunden** anbieten!



Sprechen Sie uns an:

I. K. Hofmann GmbH  
Fackelstraße 3  
67655 Kaiserslautern

Telefon: 0631-534896-0  
Fax: 0631-3507829

info@kl.hofmann.info  
www.hofmann.info

Als Jobmanager verstehen wir uns als Bindeglied zwischen Unternehmen und Ihnen als Bewerber. Nicht nur im Bereich Luft- und Raumfahrttechnik, sondern auch in allen anderen Berufszweigen ermöglicht Hofmann Personalleasing Ihnen einen Berufseinstieg.

Zahlreiche Auszeichnungen und Qualitätspreise, über 13.000 Mitarbeiter und zahllose erfolgreiche Projekte bestätigen das hohe Qualitätsniveau unserer Arbeit.



Machen Sie sich's einfach:  
Lassen Sie uns  
die Aufgaben  
gemeinsam lösen.

# Vorwort

Die **Fachhochschule Kaiserslautern** mit ihren Studienorten Kaiserslautern, Pirmasens und Zweibrücken ist als Hochschule für angewandte Wissenschaften ein bedeutender Faktor für die Wirtschaftsentwicklung in der Pfalz und dem benachbarten Saarland. Die praxisorientierte Ausbildung der über 5.000 Studierenden, die anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung sowie die wissenschaftliche Weiterbildung werden als Kernaufgaben nicht isoliert voneinander betrachtet, sondern prägen gemeinsam das Profil der Hochschule und leben von einem intensiven Dialog mit der Wirtschaft.

Zahlreiche FuE-Projekte der Hochschule werden in enger Kooperation mit Unternehmen der Region bearbeitet. Dies gilt ebenso für öffentlich geförderte Projekte, die durch Landes- oder Bundesmittel finanziert werden. Häufig fließen aktuelle Themen in die Lehrveranstaltungen der entsprechenden Studiengänge ein oder werden im Rahmen studentischer Projekte integriert. Auf diese Weise wird sowohl ein zeitnaher Technologietransfer innovativer Entwicklungen gewährleistet als auch die Aktualität der Lehre sichergestellt.

Zudem durchlaufen alle Studierenden praktische Studienphasen in einem Unternehmen, wodurch ebenfalls zahlreiche und permanente Kontakte mit der Wirtschaft entstehen und gepflegt werden. Viele Abschlussarbeiten unterstützen das kooperierende Unternehmen in ganz konkreten Fragestellungen. Die betreuenden Professorinnen und Professoren bringen aus ihrer eigenen Berufstätigkeit vielfältige Erfahrungen mit. Sie werden zudem durch zahlreiche Lehrbeauftragte aus der Praxis

unterstützt, so dass eine Vielzahl von Personen aktiv in den Technologietransferprozess einbezogen ist. Einen wesentlichen Beitrag leisten hierzu insbesondere die fachbezogenen Transferstellen und Kompetenzzentren der Hochschule, deren Angebote sich vor allem an die mittelständische regionale Wirtschaft richten.

Technologietransfer lebt von der Vernetzung möglicher Akteure. Unsere Hochschule beteiligt sich aktiv am Wissens- und Technologietransfernetz der rheinland-pfälzischen Fachhochschulen, mit dem Ziel, die Potenziale der angewandten Forschung besser für die Wirtschaft zu erschließen und letztlich ein „Kompetenznetzwerk Rheinland-Pfalz“ aufzubauen. Gemeinsame Veranstaltungen mit den Nachbarhochschulen und den Verbänden unterstützen diese Bestrebungen.

Angewandte Forschung und Entwicklung ist eine Kernaufgabe der Fachhochschulen. In den vergangenen Jahren wurden vermehrt Anstrengungen unternommen, um diesem Anspruch gerecht zu werden. Die Kontaktstelle für Innovation, Technologie- und Wissenstransfer (ITW) der Fachhochschule Kaiserslautern bietet unterstützende Dienstleistungen bei der Kontaktvermittlung, der Projektvorbereitung oder der Antragstellung. Ein hochschulinterner Forschungsfonds ermöglicht die Anschubfinanzierung von Drittmittelprojekten. Mit der Einrichtung der drei angewandten Forschungsschwerpunkte „Integrierte Miniaturisierte Systeme“, „Zuverlässige Software-intensive Systeme“, „Nachhaltige und ökologische Produkte und Dienstleistungen“ wurden Kompetenzen der Hochschule auf Fachgebieten gebündelt, die bereits sehr



erfolgreich Projekte durchführen oder zukünftig ein besonders hohes Drittmittelpotenzial versprechen.

Dennoch sind die Rahmenbedingungen nach wie vor schwierig. Einerseits ermöglicht die ausschließlich projektgebundene Finanzierung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und damit die begrenzte zeitliche Beschäftigungsperspektive kaum eine nachhaltige Personalentwicklung, andererseits haben die Absolventen derzeit hervorragende Berufschancen in der Wirtschaft. Umso bemerkenswerter sind die Ergebnisse der Arbeiten, die sich in den Beiträgen zu diesem Forschungsbericht widerspiegeln.

Alle Forschungsergebnisse, die wir in diesem Bericht vorstellen können, basieren natürlich auf dem Engagement einzelner Personen. Mein Dank und meine Anerkennung gelten daher den beteiligten Professorinnen und Professoren, den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern unserer Hochschule sowie allen unseren Kooperationspartnern.

*Prof. Dr. Konrad Wolf*  
Vizepräsident Forschung und Lehre

# Inhalt Forschungsbericht 07

Vorwort Vizepräsident	1
<b>I. Einführung</b>	6
<b>II. Projektbeispiele aus der angewandten Forschung und Entwicklung</b>	8
<b>Integrierte miniaturisierte Systeme</b> OLIT - OLEDs für Innovative Textilien Dipl.-Ing. (FH) Christoph Kaiser; Dipl.-Ing. (FH) Steffen Weller; Prof. Dr. Konrad Wolf	8
<b>Integrierte miniaturisierte Systeme</b> Sensorschichten mit höheren Dehnungsempfindlichkeiten Dipl.-Ing. (FH) Carsten Eschenbaum, Prof. Dr. Konrad Wolf, Prof. Dr. Peter Pokrowsky	12
<b>Zuverlässige software-intensive Systeme</b> Business Driven Architecture: Vom Geschäftsprozessmodell zur Ausführung Prof. Dr. Thomas Allweyer; Prof. Dr. Jörg Hettel, Dipl.-Inf. Hans Körber, et al.	16
<b>Zuverlässige software-intensive Systeme</b> Codegenerierung mit Noninvasiver Frame-Technologie Dipl.-Inf. Hans Körber	20
<b>Betriebswirtschaft</b> Starke Aversion gegenüber Ungleichverteilungen! Prof. Dr. Marc Piazzolo	24
<b>Betriebswirtschaft</b> Gründung und Entrepreneurship bei Studierenden – Empirische Erforschung über die Ausprägung der Gründungsneigung und der Gründungsmotive von Studierenden (GEST-Studie) Prof. Dr. Walter Ruda, Prof. Dr. Thomas A. Martin, Dipl.-Betriebswirt (FH) Benjamin Danko	28
<b>Betriebswirtschaft</b> Das Controller-Berufsbild in mittelständischen Unternehmen Prof. Dr. Walter Ruda, Prof. Dr. Thomas A. Martin, Dipl.-Betriebswirt (FH) Holger Grünhagen, M.A.	32
<b>Informatik</b> Visualisierung von meteorologischen Daten Prof. Dr. Manfred Brill, Dipl.-Inf. (FH) Tobias Spies	36

**Informatik**

FHInfo – Ein modernes Hochschulportal für Mitarbeiter und Studierende  
 Prof. Dr. Bernhard Schiefer

40

**Maschinenbau**

Röntgenographische Spannungs- und Eigenspannungsanalyse an Kerbschlagbiegeproben aus Stahl  
 Prof. Dr. Joachim E. Hoffmann, Prof. Dr. Helmut Clemens

46

**Polymere**

Erhöhung der thermischen out-of-plane Leitfähigkeit von  
 polymeren Faserverbundwerkstoffen durch 3D-Gewebeverstärkung  
 Prof. Dr. Jens Schuster

50

**Beteiligung an Fachmessen**

53

**III. Personalia**

Neu an der Hochschule: Prof. Thomas Wagner

54

Forschungsfreiemester: Prof. Dr. Chistine Arend-Fuchs  
 Großhandel 2017 – Ready for Value Chain Competition

56

Konferenzbeitrag: Prof. Dr. Walter Ruda  
 Tagung und Erfahrungsaustausch in Argentinien und Brasilien

58

Konferenzbeitrag: Prof. Peter Bindseil, Prof. Dr. Kerstin Rjasanowa, Prof. Dr. Norbert Tausch  
 Internationale Konferenz in St. Petersburg

60

Veröffentlichung: Prof. Dr. Joachim E. Hoffmann et al.  
 Einfluss von Galvanikprozessparametern auf die Zustände abgeschiedener Nickel-Eisen-Schichten

64

**IV. Anhang**

Ansprechpartner und Adressen

65

Verzeichnis der Professorinnen und Professoren

66



Sie baden gerne ...

im Erfolg? Kommen Sie zu uns!



Villeroy & Boch, das ist:

*innovativer Lifestyle mit 260-jähriger Tradition; weltweit über 10.000 Mitarbeiter mit viel Engagement, Leidenschaft und Kreativität, die die Marke Villeroy & Boch zum Erfolg bringen.*

Villeroy & Boch, das können auch Sie sein:

*der „Frische Kopf“ mit neuen Ideen in einer Berufswelt mit spannenden und abwechslungsreichen Themen in allen Bereichen eines Weltkonzerns.*

*Für diese Herausforderung suchen wir:*

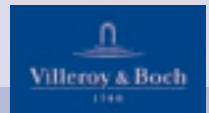
**Praktikanten,  
Diplomanden und  
Nachwuchskräfte**

Jetzt bewerben!  
Bewerbung@villeroy-boch.com  
oder  
Praktikum@villeroy-boch.com

Weitere Informationen finden Sie unter  
[www.villeroy-boch.com](http://www.villeroy-boch.com)

Schriftliche Bewerbungen an:

Villeroy & Boch AG · Corporate HR Development · Postfach 11 20 · 66688 Mettlach



- ◆ SAP-Beratung für Großunternehmen und Mittelstand
- ◆ Vorkonfigurierte Branchenlösungen auf Basis von SAP und Microsoft
- ◆ Kundenindividuelle Anpassung von SAP- und Microsoft-Lösungen
- ◆ Eigene Softwareprodukte für e-Learning, Business Intelligence und Projektsteuerung
- ◆ SAP-Rollout in mehr als 25 Länder weltweit
- ◆ Arbeitsplätze für die Praxisphase und für erfolgreiche Absolventen

Die ORBIS hat sich seit Gründung als Spin Off der Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes in 1986 zu einem international agierenden Software- und IT-Beratungshaus entwickelt. Seit 2000 wird die ORBIS AG an der Frankfurter Börse notiert.

Die SAP-Beratung umfasst sowohl alle unternehmensinternen Geschäftsprozesse von Vertrieb über Fertigung, Logistik bis zum Finanz- und Personalwesen als auch die externen kunden- und lieferantenorientierten Geschäftsabläufe (ERP, SCM, SRM, LES, PLM, CRM).

Besondere Kompetenz bietet ORBIS in den Branchen Automotive, Industrie, Handel und Konsumgüter.

International ist ORBIS durch Rollouts von SAP-Komplettlösungen bei Töchtern global agierender Unternehmen erfolgreich.

#### **ORBIS sucht qualifizierte und engagierte Mitarbeiter (m/w)!**

Jeder Einsteiger durchläuft ein Traineeprogramm: betreut durch einen Paten, arbeitet er aktiv in aktuellen Projekten – intern oder extern vor Ort beim Kunden.

ORBIS bietet ein kreatives und abwechslungsreiches Arbeitsumfeld, Freiräume für selbständiges Arbeiten und flexible Arbeitszeiten.

#### **Bewerben Sie sich für Praxisphase oder Berufseinstieg - jetzt!**

Idealerweise studieren Sie Wirtschaftsingenieurwesen, Betriebswirtschaft mit Vertiefung in Wirtschaftsinformatik, Technische Logistik oder Informatik. Für Ihren Berufsberuf sollten Sie Teamgeist, Überzeugungskraft, Flexibilität und Mobilität mitbringen. Von Vorteil sind Fremdsprachen, Kenntnisse in SAP und Programmierung, speziell sogar in ABAP.

ORBIS AG  
Nell-Breuning-Allee 3-5  
D-66115 Saarbrücken

Telefon +49 (0)6 81 / 99 24 - 134  
Telefax +49 (0)6 81 / 99 24 - 469  
eMail: [bewerbung@orbis.de](mailto:bewerbung@orbis.de)  
Web: [www.orbis.de](http://www.orbis.de)



**kompetent  
erfahren  
innovativ**

# KEIPER



KEIPER GmbH & Co. KG | Hertelsbrunnerring 2  
67657 Kaiserslautern | Tel. +49 631/4 18-14 60

Partner der Automobilindustrie

 KeiperRecaro Group

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

## Beruflich neue Wege gehen.



Sie sind oder werden Dipl.-Ing. (FH) Fahrzeugtechnik/Maschinenbau oder Elektrotechnik? Sie sind teamfähig, flexibel und haben Freude am selbständigen Arbeiten? Sicherer und freundliches Auftreten ist für Sie ebenso selbstverständlich wie fundierte Anwenderkenntnisse in Datenverarbeitung und Internet? Dann eröffnet Ihnen die KÜS eine interessante Zukunftsperspektive. Informieren Sie sich auf [www.kues.de](http://www.kues.de)



**Kraftfahrzeug-Überwachungsorganisation freiberuflicher Kfz-Sachverständiger e. V.**

Zur KÜS 1 · 66679 Losheim am See · Tel. +49 (0) 6872 9016 0 · Fax +49 (0) 6872 9016 123  
[www.kues.de](http://www.kues.de) · [info@kues.de](mailto:info@kues.de)

# Einführung

Das Jahr 2007 wurde an unserer Hochschule durch den Hochschulpakt geprägt. Nach einem weitgehenden Verzicht auf Zulassungsbeschränkungen als Folge des zwischen Bund und Land vereinbarten Abkommens gab es einen Rekord an Neueinschreibungen. Dies unterstreicht zwar in erster Linie die Attraktivität unserer Hochschule, die in ihrem Lehrangebot sowohl auf klassische Disziplinen als auch auf Spitzentechnologie setzt, stellt aber auch die Frage nach den Kapazitätsgrenzen. Eine Befragung der Erstsemester ergab als wichtigstes Motiv für die Auswahl der Hochschule, dass das Studienangebot dem Fachinteresse entspricht. Aber auch der Praxisbezug, die Ausstattung und die Betreuung durch die Hochschule spielen eine wichtige Rolle. Inzwischen ist unser Studienangebot vollständig auf die international anerkannten Bachelor- und Masterabschlüsse umgestellt.

Insgesamt betreuen ca. 140 Professorinnen und Professoren sowie zusätzliche Lehrbeauftragte aus der Wirtschaft die aktuell 5.200 Studierenden. Besonders wichtig für unsere anwendungsorientierte Ausbildung sind die Praxisphasen während des Studiums. Sie bilden auch einen Ausgangspunkt für den engen Dialog mit der Wirtschaft. Hieraus entwickelte sich u.a. das neue Studienmodell „Kooperatives Ingenieurstudium“, aber natürlich auch interessante Kooperationsprojekte, von denen einige in diesem Bericht vorgestellt werden.

Die Kontaktstelle für Innovation, Technologie- und Wissenstransfer ITW der Fachhochschule Kaiserslautern ist Anlaufstelle für Unternehmen und Institutionen, die das Know-how der Hochschule in technischen, wirtschaft-

lichen oder gestalterischen Bereichen in Anspruch nehmen möchten. Über die Kontaktvermittlung hinaus unterstützt die ITW bei der Projektbeantragung, bei der transferbezogenen Öffentlichkeitsarbeit, bei der Vernetzung mit anderen Hochschulen und Verbänden und bei der Schutzrechtssicherung von Forschungsergebnissen.

Technologietransferprozesse verlaufen auf vielfältigen Wegen, sehr viele Personen sind an unserer Hochschule einbezogen. Ein besonders effizienter Weg, innovative Entwicklungen in den Markt einzuführen, ist die Gründung von technologieorientierten Unternehmen aus der Hochschule heraus. In enger Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Kaiserslautern und in Absprache mit dem Landesministerium für Bildung, Wissenschaft, Jugend und Kultur entsteht ein hochschulübergreifendes Gründungsbüro als Anlauf- und Beratungsstelle für gründungsinteressierte Personen in den Hochschulen bzw. unter den Absolventen. Das hochschulübergreifende Modellprojekt wird aus europäischen Strukturhilfemitteln finanziert und stellt die notwendige infrastrukturelle Basis für weitere geplante Maßnahmen dar. Durch das gemeinsame Konzept sollen die unternehmerische Selbstständigkeit als berufliche Option aufgezeigt und das unternehmerische Potential an der Hochschule gehoben werden, einerseits durch die Generierung und Umsetzung von Ideen, andererseits durch die Ausbildung zu unternehmerisch denkenden Persönlichkeiten. Langfristig entsteht so ein gründungsfreundliches Klima an den beteiligten Hochschulen, das gründungswillige Menschen motiviert und unterstützt auf ihrem Weg in die berufliche Selbstständigkeit.

Die in diesem Bericht vorgestellten Projektbeispiele zeigen eindrucksvoll, wie vielfältig die bearbeiteten Themen sind. Hochschulweit wurde im Berichtsjahr an über 50 Projekten mit unterschiedlichsten Mittelgebern gearbeitet.

- Mit Förderung aus dem BMBF Programm Ingenieur Nachwuchs konnte das Projekt „Flugzeugvereisung / In-Flight Icing“ mit dreijähriger Laufzeit unter Leitung von Prof. Dr. Norbert Gilbert begonnen werden.
- Auch mit BMBF Mitteln aus dem Programm FHprofUnd startete das Projekt „OLIT – OLEDs für innovative Textilien“ als Verbundprojekt mit der Hochschule Pforzheim unter der Leitung von Prof. Dr. Konrad Wolf.
- Allein mit dem hochschulinternen Forschungsfonds konnten sechs vielversprechende Projekte angeschoben werden.
- Mit Landesmitteln sind im Berichtsjahr die beiden Angewandten Forschungsschwerpunkte „Integrierte Miniaturisierte Systeme“ und „Zuverlässige software-intensive Systeme“, das Kompetenzzentrum „Instructional Design in Technology“ sowie ein Clusterprojekt im Bereich der Hochleistungsbaustoffe gefördert worden.

Als Leuchttürme im Forschungsbereich wurden bereits 2005 vom Senat der Hochschule drei Angewandte Forschungsschwerpunkte eingerichtet:

- Integrierte Miniaturisierte Systeme IMS
- Zuverlässige Software-intensive Systeme Zusis
- Nachhaltige und ökologische Produkte und Dienstleistungen



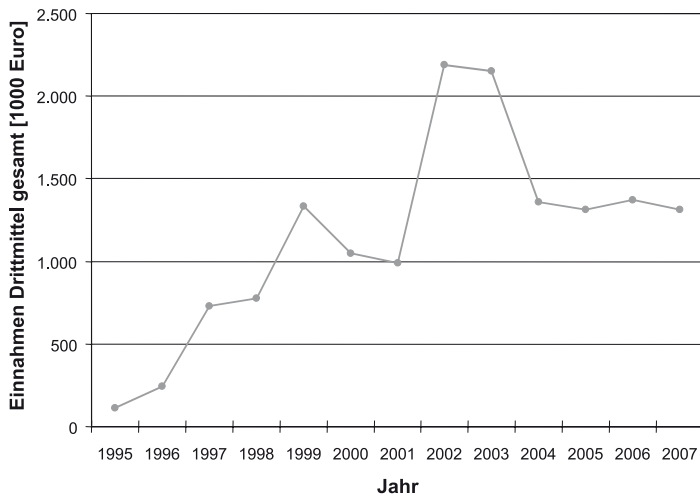


Abb. 1a: Entwicklung der Drittmittel­einnahmen seit 1995

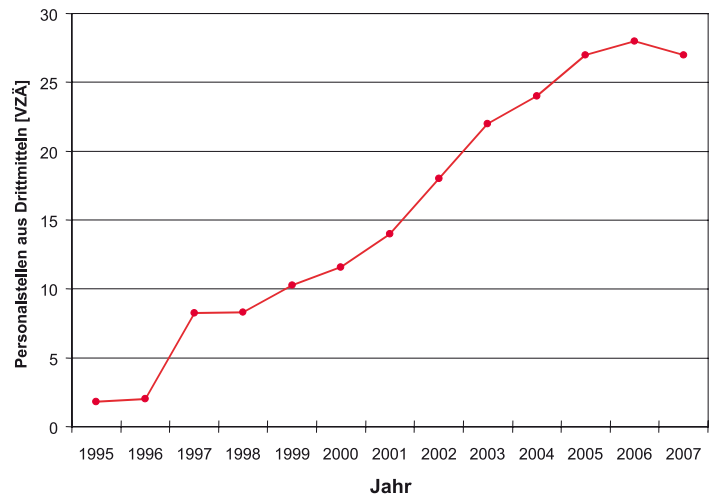
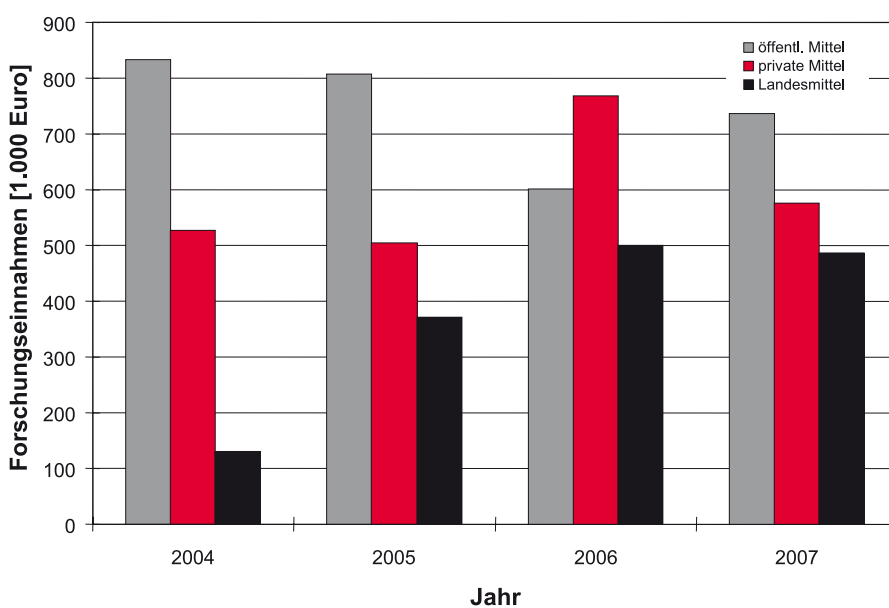


Abb. 1b: Entwicklung der über Drittmittel finanzierten Personalstellen

Abb. 2: Drittmittel­einnahmen aus dem öffentlichen und aus dem privaten Bereich sowie Zuweisungen des MBWJK für Forschungsprojekte



Als fachbereichsübergreifende Zusammenschlüsse drittmittelaktiver Professorinnen und Professoren weisen sie einen interdisziplinären Charakter auf und sind zukunftsorientiert angelegt. So soll eine Bündelung der bestehenden Kompetenzen auf Erfolg versprechende Themen erreicht werden, die der Öffentlichkeit, besonders potentiellen Kooperationspartnern, leicht vermittelt werden können. Einige Projekte werden in diesem Bericht vorgestellt.

Nach einem stetigen Anstieg in den neunziger Jahren und einem Hoch in den Jahren 2002/03 bewegen sich die Drittmittel­einnahmen der Hochschule auf konstantem Niveau bei ca. 1,3 Mio € (s. Abb. 1a). Damit konnten 2007 zusätzlich fast 30 Mitarbeiterstellen finanziert werden (s. Abb. 1b). Abb. 2 zeigt die Drittmittel­einnahmen der letzten Jahre noch einmal getrennt nach Herkunft aus dem öffentlichen Bereich bzw. aus der Wirtschaft und zusätzlich die forschungsbezogenen Zuweisungen aus dem Landesministerium für Bildung, Wissenschaft, Jugend und Kultur MBWJK.

# OLIT – OLEDs für innovative

Dipl.-Ing. (FH) Christoph Kaiser, Dipl.-Ing. (FH) Steffen Weller, Prof. Dr. Konrad Wolf

Organische Leuchtdioden „OLEDs“ haben in den vergangenen Jahren erste kommerzielle Anwendungen im Marktsegment kleinflächiger Displays (z.B. für Mobiltelefone) gefunden. Ein weit größeres Marktpotential liegt aber in einer Vielzahl von Produkten des täglichen Lebens, die mit Beleuchtung verknüpft sind.

Durch das BMBF-Verbundprojekt „OLIT“ der Fachhochschule Kaiserslautern und der Hochschule Pforzheim mit führenden Instituten der OLED-Technologie einerseits und Textilinstituten bzw. -unternehmen andererseits, wurde eine Zusammenarbeit auf den Weg gebracht, um das Know-How der OLED-Entwicklung und der Textiltechnik für innovative Textilien zusammen zu führen.

## Projektziel

Die Entwicklung von organischen Leuchtdioden konzentriert sich weltweit in erster Linie auf die Entwicklung neuartiger Displays, die als Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine ein enormes wirtschaftliches Potential haben. Aber auch die Integration der OLED-Technologie in Produkte des Berufs- und Alltagslebens bietet große Marktpotentiale, die bisher noch kaum Beachtung finden. So ist beispielsweise der Einsatz von OLEDs als Warnleuchten bei Uniformen sowie bei Sport- und Outdoor-Kleidung möglich. Darüber hinaus eröffnen sich gute Marktchancen in Gebäuden für Leuchteffekte, Anzeigen, Fluchtwegkennzeichnung, etc..

Das OLIT-Projekt zielt darauf ab, den an der Fachhochschule Kaiserslautern, Campus Zweibrücken bereits vorhandenen OLED-Herstellungsprozess zu optimieren und um neue Komponenten zu erweitern sowie die Lücke zwischen der Entwicklung der OLED-Technologie und innovativen Textilien zu schließen. Dies ist insbesondere für Textilunternehmen interessant, die sich bereits heute durch die Verbindung von Produkten der Mikrosystemtechnik und der klassischen Textiltechnik neue Marktpotentiale erschließen. In dem von der Fachhochschule Kaiserslautern gemeinsam mit der Hochschule Pforzheim durchgeführten Verbund-Projekt wird das Know-how der beiden BMBF-

geförderten Fachhochschulen und der am Netzwerk beteiligten Institute der OLED-Forschung mit der Erfahrung von Textilinstituten und Unternehmen der Textilbranche zusammengeführt.

Neben diesen unmittelbaren Projektzielen sollen die Arbeiten auch dazu dienen, das hochinnovative und mit großem Zukunftspotential verbundene Gebiet der Polymerelektronik in das Studienangebot der Fachhochschule Kaiserslautern aufnehmen zu können. Die im Rahmen des Projektes zu erarbeitenden Prozesse stellen Schlüsseltechnologien der Polymerelektronik dar: So werden im Laufe der dreijährigen Projektlaufzeit Technologien wie flexible elektronische Schaltungen und die Herstellung und Charakterisierung von organischen Solarzellen auf ihre praktische Umsetzbarkeit am Standort Zweibrücken hin untersucht.

## Bisherige Arbeiten

Der Forschungsschwerpunkt bei der Entwicklung von OLED-Herstellungsprozessen lag in der Vergangenheit weltweit auf der „small-molecule“-Technologie. Dabei werden die Quellmoleküle in einer Hochvakuum-Kammer verdampft und erreichen – ähnlich dem MBE-Verfahren („Molecular Beam Epitaxy“) – als Molekülstrahlen das Substrat. Alternativ zu diesem vergleichsweise aufwändigen und entsprechend teuren Verfahren wurden in den letzten Jahren Polymere entwickelt, die

durch wesentlich einfachere „Spin-on Prozesse“ aufgebracht werden können.

Abbildung 1 zeigt den Aufbau und das Funktionsprinzip einer PLED („Polymer Light Emitting Device“). Die leitfähige ITO-Schicht („ein Mischoxid aus Indium(III)-Oxid  $\text{In}_2\text{O}_3$  und Zinn-Oxid  $\text{SnO}_2$ “) auf einem Glassubstrat bildet zusammen mit einer Löcherinjektionsschicht aus PEDOT/PPS (Poly(3,4-ethyldioxythiophen)/Polystyrolsulfonat“) die Anode. Die Kathode wird durch eine Metallschicht (zur Zeit eine Kombination aus Aluminium und Silber) erzeugt. Das Polymermaterial bestimmt hierbei die Wellenlänge des emittierten Lichts ( $E_f$  bezeichnet die Fermi-Energie).

Zur Herstellung der lichtemittierenden Polymerschicht einer PLED durch einen Spin-on Prozess wird eine genau dosierte Menge der Quellmoleküle in einer flüssigen Lösung auf ein schnell ro-

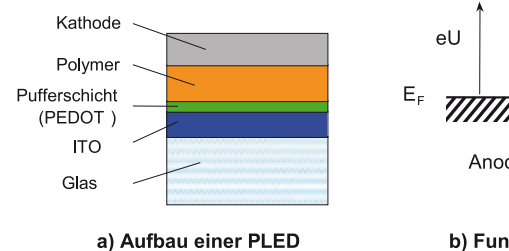


Abbildung 1: Aufbau und das Funktionsprinzip einer PLED.

# Textilien

tierendes Substrat gegeben, so dass ein dünner Film der gewünschten Dicke von ca. 100 Nanometern oder weniger entsteht. Dieses in der Mikrosystemtechnik bei Lithographie-Prozessen übliche Verfahren ist weitaus billiger und technisch einfacher als Hochvakuumprozesse. Da die verwendeten Polymere sehr empfindlich auf Sauerstoff und Feuchtigkeit reagieren, müssen allerdings die anschließenden Fertigungsschritte bis zur Verkapselung der OLED in einer Stickstoffatmosphäre stattfinden.

## Technische Arbeitsziele des Projektes

Als technisches Arbeitsziel des Projektes am Campus Zweibrücken wird der ein-

geführte OLED-Herstellungsprozess weiter entwickelt und optimiert. Insbesondere soll der Prozessablauf derart modifiziert werden, dass OLEDs auf flexiblen Substraten mittels Inkjet-Technologien hergestellt werden können.

Für Anwendungen im Textilbereich ist die Verwendung flexibler Substrate anzustreben, die sich an die textilen Stoffe anpassen. Als Materialien für flexible Substrate werden derzeit PET-Folien („Polyethylenterephthalat“) getestet, die wiederum mit einer leitfähigen Schicht versehen sind. Da Polymere hochempfindlich auf Sauerstoff und Feuchtigkeit reagieren, Kunststoffe jedoch nicht

ein sehr großes Interesse an kostengünstigen Fertigungsverfahren, die eine möglichst effiziente Nutzung der eingesetzten Materialien gewährleisten und keine zusätzlichen Strukturierungen erfordern. Dies kann mittels Inkjet-Drucktechnologien erreicht werden, wobei die Polymere mit einem modifizierten Tintenstrahldrucker auf das Substrat gedruckt werden. Derartige Drucker sind bereits auf dem Markt erhältlich. Beim Verbundpartner IAP finden Evaluationen statt, um die Verwendbarkeit verschiedener Drucksysteme zu testen.

Die Anschaffung und Inbetriebnahme eines geeigneten Inkjet-Druckers ist ei-

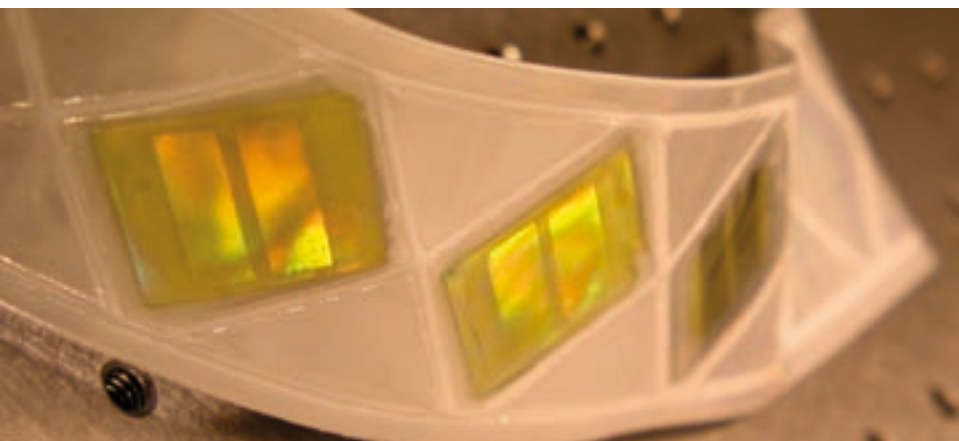
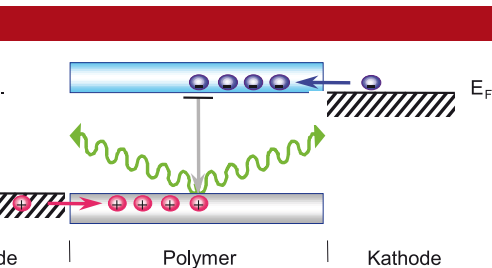


Abbildung 2: OLIT-Demonstrator für Warnlichter bei Outdoor-Kleidung (z.B. bei Uniformen)



Funktionsprinzip einer PLED

hermetisch dicht sind, muss bei der Verwendung flexibler Substrate die abschließende Verkapselung der OLEDs besonders hohe Anforderungen erfüllen.

Die dünne Schicht leuchtender Polymere wird in Zweibrücken derzeit durch Spin-on-Verfahren aufgebracht. Diese Methode führt jedoch zu einem vergleichsweise hohen Materialverlust der sehr teuren Polymere und erfordert anschließende Strukturierungsverfahren, um spezifische Leuchtmuster zu erzeugen. Daher besteht

ner der wesentlichen Meilensteine des Projektes. Damit steht zukünftig neben den Spin-on Prozessen ein weiteres Basisverfahren zur Herstellung von Schaltungen der Polymerelektronik zur Verfügung, die es ermöglicht, diese neuartige und vielversprechende Technologie sowohl in zukünftige Projekte, als auch in die Lehre der Hochschule zu integrieren. Die Einführung flexibler Substrate und die Inbetriebnahme des Inkjet-Druckers erfolgt mit Unterstützung des Lichttechnischen Instituts der Univer-

sität Karlsruhe (Prof. Dr. Lemmer) und des Fraunhofer-Instituts in Potsdam (Dr. Wedel).

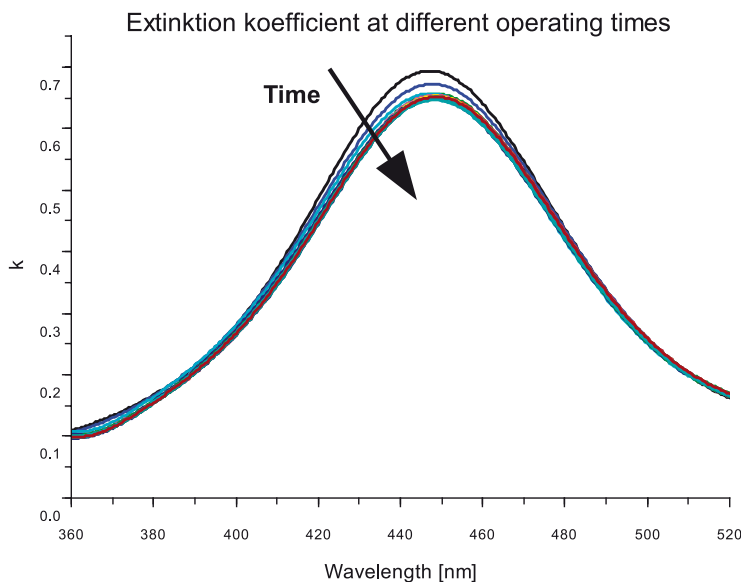
Abbildung 2 zeigt einen ersten Demonstrator mit einem starren Glas/ITO-Substrat. Hierfür wurden mehrere an der FH Zweibrücken hergestellte OLEDs (vgl. „bisherige Arbeiten“) in ein handelsübliches Reflektorband integriert. Eine typische Anwendung für ein solches Produkt könnte zum Beispiel in einer aktiven Sicherheitsbekleidung für Polizisten oder Bauarbeiter bestehen.

**Wissenschaftliche Arbeitsziele des Projektes**

Als wissenschaftliches Ziel des Projektes wird ein Beitrag zur Aufklärung der Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Belastungen und Alterungseffekten von OLEDs – gerade bei textilspezifischen Beanspruchungen – erwartet. Die Kombination physikalischer Untersuchungen bei der OLED- Herstellung (z.B. Messung von Schichtdicken, Schichtrauhigkeiten, Homogenitäten mittels REM, AFM, spektraler Ellipsometrie) und optischer Untersuchungen nach der Fertigung (Leuchtdichte, Stabilität, Homogenität, Alterungseffekte, Stromverbrauch usw.) soll in eine verbesserte Modellbeschreibung der Alterung von OLEDs bei der Anwendung in Textilien münden.

Bisher erfolgte im Rahmen einer Diplomarbeit am Campus Zweibrücken eine physikalische Charakterisierung der Einzelschichten mittels spektraler Ellipsometrie. Dieses optische Messverfahren erlaubt die Untersuchung dünner Schichten, wie sie in OLEDs vorkommen. Das Ergebnis der Messung sind nicht nur die Dicken der Schichten, sondern auch deren optisches Verhalten. Somit ist es möglich, Änderungen des Brechungsindex und der Absorptionskonstante in der aktiven Schicht, z.B. dem gelb lumineszierenden Polymer PPV, in Abhängigkeit der Betriebszeit zu vermessen. Ziel der Arbeit war es daher, Änderungen der optischen Charakteristika der emittierenden Schicht während

Abbildung 3: Abnahme des Absorptionskoeffizienten im Wellenlängenbereich von ca. 450nm nach verschiedenen Betriebszeiten (Intervalle von 5 Minuten)



des Betriebes zu bestimmen. Die so gewonnenen Resultate erlaubten einen besseren Einblick in die Alterungsvorgänge der aktiven Schicht und ermöglichten somit Rückschlüsse auf den Einfluss unterschiedlicher Parameter während der Herstellung auf die Alterung.

Es konnte festgestellt werden, dass dieses Polymer einen bandlückenspezifischen Peak im Absorptionsverhalten zwischen 360nm und 520nm Wellenlänge aufweist. Dieser flacht im Laufe des Betriebs allerdings ab. Abbildung 3 zeigt diesen Peak im Absorptionskoeffizienten nach unterschiedlichen Betriebszeiten. Hierbei wurden die Messungen in fünfminütigen Intervallen durchgeführt.

Die Änderungen der Absorptionseigenschaften lassen sich auf die Zersetzung der Moleküle in der aktiven Schicht zurückführen. Wird ein Molekül zersetzt, so verliert es seine bandtypischen Eigenschaften. Somit absorbiert es nicht mehr

im Messbereich und steuert keinen Anteil mehr zu dem Peak bei. Daraus resultierend lässt sich eine Absorptionsmessung an einer freistehenden PPV-Schicht beliebiger Dicke simulieren. Der Quotient Q der absorbierten Photonen zu den auftreffenden bildet somit eine Größe, die proportional zu den nicht zersetzten Molekülen in der Schicht ist. Dieser berechnet sich zu:

$$Q = \frac{1}{\lambda_2 - \lambda_1} \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \left( 1 - e^{-\frac{4 \pi k z}{\lambda}} \right) d \lambda$$

Wobei z die Dicke der simulierten Schicht, k die wellenlängenabhängige Absorptionskonstante und λ die Wellenlänge darstellt.

Da die Änderungen hauptsächlich während der ersten 90 Minuten des Betriebs stattfinden, kann die Eindiffusion von Fremdstoffen in das Bauteil vernachlässigt werden. Die Zersetzung der

Moleküle lässt sich somit auf Verunreinigungen der Schicht während des Herstellungsprozesses zurückführen.

#### Abschlussbemerkung

Die Kombination der am Campus Zweibrücken etablierten Technologie zur Herstellung und Charakterisierung von OLEDs mit der Erfahrung der beteiligten Projektpartner soll die rasche Anpassung der auf Polymeren basierenden Leuchtdioden bezüglich textilspezifischer Besonderheiten ermöglichen.

Der Fokus der Arbeiten in Zweibrücken liegt auf der raschen Weiterentwicklung der aktuell verwendeten Materialien und Verfahren bezüglich spezifischer Anforderungen bei Textilanwendungen. An Stelle der starren Glas/ITO-Substrate sollen zweckmäßige, flexible Substrate treten und die material- sowie zeitin-

tensive, konventionelle Spin-on-Technologie soll durch den Einsatz eines Inkjet-Drucker ersetzt werden.

Zur physikalischen Charakterisierung der Bauteile und des Herstellungsprozesses werden die Untersuchungsergebnisse aller Verbundpartner herangezogen. Während am Standort Zweibrücken in erster Linie Parameter des Schichtstapels wie Schichtdicken und Schichtrauigkeiten mittels Verfahren wie REM, AFM und spektraler Ellipsometrie untersucht werden, erlaubt die enge Zusammenarbeit der beteiligten Institute und Firmen spezifische Tests, die für eine Integration der Bauelemente in Textilien erforderlich sind. Insbesondere sollen die Auswirkungen der Textilintegration und die Einflüsse textilspezifischer Beanspruchungen – wie Schmutz, Feuchtigkeit und die Ver-

wendung üblicher Reinigungsverfahren – auf die optischen Eigenschaften und die Lebensdauern untersucht werden.

Die Arbeiten zur Textilintegration erfolgen im Rahmen der Zusammenarbeit von Prof. Dr. Schäfer (Campus Pirmasens) mit der Hochschule Pforzheim und dem Textilinstitut „itv“ (Institut für Textil- und Verfahrenstechnik) in Denkendorf/Baden-Württemberg.

Durch die Einbindung von Textilinstituten und KMUs der Textilbranche ist darüber hinaus ein zeitnaher Technologietransfer sichergestellt. Weiterhin wird durch die große Bandbreite der Anwendungen auf dem Sektor der Optoelektronik und der organischen Halbleiter die Kooperationsfähigkeit der Fachhochschule für diese Zukunftstechnologie gestärkt.

Projektleitung:	Prof. Dr. Konrad Wolf, Zweibrücken Prof. Dr. Peter Schäfer, Pirmasens Prof. Dr. Karl-Heinz Blankenbach, Pforzheim
Kontakt:	Dipl.-Ing. (FH) Steffen Weller; <a href="mailto:steffen.weller@fh-kl.de">steffen.weller@fh-kl.de</a>
Mitarbeiter:	Dipl.-Ing. (FH) Steffen Weller Dipl.-Ing. (FH) Christoph Kaiser
Projektpartner:	Hochschule Pforzheim Lichttechnisches Institut, Universität Karlsruhe Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung itv Institut für Textil- und Verfahrenstechnik, Denkendorf ITCF Institut für Textilchemie und Chemiefaser, Denkendorf mikroglas Chemtech GmbH, Mainz Wenzelband GmbH, Bernkastel-Kues August Mohr GmbH & Co.KG, Wuppertal Josef Kanz GmbH & Co.KG, Neufra
Förderung:	Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF im Programm FHprofUnd

# Sensorschichten mit höheren

Dipl.-Ing. (FH) Carsten Eschenbaum, Prof. Dr. Konrad Wolf, Prof. Dr. Peter Pokrowsky

Das BMBF geförderte Verbundprojekt beinhaltet die Untersuchung verschiedener metallhaltiger Kohlen(wasser)stoffschichten und deren Optimierung in Bezug auf ihre Dehnungsempfindlichkeit und Temperaturabhängigkeit.

Diamantartige Kohlenwasserstoffschichten (diamond-like carbon, DLC) weisen ein ausgeprägtes, für Sensoranwendungen interessantes, piezoresistives Verhalten auf, wie bereits durch phänomenologische Untersuchungen bekannt ist. Es ist daher wichtig, nun die grundlegenden Leitfähigkeitsmechanismen und Abhängigkeiten dieser dünnen Schichten systematisch zu erforschen und damit eine breitere Anwendung zu ermöglichen. Zur Präparation werden verschiedene Plasma-PVD-Prozesse mit und ohne Fremdelementdotierung sowie moderne Pulsplasmatechniken und eine Implantationstechnik für Metalldotierungen unter Nutzung einer Clusterquelle angewandt. Die Piezoresistivität und Dehnungsempfindlichkeit der Schichten wird an verschiedenen Substratgeometrien untersucht, wobei auch die Temperaturabhängigkeit, die Stabilität und die Alterung der Schicht interessiert. Das Ziel dieser Untersuchungen ist die Aufklärung des elementaren Wirkzusammenhangs der Piezoresistivität solcher Schichten. Die Schichten werden strukturell (AFM, TEM), optisch (Ellipsometrie, Raman-Spektroskopie) sowie elektrisch (Vier-Punkt-Probe) charakterisiert.

Diamantartige Kohlenstoffschichten (DLC) besitzen ein hohes, im Detail noch unerforschtes Potenzial für sensortechnische Applikationen, denen sich dieses Projekt in umfassender Weise widmet.

Im Vergleich zu den bisher bekannten piezoresistiven Sensoren, die mechanisch nur sehr eingeschränkt belastbar sind, wird hier eine Sensorschicht mit hervorragenden tribologischen Eigenschaften weiterentwickelt, die direkt auf die mechanische Komponente aufgebracht werden kann. Zusätzlich zeichnet sich die Schicht durch ihre hohe chemische Beständigkeit aus, was das Spektrum der Einsatzmöglichkeiten ebenfalls erweitert. Diamantartige amorphe Kohlenwasserstoffschichten werden seit Jahren erfolgreich für verschiedene tribologische Anwendungen entwickelt. Dabei kamen unterschiedliche Schichtsysteme zur Anwendung, die sich sowohl im Schichtaufbau als auch in der Zusammensetzung unterscheiden. Neben so genannten DLC-(diamond like carbon) Schichten (diamantartige amorphe Kohlenstoffschichten) mit unterschiedlichen Wasserstoffanteilen wurden verschiedene metallhaltige DLC Schichten entwickelt.

Zum einen möchten wir durch eine breit angelegte, systematische Präparation solcher Schichten die kraftsensorischen Eigenschaften optimieren. Zum anderen stehen die grundlagenorientierte Aufklärung der Wirkzusammenhänge zwischen der Empfindlichkeit und den mikroskopischen Strukturgrößen im Fokus der Bemühungen.

Vorrangiges Ziel des Projekts ist also die Präparation und Untersuchung von verschiedenen reinen sowie metallhaltigen Kohlenstoffschichten und deren Optimierung in Bezug auf ihre Dehnungsempfindlichkeit und Temperaturabhängigkeit. Dabei gilt es, eine möglichst hohe Dehnungsempfindlichkeit (k-Faktor) mit niedrigen Temperaturkoeffizienten (TKR) des Widerstandes und einem niedrigen – oder an das Temperaturverhalten des Federmaterials angepassten – Temperaturkoeffizienten des k-Faktors (TKK) zu kombinieren. Ebenfalls werden geeignete Tempervverfahren gesucht, um möglichst langzeitstabile und reproduzierbare Sensorschichten zu erzeugen.

Zur Herstellung der metallhaltigen Kohlenstoffschichten wird eine Kombinati-

on aus physikalischen und chemischen Abscheidungsprozessen (PVD/CVD) verwendet. Als Beschichtungsanlage dient eine Sputteranlage. Hier werden in einer Gasatmosphäre aus Argon und geringen Mengen an Ethylen die verschiedenen Schichten abgeschieden. Dabei werden die Prozesse mit Hilfe von in-situ-Messverfahren kontrolliert und gegebenenfalls nachgeregelt. Der Einfluss verschiedener Prozessparameter auf die Schichten wurde untersucht. Verschiedene Abhängigkeiten bezüglich der Schichtzusammensetzung konnten geklärt werden. So steigt der Metallgehalt der Schichten mit zunehmender Sputterleistung an. Ebenfalls bilden sich bei einer höheren Sputterleistung mehr sp<sup>3</sup>-hybridisierte Kohlenstoffbindungen aus, wodurch der spezifische Widerstand der Kohlenstoffkomponenten steigt. Der Kohlenstoffanteil in einer Schicht ist proportional zum Ethylengehalt der Gasatmosphäre.

Zur Aufklärung der grundlegenden Leitfähigkeitsmechanismen solcher Schichten finden verschiedene Analyseverfahren ihre Anwendung. Da die Leitfähigkeit und das optische Verhalten unmittelbar

# Dehnungsempfindlichkeiten

Abb. 1: Tauc-Energie über der Sputterleistung

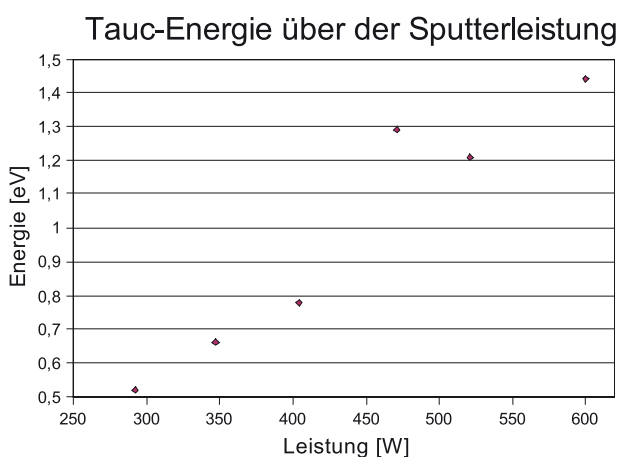
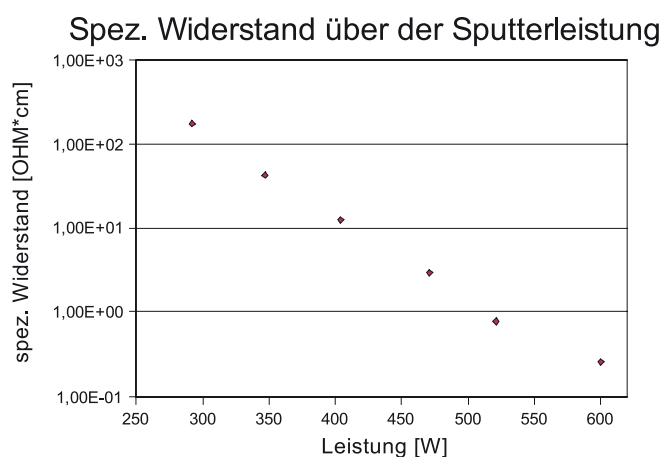


Abb. 2: Spezifischer Widerstand über der Sputterleistung



miteinander verknüpft sind, lassen sich mittels spektraler Ellipsometrie auch Aussagen über die elektrischen Eigenschaften treffen. Bei der Ellipsometrie ändert linear polarisiertes Licht bei der Reflexion an einer oder mehreren Grenzflächen seinen Polarisationszustand. Nach der Reflexion ist das Licht in der Regel elliptisch polarisiert, daher leitet sich auch der Name "Ellipsometrie" ab. Durch eine exakte Analyse des Polarisationszustandes nach der Reflexion können Aussagen über den Brechungsindex  $n$ , die Absorptionskonstante  $k$  und die Schichtdicke getroffen werden; dieser Zusammenhang ergibt sich aus den Fresnel-Formeln. Bei der spektralen Ellipsometrie ist es möglich, den Verlauf der Konstanten des unbekanntes Materials über der Wellenlänge zu bestimmen.

Mit einer Vielzahl von Modellen kann der Verlauf von  $n$  und  $k$  mit Hilfe weniger Variablen in sehr guter Näherung beschrieben werden. Die optischen Eigen-

schaften des reinen Kohlenstoffs werden mit Hilfe des Forouhi-Bloomer-Modells (FBM) beschrieben. Für eine metallhaltige Kohlenstoffschicht muss ein wesentlich komplexeres Modell herangezogen werden, welches den Verlauf der optischen Konstanten aus den Modellen der beteiligten Materialien und des Mischungsverhältnisses berechnet. Die Variablen zur Berechnung der optischen Konstanten der verschiedenen Modelle werden für jede Schicht speziell angepasst, da die optischen Eigenschaften stark von den Beschichtungsparametern abhängen. Aus dem Verlauf von  $n$  und  $k$  können dann verschiedene Aussagen über die Materialeigenschaften getroffen werden, so z.B. die Energie der Bandlücke, auch Tauc-Energie genannt.

Abbildung 1 zeigt die Tauc-Energie der Kohlenstoffkomponente einer metallhaltigen Schicht über der Sputterleistung. Bei einer reinen Kohlenstoffschicht ist der spezifische Widerstand propor-

tional zur Tauc-Energie. Mit steigender Sputterleistung bilden sich mehr  $sp^3$ -hybridisierte Kohlenstoffbindungen aus, was einen Anstieg der Tauc-Energie und somit auch des spezifischen Widerstandes zur Folge hat. In Abbildung 2 ist der spezifische Widerstand einer nickelhaltigen Kohlenstoffschicht über der Sputterleistung aufgetragen. Der spezifische Widerstand der Schicht fällt mit zunehmender Sputterleistung, weil der Nickelanteil proportional zur Sputterleistung steigt. Dies erklärt die Abnahme des spezifischen Widerstandes, obwohl die Kohlenstoffkomponente das für sie typische Verhalten beibehält (Abb. 1).

Um den Einfluss der Nickelcluster auf die elektrischen und optischen Eigenschaften zu verstehen, müssen der Aufbau und die Zusammensetzung der Schichten exakt bestimmt werden. Zur Untersuchung des strukturellen Aufbaus einer solchen Schicht wird die Magnetkraft-Mikroskopie (MFM) herangezogen.

Abb. 3: Vergleich der Messmethoden

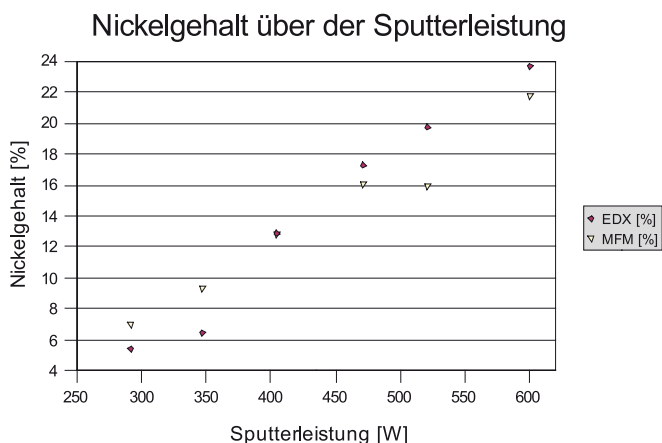
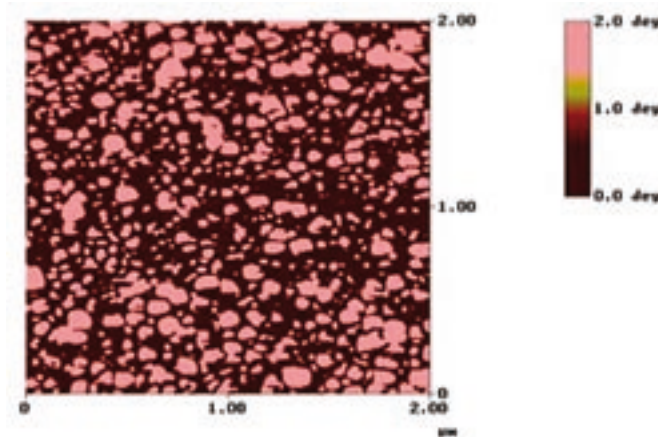


Abb. 4: MFM-Messung einer Probe. Die hellen Bereiche zeigen eine große Phasenverschiebung aufgrund der Wechselwirkung mit Metallclustern. Die dunkleren Bereiche zeigen die Kohlenstoffmatrix.



Eine wichtige Rolle spielt hier die Phase Imaging Atom-Kraft-Mikroskopie (PI-AFM). Hier wird der Phasenunterschied zwischen der anregenden Frequenz und der tatsächlichen Frequenz der Messspitze gemessen. Der Phasenunterschied wird beeinflusst durch unterschiedliche Materialeigenschaften, insbesondere durch die Adhäsion oder die Viskoelastizität der Schicht. Unter Verwendung einer magnetischen Spitze können auch magnetische Eigenschaften der Probe sichtbar gemacht werden.

Aus der Phaseninformation einer MFM-Messung (Abb. 4) können Informationen über die Größe und Verteilung der Cluster gewonnen werden. Zusätzlich kann der Nickelanteil einer Schicht bestimmt werden. Die Bestimmung des Nickelanteils zeigt eine gute Übereinstimmung zur Energiedispersiven X-Ray/Röntgen Analyse (EDX) der Probenreihe (Abb. 3). Kleinere Abweichungen ergeben sich, weil bei einer EDX-Messung der Nickelgehalt in einem Volumen bestimmt wird und bei der Bestimmung mittels MFM nur die oberflächennahen Nickelcluster detektiert werden.

Die Resultate der spektralen Ellipsometrie zeigen den dominierenden Einfluss der Metallcluster auf die Leitfähigkeit der Schicht. Dieser Einfluss wird mittels MFM-Messungen genauer untersucht, um die Wirkzusammenhänge zwischen der Empfindlichkeit, der Temperaturabhängigkeit des Widerstandes und den mikroskopischen und morphologischen Strukturen von metallhaltigen Kohlenstoffschichten zu verstehen.

Ziel der nächsten Arbeitsschritte ist die Entwicklung eines Modells der Leitfähigkeit der metallhaltigen Kohlenstoffschichten, basierend auf den Ergebnissen der verschiedenen werkstoffwissenschaftlichen Analysen. Weiterhin sollen die Ursachen der Piezoresistivität geklärt werden, um ein umfassendes Modell zur Beschreibung von metallhaltigen Kohlenstoffschichten aufzustellen.

<b>Kontakt:</b>	Dipl.-Ing. (FH) Carsten Eschenbaum carsten.eschenbaum@fh-kl.de
<b>Mitarbeiter:</b>	Prof. Dr. Konrad Wolf Prof. Dr. Peter Pokrowsky Dipl.-Ing. (FH) Carsten Eschenbaum
<b>Partner:</b>	Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes Universität Saarbrücken, Lehrstuhl für Mikromechanik Institut für neue Materialien INM gGmbH, Saarbrücken Firma Siegert TFT GmbH, Hermsdorf Firma Hydac Electronic, Saarbrücken
<b>Förderung:</b>	Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF im Programm FHprofUnd





**Sie haben die Idee?!**

**Wir helfen Ihnen weiter ...**

- Kontaktpflege zu Unternehmen
- Neuansiedlung von Unternehmen
- Beratung, Betreuung & Unterstützung
- Beratung zu Förder- & Zuschussmöglichkeiten
- Günstige Räumlichkeiten mit Breitbandanschluss und guter Verkehrslage

Bärbel Rieger-Hoff  
 Stadtverwaltung Pirmasens · Wirtschaftsförderung  
 Delaware Ave. 1-3 · 66953 Pirmasens  
 Telefon: 063 31 - 14 26 206 · Fax: 063 31 - 14 26 210  
 E-Mail: baerbelrieger@pirmasens.de

**GRIPS**

**bhe.**

**bunkerhill  
 entwicklungsgesellschaft  
 mbh & co. kg**

Baukompetenzzentrum BKZ  
 Technopole - Park der Wissenschaften  
 Marie-Curie-Straße 13-17  
 66953 Pirmasens

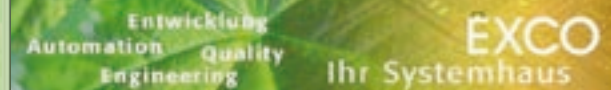
T +49 (0) 63 31. 14 30. 0  
 F +49 (0) 63 31. 14 30. 29  
[www.technopole.de](http://www.technopole.de)



**Wussten Sie,**

- dass wir uns seit 150 Jahren für Kaiserslautern und die Region verantwortlich fühlen. Deshalb engagieren wir uns für ausgewählte kulturelle, soziale und sportliche Projekte und Initiativen.

**Infos unter 0800 8001-333  
 oder [www.gasanstalt.de](http://www.gasanstalt.de)**



Wir sind ein mittelständisches, kontinuierlich wachsendes Dienstleistungsunternehmen mit zzt. 180 qualifizierten und hoch motivierten Mitarbeitern in Deutschland und in der Schweiz.

Für unsere anspruchsvollen Kunden bieten wir von der Entwicklung über den Anlagenbau bis zur Qualitätssicherung Unterstützung oder Komplettlösungen.

**Unsere Geschäftsfelder:**

- Entwicklung
- Qualitätssicherung
- Automation / Engineering

**Wir bieten:**

**Praktika, Diplomarbeiten & Studentenjobs**

**Das erwartet Sie:**

- Abwechslungsreiche und herausfordernde Aufgaben in einem professionellen Umfeld
- Sehr gute Entwicklungsmöglichkeiten in einem internationalen Umfeld

**INTERESSE ?!**

Dann wenden Sie sich bitte an:  
 EXCO GmbH  
 Frau Carina Otterstätter  
 Am Großmarkt 2  
 D-67133 Maxdorf

tel.: +49 (0)6237 - 97 89 - 44  
[carina.otterstaetter@exco.de](mailto:carina.otterstaetter@exco.de)



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

# Business Driven Architecture: Vom Geschäftsprozessmodell

Prof. Dr. Thomas Allweyer, Prof. Dr. Jörg Hettel, Dipl.-Inf. Hans Körber, et al.

Die von verschiedenen Zielgruppen im Unternehmen benötigten Modelle der Geschäftsprozesse sind entweder fachlich oder informationstechnisch ausgerichtet und unterschiedlich detailliert. Es wird ein Ansatz vorgestellt, wie sich grobgranulare fachliche Geschäftsprozessmodelle mit Hilfe von geeigneten Modellvorlagen und Transformationsregeln einerseits in detailliertere fachliche Modelle, andererseits in technisch ausgerichtete, von Workflow-Systemen ausführbare Modelle überführen lassen. Hierdurch erhöht sich die Qualität der Prozessmodelle bei reduziertem Erstellungsaufwand und die Erstellung von Software zur Unterstützung der Geschäftsprozesse wird erleichtert.

Heute ist die effiziente Gestaltung der Geschäftsprozesse für viele Unternehmen eine zentrale Aufgabe. Abläufe wie die Bearbeitung von Kundenaufträgen oder die Entwicklung eines neuen Produktes sollen möglichst schnell, reibungslos und kostengünstig erfolgen. Zur Beschreibung solcher Abläufe werden Geschäftsprozessmodelle eingesetzt, die die nacheinander durchzuführenden Aktivitäten grafisch darstellen. Auch die beteiligten Organisationseinheiten, verwendeten Informationssysteme usw. können visualisiert werden.

Meist werden Geschäftsprozessmodelle hierarchisch aufgebaut: Auf der obersten Ebene werden die Hauptprozesse des Unternehmens dargestellt, darunter wird jeder dieser Hauptprozesse in einem eigenen Modell genauer beschrieben. So kann etwa die Produktentwicklung in „Ideenfindung“, „Vorentwicklung“, „Prototypenbau“ usw. unterteilt werden. Jede dieser Aktivitäten kann selbst wieder durch einen Detailprozess beschrieben werden. Verschiedene Personengruppen im Unternehmen interessieren sich für verschiedene Ausschnitte der Prozessmodell-Landschaft. Während sich die Geschäftsleitung eher um die Gesamtsicht der Prozesse auf grober Ebene kümmert, sind die meisten Mitarbeiter eher an den Details der von ihnen durchzuführenden Prozesse

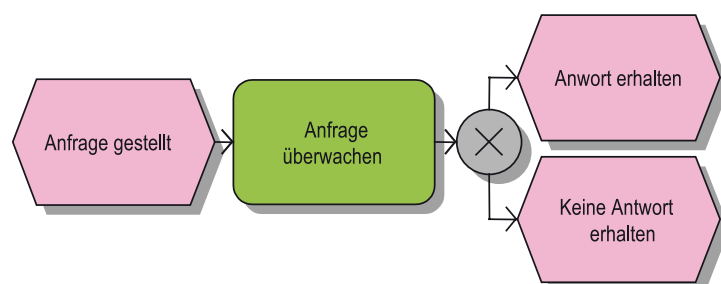
interessiert. Eine besonders detaillierte Sicht benötigen Software-Entwickler, die Anwendungen zur Unterstützung der Geschäftsprozesse entwickeln. Workflow- oder Business Process Management-Systeme (BPMS) können Prozessmodelle direkt ausführen, doch hierzu müssen die Modelle eine Reihe eher technischer Details enthalten.

Die Entwicklung sehr detaillierter Modelle ist recht aufwändig. Es ist außerdem schwierig, eine gleichmäßig hohe Qualität und Einheitlichkeit aller Modelle sicherzustellen. In der Praxis sind meist mehrere Modellierer an der Erstellung der Modelle eines Unternehmens beteiligt. Es passiert daher häufig, dass gleichartige Sachverhalte sehr unterschiedlich dargestellt werden. Bei der Entwick-

lung technischer, ausführbarer Modelle kommt hinzu, dass diese Modelle speziell an das verwendete Workflow-System angepasst werden müssen. Sie müssen daher von der eher fachlich orientierten Modellierungsmethode in eine Workflow-geeignete Notation übersetzt werden. Auch hierbei können leicht Fehler auftreten sowie Missverständnisse zwischen den fachlich orientierten Geschäftsprozess-Experten und den Informatik-orientierten Workflow-Experten.

Im Rahmen des Projektes „Business Driven Architecture“ wird daher untersucht, wie sich die Entwicklung detaillierter fachlicher sowie ausführbarer Prozessmodelle verbessern lässt. Das im Folgenden vorgestellte Vorgehen orientiert sich an dem Ansatz der modell-

Abbildung 1: „Anfrage überwachen“ in EPK sowie Beschreibung der Details



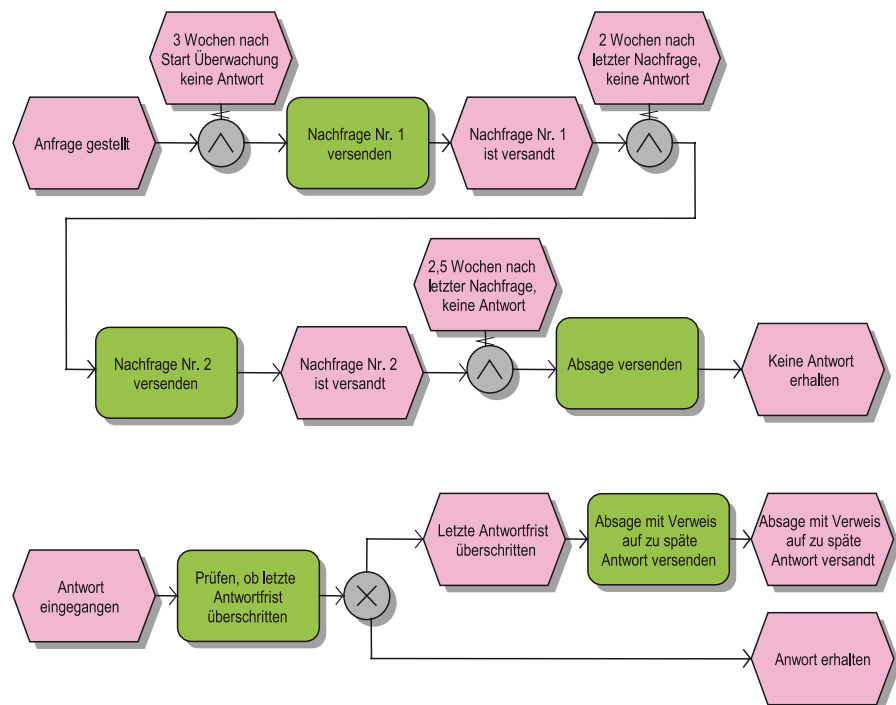
# zur Ausführung

getriebenen Software-Entwicklung, bei dem Softwarecode mit Hilfe von Vorlagen und Transformatoren aus Modellen generiert wird.

Die Vorgehensweise wird an einem einfachen Beispiel erläutert. Abbildung 1 zeigt einen kleinen Ausschnitt aus einem Geschäftsprozess, dargestellt als Ereignisgesteuerte Prozesskette (EPK). Die Sechsecke stellen Ereignisse dar, das abgerundete Rechteck eine Funktion oder Aktivität. Der Kreis mit dem „X“ bezeichnet eine Entweder-Oder-Verzweigung. Der dargestellte Fall tritt in zahlreichen Geschäftsprozessen auf: Wurde z. B. eine Anfrage, ein Angebot oder eine Bestellung verschickt, so ist es zumeist erforderlich, das Eingehen einer Antwort oder der bestellten Ware zu überwachen und bei fehlender Reaktion ggf. mehrfach nachzufragen.

Die Details dieser Anfrageüberwachung sind in Abbildung 1 in Form eines beschreibenden Textes angegeben. Für das Verständnis des Prozesses ist eine solche grobgranulare Darstellung mit

Abbildung 2: Ausführliche Modellierung der Überwachung einer Anfrage



## Beschreibung der Funktion „Anfrage überwachen“:

Falls keine Antwort eingeht, werden bis zu zwei Nachfragen gestellt: Nach 3 Wochen und ggf. nach 2 weiteren Wochen. Erfolgt auch dann noch keine Reaktion, so wird nach weiteren 2,5 Wochen eine Absage versandt.

Geht eine Antwort erst danach ein, so wird diese wegen verspäteten Eingangs abgelehnt.

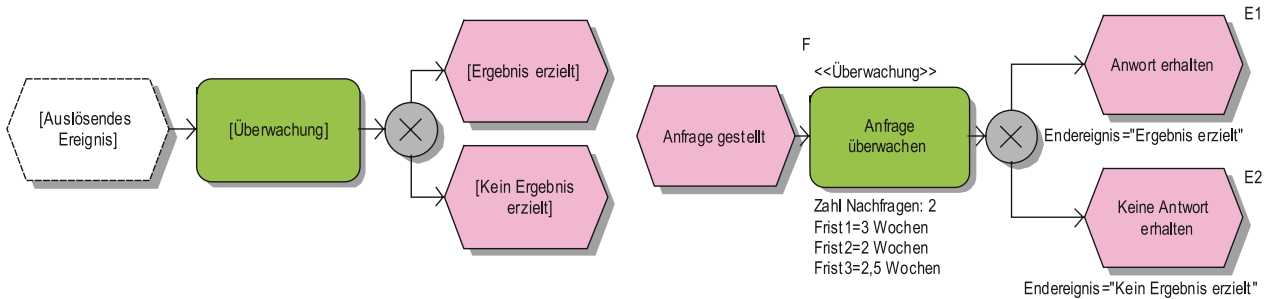
einem beschreibenden Text ausreichend. In manchen Fällen ist es jedoch notwendig, den detaillierten Ablauf ebenfalls genau zu modellieren, z. B. als genaue Arbeitsanweisung oder als Grundlage für die Umsetzung in Software.

In Abbildung 2 ist ein möglicher Detailprozess für die Anfrageüberwachung modelliert. Die Kreise mit dem kleinen Dach-Symbol stehen für „Und“-Zusammenführungen. Hierbei müssen beide vorangehenden Ereignisse eingetroffen sein, bevor der Prozess weitergeht.

Dieses Modell soll nun mit Hilfe einer Transformation automatisch erzeugt werden. Diese Transformation kann dann in allen Prozessmodellen verwendet werden, in denen eine vergleichbare Überwachung benötigt wird. Da sich die Zahl der gewünschten Nachfragen und die Fristen unterscheiden können, müssen diese entsprechend angegeben und bei der Transformation berücksichtigt werden können.

Hierzu wird ein entsprechendes Muster definiert, dem ein Prozessmodell-ausschnitt entsprechen muss, damit ein

Abbildung 3: Muster „Überwachung“ (links), Anwendung des Musters in einer EPK (rechts)



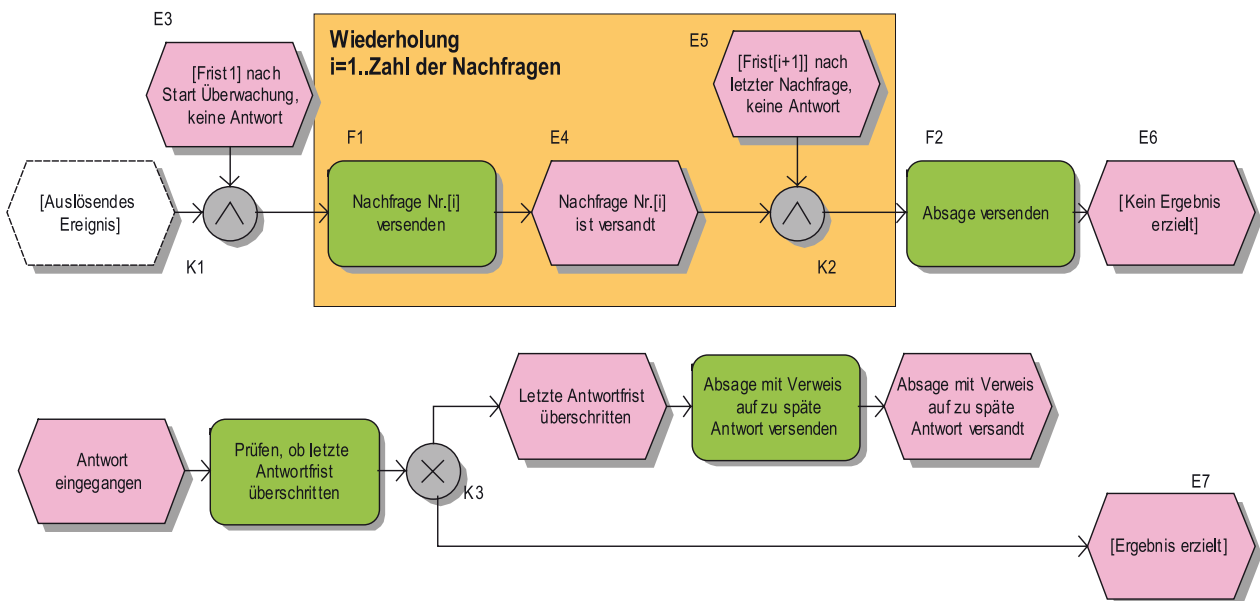
Detailmodell erzeugt werden kann. Dies ist auf der linken Seite in Abbildung 3 dargestellt. Die rechte Seite der Abbildung zeigt die Anwendung des Musters in einem Prozessmodell. Hierbei muss bestimmt werden, welches Muster verwendet wird (<<Überwachung>>), und es müssen die verschiedenen Parameter angegeben werden.

Schließlich ist noch eine Vorlage erforderlich, die als Grundlage für das zu generierende Detailmodell dient. Die Vorlage für das vorliegende Beispiel ist in Abbildung 4 dargestellt. Sie ähnelt bereits dem in Abbildung 2 gezeigten Zielmodell, enthält jedoch noch eine Reihe von Platzhaltern, die entsprechend den angegebenen Parameterwerten ge-

füllt werden. Farblich gekennzeichnet ist eine Wiederholsequenz. Diese wird entsprechend der gewünschten Zahl der Nachfragen dupliziert.

Der gesamte Ablauf der Modellgenerierung wird in Abbildung 5 gezeigt. Das mit den notwendigen Angaben angereicherte Ausgangsmodell wird zunächst mit

Abbildung 4: Vorlage für die detaillierte Modellierung einer Überwachung



Hilfe geeigneter Regeln validiert, ob es z. B. die erforderlichen Parameterwerte enthält. Nach erfolgreicher Validierung wird die Vorlage für das Zielmodell entsprechend den Inhalten und Parameterwerten aus dem Ausgangsmodell angepasst und mit Werten gefüllt. Dies erfolgt gemäß definierter Transformationsregeln. Eine ausführliche Darstellung inkl. der verwendeten Validierungs- und Transformationsregeln findet sich in [A107].

Die Transformation eines fachlichen Geschäftsprozessmodells in ein ausführbares Workflow-Modell erfolgt prinzipiell nach dem gleichen Verfahren. Die Vorlage für das Zielmodell muss hierbei in einer geeigneten, vom Workflow-System ausführbaren Sprache vorliegen, z. B. BPEL (Business Process Execution Language), und die notwendigen technischen Details enthalten.

Im weiteren Verlauf des Projektes sollen weitere Anwendungsfälle entwickelt und hinsichtlich ihrer konkreten Einsatzfähigkeit überprüft werden. Außerdem

wird an einer softwaretechnischen Implementierung gearbeitet, so dass die beschriebenen Transformationen zu einem Großteil automatisch durchgeführt werden können.

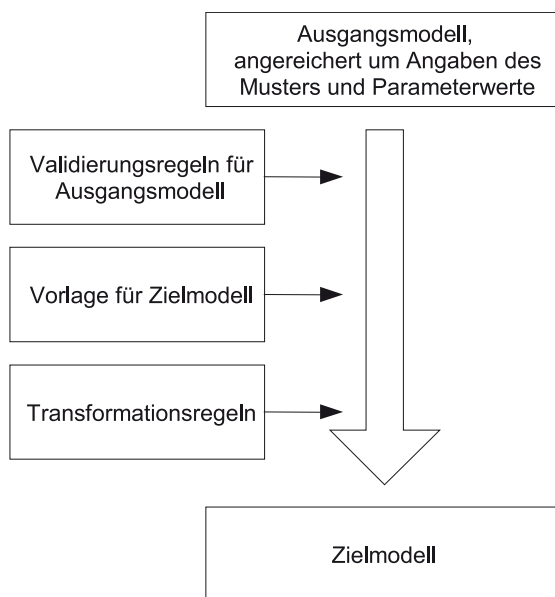
**Literatur**

[A107] Allweyer, Thomas: Erzeugung detaillierter und ausführbarer Geschäftsprozessmodelle durch Modell-zu-Modell-Transformationen. In: Nüttgens, M.; Rump, F. J.; Gadatsch, A. (Hrsg.): EPK 2007. Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten. St. Augustin 2007, S. 23-38. <http://www.wiso.uni-hamburg.de/index.php?id=2670>

**Kontakt:** Prof. Dr. Thomas Allweyer  
 thomas.allweyer@fh-kl.de  
 Prof. Dr. Jörg Hettel  
 joerg.hettel@fh-kl.de

**Mitarbeiter:** Dipl.-Inf. Hans Körber  
 Peter Gottinger, Daniel Sonnick

Abbildung 5: Vorgehen der Transformation



# Codegenerierung mit Noninva

Dipl.-Inf. Hans Körber

Die automatische Erzeugung von Programmcode bei der Softwareentwicklung führt zu einer deutlichen Verkürzung der Entwicklungszeiten. Unter der großen Anzahl von Generatoren stechen Template- und Frame-basierte Werkzeuge aufgrund ihrer einfachen Benutzbarkeit und der daraus resultierenden besseren Wartbarkeit der mit ihnen entwickelten Generatoren hervor. Noninvasive Frames erlauben eine noch größere Flexibilität bei der Frame-Erstellung, vermeiden die Wiederholung aufwändiger Arbeitsschritte und führen zu einer weiteren Zeitersparnis bei der Generatorentwicklung. Die Praxistauglichkeit noninvasiver Frames wird im Rahmen des Projektes „Business-Driven Architecture“ untersucht.

Die automatische Erzeugung von Programmcode wird bereits seit langem praktiziert, etwa im Bereich Compilerbau zur Entwicklung von Parsern für Programmiersprachen. Oft erzeugen die Generatoren eine Art Gerüst, das eine Minimal- oder Standardfunktionalität bereitstellt und anschließend vom Programmierer um individuelle Funktionen erweitert wird. So bietet etwa die Eclipse<sup>1</sup> Entwicklungsumgebung einen Generator für lauffähige Plugins, also Erweiterungen der Entwicklungsumgebung selbst. Der generierte Code sorgt für die Integration des Plugins in die Eclipse Benutzeroberfläche und muss vom Plugin-Programmierer um spezielle Funktionen (zusätzliche Menüs, Editoren, Sichten, usw.) erweitert werden.

Die Vorteile einer automatischen Generierung von Programmcode liegen in einer besseren Wartbarkeit der Software und verkürzten Entwicklungszeiten: Zum einen wird als Vorlage für die Codeerzeugung eine abstrakte Beschreibung verwendet, die unabhängig von der benutzten Plattform bzw. Zielsprache ist. Zur Erzeugung von Eclipse Plugins wird zum Beispiel ein Wizard gestartet, also ein interaktives Programm, das dem Programmierer über eine Reihe von Dialogfenstern die Möglichkeit gibt, Eigenschaften des zu generierenden Plugins

festzulegen. Zwar ist die Zielsprache für Plugins Java, während der Spezifikation im Wizard werden jedoch in der Regel keine zielsprachenspezifischen Eingaben vom Benutzer verlangt. Ein weiterer wichtiger Vorteil automatischer Programmiererzeugung ist deshalb, dass eine Anpassung des Generators an verschiedene Zielsprachen möglich ist, oft ohne die abstrakte Programmbeschreibung verändern zu müssen.

Werkzeuge für die automatische Codeerzeugung gibt es unzählige. Neben klassischen Einsatzgebieten wie dem Compilerbau (z.B. mit dem Parsergenerator JavaCC<sup>2</sup>) werden sie zunehmend in Programmierumgebungen wie dem schon erwähnten Eclipse integriert. Eine Möglichkeit der Kategorisierung von Codegeneratoren besteht in der Art der Darstellung des zu erzeugenden Codes im Werkzeug. Im einfachsten Fall werden Befehle der Programmiersprache des Generators (z.B. `System.out.println` in Java) zur Ausgabe von Code in Form unstrukturierter Zeichenketten verwendet. Diese Ausgabebefehle sind über das ganze Generatorprogramm verteilt, was die Wartung erheblich erschwert. Syntaxmakro-Sprachen nutzen die Struktur der Zielsprache zur Strukturierung der auszugebenden Zeichenketten. Um variable Daten im auszugebenden Code unterzubringen, wird ein Quotation genannter Mechanismus verwendet. Generierter Code kann dadurch besser im

Generator lokalisiert werden. Syntaxmakros können so sicher stellen, dass der generierte Code keine Syntaxfehler enthält und typischer ist (ohne Verwendung falscher Typen für Variablen, doppelte Variablendeklarationen usw.). Eine syntaktisch korrekte Erzeugung von Programmcode ist auch bei der Verwendung sogenannter API-basierter Generatoren garantiert. Dabei wird das zu erzeugende Programm zunächst unter Verwendung einer Application Programming Interface (API) mit Hilfe von Methodenaufrufen so erzeugt, dass einzelne Programmelemente jeweils durch bestimmte Objekte im Speicher repräsentiert werden. Anschließend wird die interne Struktur dann entsprechend den syntaktischen Regeln der Zielsprache in ein Programm umgesetzt. Durch Erweiterung der API ist es möglich, umfangreiche Programmfragmente mit wenigen Methodenaufrufen zu erzeugen, allerdings sind die entstehenden Generatoren schlecht wartbar, weil die Spezifizierung über interne Strukturen weit weg ist von der konkreten Zielsprachensyntax und daher schlecht lesbar.

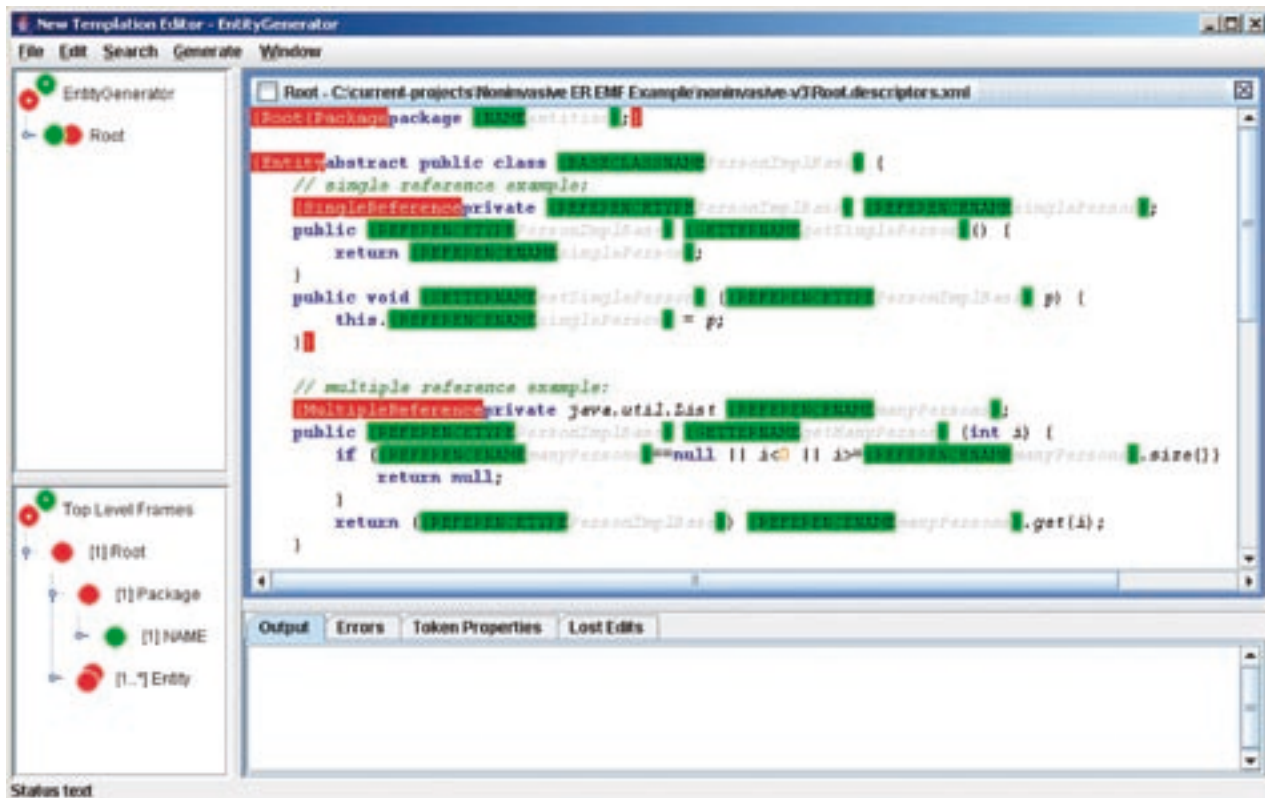
Eine große Klasse von Codegeneratoren benutzt Codevorlagen, sogenannte Templates. Dabei handelt es sich um große zusammenhängende Programmfragmente (Klassen, Programmdateien, ...) mit Platzhaltern für benutzerdefinierte Daten und speziellen Code-Blöcken, in denen Programmteile als optional oder

<sup>1</sup> <http://www.eclipse.org/>

<sup>2</sup> <https://javacc.dev.java.net/>

# siver Frame-Technologie

Abbildung 1: Editor zur Erstellung noninvasiver Frames (mit rot gekennzeichneten Frames für optionale bzw. wiederholte Programmteile und grün gekennzeichneten Platzhaltern für benutzerdefinierte Daten)



wiederholbar gekennzeichnet werden. Eine Unterklasse Template-basierter Generatortools sind Frameprozessoren. Frames partitionieren den generierten Code in kleinere Templates (z.B. Klassenskelette, Methoden, usw.), die dann fast nach Belieben zu neuen Anwendungen kombiniert werden können. Frame-Technologie ist auch an der FH bereits erfolgreich eingesetzt worden, etwa zur Entwicklung von Generatoren für grafische Benutzeroberflächen [GP-GUI] im Rahmen einer Kooperation mit dem IESE in Kaiserslautern [PoLiTe].

Der wesentliche Vorteil Frame-basierter Generatoren ist die Trennung von Programmcode in der Zielsprache und Steuerlogik und die Tatsache, dass der zu generierende Code in benutzerfreundlicher Form in der konkreten Syntax der Zielsprache spezifiziert wird. Andererseits muss zur Umwandlung einer existierenden Anwendung in Frames der ursprüngliche Programmtext um spezielle Befehle der Frame-Prozessor-Sprache erweitert werden, um variable Programmteile (sogenannte Variationspunkte, also Platzhalter, op-

tionalen Code, usw.) zu kennzeichnen. Die einzige Möglichkeit zu verhindern, diesen als Framing bezeichneten und zuweilen recht zeitaufwendigen Prozess nach Änderungen im ursprünglichen Programm wiederholt durchführen zu müssen, ist, die Wartung des Generators stattdessen an den Frames durchzuführen. Das widerspricht zum einen erfahrungsgemäß der Vorgehensweise der Entwickler, die den Generator gerne an einem generierten Sample (Beispielprogramm) weiterentwickeln, um die Änderungen anschließend in den

Generator einzupflegen und führt andererseits zu einem großen Overhead durch wiederholte Generierung und Tests der generierten Samples.

Ein Ansatz zur Lösung dieser Probleme sind noninvasive Frames, bei denen eine vollständige Trennung von ursprünglichem Programm (genannt Basisprogramm) und der Spezifikation von Variationspunkten (genannt Frame-Deskriptoren) besteht. Vor der Codegenerierung und während des Framings in einem speziell dazu entwickelten Editor (s. Abb. 1) werden die dazu benötigten Frames automatisch aus den Frame-Deskriptoren und dem Basisprogramm erzeugt. Noninvasives Framing kombiniert die Vorteile mehrerer Generierungstechniken: Wie in API-basierten Generatoren erfolgt intern eine Umwandlung des Basisprogramms in eine Objektstruktur. Die Objektstruktur wird einmal zur Lokalisierung von Programmelementen verwendet, welche Variationspunkte des generierten Programms repräsentieren. Zusätzlich ermöglicht sie die Erzeugung syntaktisch korrekten Codes, und darüber hinaus auch Validitätsprüfungen (z.B. einen Test, ob Variablen vor ihrer Benutzung deklariert wurden). Das heißt, wie bei Syntaxmakros ist die typsichere Erzeugung von Programmen möglich, ohne allerdings auf den wichtigsten Vorteil von Templates verzichten zu müssen, nämlich die einfache Wartung durch Verwendung von Codefragmenten in konkreter Syntax der Zielprogrammiersprache.

Der entscheidende Vorteil noninvasiver Frametechnologie ist aber, dass die Entwicklung eines Programmgenerators anhand eines Basisprogramms durchgeführt wird, statt auf Basis der Frames. Die Anpassung der Frame-Deskriptoren erfolgt nach Änderungen im Basisprogramm weitgehend automatisch durch Vergleich der beiden Programmversionen (bzw. ihrer internen Objektstruktur). Dadurch entfällt ein wiederholtes Framing nach Änderungen im

Basisprogramm, was letztlich zu einer Beschleunigung des Entwicklungs- und Wartungsprozesses für den Generator führt. Falls nämlich das Basisprogramm Teil eines Softwarepakets ist, das von Dritten entwickelt wird, ist eine Wartung auf der Grundlage der Frames nicht möglich.

Im Rahmen des Forschungsprojekts Business-Driven Architecture (BDA, siehe Artikel [BDA] in dieser Ausgabe des Forschungsberichts) soll demonstriert werden, wie noninvasive Frame-Technologie zum Einsatz kommen kann, wenn der zu generierende Code in Form von Diagrammen, also graphisch, spezifiziert wird. Im vorliegenden Fall sollen Frames aus Geschäftsprozessdiagrammen in der Business Process Management Notation (BPMN) noninvasiv gewonnen werden, wobei dieselben Vorteile wie bei der Anwendung der Technik auf textuelle Programmiersprachen erreicht werden, vor allem also die Möglichkeit, den Diagramm-Generator anhand von Mustern existierender BPMN-Diagramme (weiter-) zu entwickeln. Ein konkretes Projekt-Ziel ist deshalb die Entwicklung eines Plugins für noninvasives Framing von BPMN-Diagrammen in Eclipse.

Ziel der Entwicklung der noninvasiven Frame-Technologie insgesamt ist zum einen, einen leistungsfähigen Algorithmus zu finden, mit dem zwei Versionen eines Basisprogramms so miteinander

verglichen werden können, dass eine möglichst umfassende Anpassung der Frame-Deskriptoren erfolgt. Die dabei gefundenen Ergebnisse sind auch in anderen Bereichen von Bedeutung, zum Beispiel bei der Versionierung von Modellen, wie sie bei der Modellgetriebenen Softwareentwicklung (MDS) anfallen sowie beim ausführungsgestützten Test dieser Modelle. Zum anderen sollen Möglichkeiten zur Einbettung der Technik in einen umfassenden Prozess der Entwicklung von Software-Generatoren untersucht werden, dessen wichtigste Vorteile in der Skalierbarkeit und der Unabhängigkeit von einer spezifischen Plattform (Programmiersprache) liegen.

### Literatur:

- [BDA] Business Driven Architecture: Vom Geschäftsprozessmodell zur Ausführung. In: Fachhochschule Forschungsbericht 2006.
- [GP-GUI] Schlee, M., Generative Programming of Graphical User Interfaces, Diplomarbeit, Fachhochschule Kaiserslautern, 2002.
- [PoLiTe] Dieter Rombach, Ulrich W. Eisenecker: Entwicklung und Erprobung eines Methodenleitfadens für Software-Produktlinien-Implementierungstechnologien (PoLiTe). In: Fachhochschule Kaiserslautern Forschungsbericht 2002/2003. URL: [http://fhinfo.fh-kl.de/kooperation/anhang/33\\_EiseneckerPolite.pdf](http://fhinfo.fh-kl.de/kooperation/anhang/33_EiseneckerPolite.pdf)

Kontakt: Hans Körber; [hans.koerber@fh-kl.de](mailto:hans.koerber@fh-kl.de)  
Prof. Dr. Thomas Allweyer; [thomas.allweyer@fh-kl.de](mailto:thomas.allweyer@fh-kl.de)  
Prof. Dr. Jörg Hettel; [joerg.hettel@fh-kl.de](mailto:joerg.hettel@fh-kl.de)



**Horst Zimmermann GmbH**  
 Waschmühle 9  
 D-67659 Kaiserslautern  
 fon 0631 - 371 471  
 fax 0631 - 371 4747

**Zimmermann Formtechnik GmbH**  
 Auf dem Immel 9c  
 D-67685 Weilerbach  
 fon 06374 - 913 000  
 fax 06374 - 913 013

**ZIMMERMANN team**  
 www.t-zimmermann.de

## DER SCHNELLSTE WEG ZU IHREN KUNDEN!

TELEFONMARKETING  
 SCHULUNG-TRAINING  
 UNTERNEHMENSBERATUNG

**BKP** MARKETING KG

TELEFON 06332/878-0  
 FAX 06332/878-111  
 WWW.BKP-MARKETING.DE  
 BKP@BKP-MARKETING.DE

ZWEIBRÜCKEN • BERLIN • BARTH

## Mit REFA Know-how sicher in die Zukunft

Verband für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung

[www.refa-nw.de](http://www.refa-nw.de) @: [info@refa-nw.de](mailto:info@refa-nw.de)  
 ☎: 06321-85 22 77

**THEISINGER und PROBST**  
 BAUNTERNEHMUNG G.M.B.H.  
 PIRMASENS - LEMBERG

# Effizienz oder Verteilungsgerechtigkeit? Starke Aversion gegenüber Un

Prof. Dr. Marc Piazzolo

Im Rahmen ökonomischer Modelle wird üblicherweise unterstellt, dass sich Menschen im Allgemeinen – egal ob Schüler, Studenten, Angestellte oder Unternehmerinnen – vollkommen rational verhalten. Ist das Konzept des eigennutzorientierten Homo Oeconomicus jedoch noch haltbar, wenn wir es im Rahmen empirischer Untersuchungen mit anderen ethischen Grundsätzen wie dem Gerechtigkeitssinn oder mit Vorstellungen zu Verteilungsfragen verknüpfen? Dieser Fragestellung sind wir mit Hilfe eines bundesweiten Feldexperimentes über Zeitungen und das Internet im Mai 2007 nachgegangen.

## Aufbau des Experimentes

Folgenden hypothetischen Fall legten wir zu Grunde: Die Regierung des schweizerischen Kantons Basel-Stadt stellte ihren Wähler verschiedene Alternativen zur Rückerstattung ihres Haushaltsüberschusses des Jahres 2006 vor. Die Bevölkerung wurde dabei in drei Personengruppen – vertreten durch Anna, Bruno und Knut - eingeteilt. Mit Hilfe einer Volksabstimmung wollte nun der Kantonspräsident ermitteln, welcher Verteilungsvorschlag dem Wählerwunsch am ehesten entspricht.

Jeder Teilnehmer schlüpfte in die Rolle des Wählers Bruno und entschied, welche der drei Alternativen er oder sie bevorzugen würde. Die beiden anderen Vertreter (Anna und Knut) müssen den Verteilungsvorschlag von Bruno akzeptieren. Zu den Einkommens- oder Vermögensverhältnissen der drei Beteiligten wurde keine Aussage getroffen.

Die drei Alternativen unterscheiden sich nach zwei Kriterien:

- (1) Der ausgeschüttete Betrag lag bei Alternative I mit 330 € am höchsten; er schrumpfte bei Alternative III auf 270 €.
- (2) Die Auszahlungsbeträge sind in Alternative I deutlich ungleicher verteilt als in Alternative II und III. Jedoch erhält Bruno den konstanten Betrag von 90 €.

Aus Sicht des Konzeptes des Homo Oeconomicus kann man folgende Hypothese ableiten: Bruno entscheidet sich für die höchste Ausschüttung, da der eigene Ausschüttungsbetrag konstant bleibt – diese wäre die effiziente Lösung. Alternative III stellt auf den Aspekt der Verteilungsgerechtigkeit ab, da es die Alternative repräsentiert, die der Gleichverteilung am nächsten kommt<sup>1</sup>.

## Rekordzahl an Teilnehmern - 471

Nach Aufrufen in den Regionalzeitungen Pfälzischer Merkur und Die Rheinpfalz sowie im Internet beteiligten sich 471 Menschen an dem wissenschaftlichen Experiment; davon konnten wir 455 in die Auswertung aufnehmen. Der überregionale Anteil der Teilnehmer fiel mit 44% (Deutschland) und weiteren 4% aus dem Ausland überraschend hoch aus.<sup>2</sup> Vom Schulkind (9 Jahre) bis zum

Rentner (67 Jahre) streute das Alter, dessen Durchschnitt 30 Jahre betrug. Knapp die Hälfte der Teilnehmer studiert an einer Fachhochschule bzw. Universität oder befindet sich noch in der Ausbildung. Immerhin können über 40% der Teilnehmer schon einen akademischen Abschluss vorweisen. Nur drei Zehntel sind Frauen, während sich die Verteilung von Ökonomen (Absol-

<sup>1</sup> Fehr et al. (2006 S. 1913) bezeichnen dies auch als Aversion gegenüber einer sehr ungleichen Verteilung.

<sup>2</sup> Österreich (8), Schweiz (4), Schweden (2) Frankreich, Großbritannien, Island, Luxemburg, USA je ein Teilnehmer. Gegenüber dem Feldexperiment 2006 (Piazzolo 2007a) liegt die Gesamtzahl der Teilnehmer in diesem Jahr um 20% höher; der Anteil der überregionalen Mitspieler hat nur leicht zugenommen.

**Tabelle 1: Entscheidungsformular von Bruno (Rückerstattung von maximal 330 €)**

Der Aufbau des Experimentes lehnt sich an Engemann/Strobel (2004) und Fehr et al. (2006) an. Insgesamt 455 Teilnehmer.

	Rückerstattungsbetrag der Kantonsregierung (2006)				Entscheidung der Teilnehmer (Anteile in Prozent)
	Anna	Bruno	Knut	Wahl als Bruno	
Alternative I	210 €	90 €	30 €		20,6
Alternative II	170 €	90 €	40 €		14,1
Alternative III	130 €	90 €	50 €		65,3

# gleichverteilungen!

venten & Studierende) und Nicht-Ökonomen fast genau die Waage hält. Etwas mehr als ein Fünftel der Teilnehmer schätzt sich als stark risikoavers ein. Politisch neigt die Mehrheit der Teilnehmer deutlich dem linken Partienspektrum zu: 48% Grüne, SPD und Linke, 24% die Mitte und 28% FDP, CDU/CSU bzw. weiter rechts. Ob die unterschiedlichen Teilnehmercharakteristika das Entscheidungsverhalten beeinflussen, wollen wir zusätzlich festhalten.

## Verteilungsgerechtigkeit eindeutig im Vordergrund

Knapp zwei Drittel aller 455 Teilnehmer ziehen als Bruno eine gleichmäßigere Verteilung einer höheren Ausschüttung vor (Tabelle 1). Die starke Bevorzugung von Anna (210 €) gegenüber Knut (nur 30 €) lehnen die meisten ab.<sup>3</sup> Nur ein Fünftel der Teilnehmer verhält sich gemäß dem Konzept des Homo Oeconomicus und votiert für die effiziente Alternative.

In unserem Experiment hatten wir die Teilnehmer noch um drei weitere Entscheidungen gebeten:

### (A) Verringerte Ausschüttung (maximal 270 €)

Die Teilnehmer übernehmen weiterhin die Rolle des Bruno und entscheiden über die Verteilung der Beträge. Zusätzlich zur geringeren Ausschüttung erhält Bruno in jeder der drei Alternativen mit 40 € die geringste Zuweisung.

Die hohe Aversion gegenüber einer starken Ungleichverteilung zwischen Anna und Knut bleibt grundsätzlich bestehen: 58% ziehen Alternative III vor. Ein knappes Viertel votiert jetzt für die effiziente Lösung. Das leicht geänderte Entscheidungsverhalten gegenüber der ersten Variante lässt sich durchaus erklären: Zum einen hat sich der Differenzbetrag zwischen Anna und Knut in Alternative I halbiert – von 180 € auf 90 €; zum anderen erhält Bruno die niedrigste Zuweisung. Der Nachteil gegenüber Knut ist jedoch bei der ersten Alternative am kleinsten.

### (B) Ursprünglicher Ausschüttungsbetrag (maximal 330 €) mit offener Rollenverteilung

In einem zweiten Schritt legten wir den Teilnehmern die beiden gleichen Ent-

scheidungsformulare vor: Das Votum der Teilnehmer bestimmt weiterhin die tatsächliche Verteilung der Rückerstattungsbeträge. Jedoch entscheidet die Kantonsregierung erst nach der Volksabstimmung, welcher Bevölkerungsgruppe der Teilnehmer selbst zugewiesen wird. Damit wussten die Teilnehmer nicht im Voraus, ob sie als Anna, Bruno oder Knut in den Genuss der jeweiligen Transferzahlung kommen würden.

Da es sich um finanzielle Geschenke handelt, sollte man erwarten, dass die Teilnehmer vermehrt der effizienten und ungleichen Alternative I zuneigen. Denn der Zufall könnte es ja gut mit ihnen meinen und den Teilnehmer mit einer Wahrscheinlichkeit von einem Drittel in die Rolle von Anna schlüpfen lassen.<sup>4</sup>

Das tatsächliche Verhalten der Teilnehmer stützt unsere These. Jetzt votiert immerhin schon ein knappes Drittel für die effizientere Alternative. Die Aversion gegenüber der großen Ungleichverteilung nimmt aufgrund der zufallsbedingten nachträglichen Rollenverteilung deutlich ab. Sinkt der Ausschüttungsbetrag auf maximal 270 €, dann nimmt die Aversion noch weiter ab. Im Gegenzug steigt das

Tabelle 2: Entscheidungsformular von Bruno (Rückerstattung von maximal 270 €)

	Rückerstattungsbetrag der Kantonsregierung			Entscheidung der 455 Teilnehmer (Anteile in Prozent)
	Anna	Bruno	Knut	
Alternative I	140 €	40 €	50 €	23,5
Alternative II	110 €	40 €	60 €	18,5
Alternative III	80 €	40 €	70 €	58,0

<sup>3</sup> In dem Feldexperiment 2006 hatten die Teilnehmer in einem Ultimatum Bargaining Game ebenfalls mit großer relativer Mehrheit für eine Gleichverteilung votiert (Piazolo 2007a, S. 49). Noch eindeutiger legten sich Teilnehmer in dem Laborexperiment an der FH Kaiserslautern im Mai 2007 mit 104 Teilnehmern fest (Piazolo 2007b).

<sup>4</sup> In dem vergleichbaren Experiment von Bolton/Ockenfels (2006, S. 1908) nahm die Zustimmung zur Gleichverteilung bei der zufallsbedingten nachträglichen Rollenverteilung in der Regel ab.

Votum für die effizientere, ungleichere Ausschüttung auf 36% der Teilnehmer.

Schaubild 1 stellt die Veränderung der Entscheidungen der 455 Teilnehmer graphisch dar: Also scheint es einen Zusammenhang zwischen der Wahl der Teilnehmer bzgl. der drei Alternativen und der Änderung der Fragestellung zu geben. Ob dieser visuelle Eindruck einer statistischen Überprüfung standhält, lässt sich mit Hilfe von  $\chi^2$ -Unabhängigkeitstests prüfen.

Eindeutige Zusammenhänge zwischen der Fragestellung und dem Entscheidungsverhalten unserer Teilnehmer liegen für die beiden Varianten mit unbekannter Rollenverteilung gegenüber einer vorher festgelegten Rolle des Entscheidungsträgers vor: Weiß der Teilnehmer, dass er als Bruno über die Zuteilung der Transferzahlung entscheidet und die Zuweisung des Brunos auch erhält, dann schlägt er andere Verteilungsalternativen vor; als wenn ihm seine spätere Rolle zum Zeitpunkt seines Vorschlages noch unbekannt ist! Statistisch kaum signifikant ist der Zusammenhang zwischen dem hohen und dem niedrigen Ausschüttungsbetrag bei vorab festgelegter Rollenverteilung.

**Beeinflussen bestimmte Teilnehmercharakteristika das Entscheidungsverhalten?**

Für die erste Entscheidungsvariante – hohe Ausschüttung und die Rolle des Teilnehmers als Bruno liegt fest – wollen wir nun ermitteln, ob das Geschlecht,

**Tabelle 3: Entscheidungsformular mit einer Rückerstattung von maximal 330 €**

\* Die Eingruppierung in die drei Bevölkerungsgruppen wird erst nach der Entscheidung ausgelost.

	Rückerstattungsbetrag der Kantonsregierung*			Entscheidung der 455 Teilnehmer (Anteile in Prozent)
	Anna	Bruno	Knut	
Alternative I	210 €	90 €	30 €	31,4
Alternative II	170 €	90 €	40 €	16,9
Alternative III	130 €	90 €	50 €	51,7

**Tabelle 4: Entscheidungsformular mit einer Rückerstattung von maximal 270 €**

\* Die Eingruppierung in die drei Bevölkerungsgruppen wird erst nach der Entscheidung ausgelost.

	Rückerstattungsbetrag der Kantonsregierung*			Entscheidung der 455 Teilnehmer (Anteile in Prozent)
	Anna	Bruno	Knut	
Alternative I	140 €	40 €	50 €	35,6
Alternative II	110 €	40 €	60 €	20,4
Alternative III	80 €	40 €	70 €	44,0

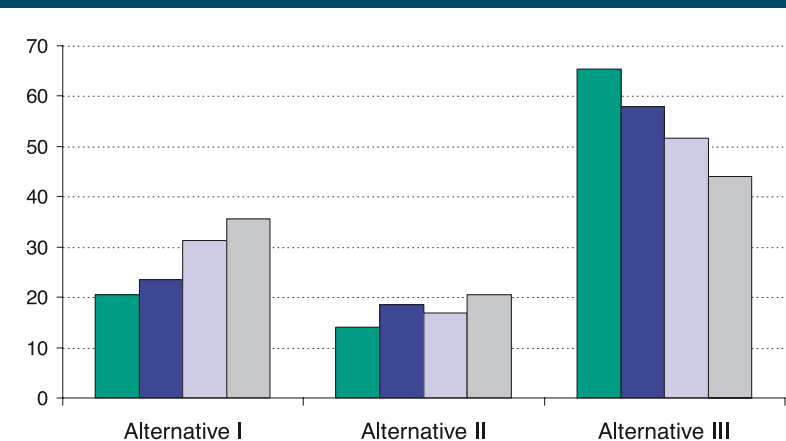
**Tabelle 5:  $\chi^2$ -Unabhängigkeitstests – Entscheidungsverhalten und Fragestellungen**

\* 10% Signifikanzniveau, \*\*\* 1% Signifikanzniveau

	Hohe Ausschüttung (Bruno 90 €)	Niedrige Ausschüttung (Bruno 40 €)
Niedrige Ausschüttung (Rolle des Teilnehmers unbekannt)	0,06*	9,4E-05***
Hohe Ausschüttung (Rolle des Teilnehmers unbekannt)	3,5E-05***	

Schaubild 1: Voten der 455 Teilnehmer für die vier unterschiedlichen Fragestellungen

■ Hohe Ausschüttung - Bruno 90 €  
■ Niedrige Ausschüttung - Bruno 40 €  
■ Hohe Ausschüttung - Rolle unbekannt  
■ Niedrige Ausschüttung - Rolle unbekannt  
 (Anteile in Prozent)



die Fachrichtung, die Risikofreudigkeit oder die politische Orientierung unserer Teilnehmer ihre Entscheidung zugunsten der effizienten Alternative oder zugunsten möglichst gleichverteilter Transferzahlungen beeinflusst.

Die 30% Teilnehmerinnen entschieden sich – statistisch gesehen – signifikant anders als ihre männlichen Mitspieler. Im Vergleich zur Benchmark – dem Entscheidungsverhalten aller Teilnehmer – bevorzugen die Frauen, relativ gesehen, weder die effizientere Lösung noch haben sie eine besondere Vorliebe zur möglichst nahen Gleichverteilung: Sie wählen in hohem Maße die mittlere Variante als Kompromisslösung!

Teilnehmer mit wirtschaftswissenschaftlichem Fachwissen – Studierende und Absolventen – bevorzugen vermehrt die effiziente Alternative mit der höchsten Gesamtauszahlung. Überraschend ist dies nicht, da sich die Ökonomen während ihres Studiums am ehesten mit Verteilungsfragen oder Effizienzgesichtspunkten auseinandersetzen. Dies deckt sich mit Ergebnissen von Laborexperimenten unter Studierenden (Fehr et al. 2006, Tab. 1). Im Gegensatz zu Fehr et al. ziehen unsere Wirtschaftswissenschaftler wesentlich stärker die gleichmäßigere Verteilungsalternative III vor.<sup>5</sup>

Bei einer Investitionsentscheidung geben 22% der Teilnehmer an, keinerlei Risiken eingehen zu wollen. Sie ziehen die Auszahlung eines sicheren Euro, der erwarteten höheren Auszahlung von 5 € bei gleichzeitig auch höherem Risiko (Volatilität) vor. Die Risikofreudigkeit hat jedoch keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Wahl der drei Alternativen.

<sup>5</sup> Bei Fehr et al. (2006, S. 1913) entschieden sich nur maximal 31% der studentischen Teilnehmer für Alternative III. Bei Engemann/Strobel (2004, S. 863) waren es immerhin 37% der VWL-Studierenden. In diesen Laborexperimenten war jedoch die Teilnehmerzahl – mit 30-162 Studierenden – deutlich geringer als in unserem Feldexperiment.

**Tabelle 6:  $\chi^2$ -Unabhängigkeitstests – Teilnehmercharakteristika und Entscheidungsverhalten**

(\*) 15% Signifikanzniveau, \* 10% Signifikanzniveau, \*\* 5% Signifikanzniveau, \*\*\* 1% Signifikanzniveau.

Hohe Ausschüttung (Bruno 90 €, festgelegte Rolle, N = 455)		Alternative I	Alternative II	Alternative III
<b>Geschlecht</b> (Frau, n = 138)	0,014**	16,7 %	14,1 %	65,3 %
<b>Fachrichtung</b> (Ökonomen, n = 232)	0,007***	26,3 %	11,6 %	62,1 %
<b>Risikofreudigkeit</b> (Investition ohne Risiko, n = 99)	0,637	21,2 %	11,1 %	67,7 %
<b>Politische Nähe I</b> (links inkl. SPD, n = 138)	0,665	18,6 %	15,2 %	65,2 %
<b>Politische Nähe II</b> (links der SPD, n = 52)	0,147(*)	25,0 %	21,1 %	53,9 %

Die Teilnehmer ordnen sich politisch überwiegend links der Mitte zu. Die Nähe zum Sozialismus oder der Sozialdemokratie scheint keinen Einfluss auf das Wahlverhalten zu haben. Einzig die Teilnehmer links der SPD schlagen (leicht) signifikant andere Verteilungsalternativen vor als der Teilnehmerkreis insgesamt. Es wäre zu erwarten gewesen, dass diese Teilnehmergruppe eine noch höhere Aversion gegenüber Ungleichverteilungen (d.h. Alternative I) aufweist. Doch genau das Gegenteil ist der Fall: Die politisch links stehenden Teilnehmer votieren am stärksten für die Alternative I – der effizienten Alternative mit dem höchsten Differenzbeitrag zwischen Anna und Knut!

#### Literatur

- Bolton, G.E.; Ockenfels, A. (2006) Inequality Aversion, Efficiency, and Maximin Preference in Simple Distribution Experiments: Comment, American Economic Review Vol. 96, Number 5 (December) S. 1906-1911
- Engemann, D.; Strobel, M. (2004) Inequality Aversion, Efficiency, and Ma-

ximin Preference in Simple Distribution Experiments, American Economic Review Vol. 94, Number 4 S. 867-769

- Engemann, D.; Strobel, M. (2006) Inequality Aversion, Efficiency, and Maximin Preference in Simple Distribution Experiments: Reply, American Economic Review Vol. 96, Number 5 (December) S. 1918-1923
- Fehr, E.; Naef, M.; Schmidt, K.M. (2006) Inequality Aversion, Efficiency, and Maximin Preference in Simple Distribution Experiments: Comment, American Economic Review Vol. 96, Number 5 (December) S. 1912-1917
- Piazolo, M. (2007a) Gerechtigkeit siegt über Eigennutz, Ein Ultimatum Bargaining Game anhand von WM-Tickets, in: Proceedings 5th International Conference on Management, Enterprise and Benchmarking, Budapest (1.-2. Juni 2007) S. 45-58
- Piazolo, M. (2007b) Und wieder siegt die Gleichverteilung, Graduate School of Management Zweibrücken, Fachhochschule Kaiserslautern (Juli 2007) mimeo.

Kontakt: Prof. Dr. Marc Piazolo; marc.piazolo@fh-kl.de

# Gründung und Entrepreneur

## Empirische Erforschung über die Ausprägung der Gründungsneigung

Prof. Dr. Walter Ruda, Prof. Dr. Thomas A. Martin, Dipl.-Betriebswirt (FH) Benjamin Danko

Unternehmensgründungen haben eine äußerst wichtige volkswirtschaftliche Funktion. Insbesondere innovative und technologieorientierte Business Start-ups üben positive Effekte auf Strukturwandel, Technologietransfer, Wirtschaftswachstum und Beschäftigung aus. Den Hochschulen wird in diesem Zusammenhang seit einigen Jahren eine wichtige Rolle beigemessen. Sie dienen als „Keimzellen“ von Inventionen, die aus Forschungs-Erkenntnissen resultieren, als Vorstufe zu zukunftssträchtigen Produkt-Innovationen, die überdurchschnittlich häufig von Akademikern erschlossen werden. Während sich die Entrepreneurship-Forschung bislang vermehrt auf den Gründungserfolg (d.h. die tatsächliche Realisation eines Gründungsvorhabens) von berufstätigen Absolventen fokussierte, ist die hierfür kausale Gründungsneigung von Studierenden weitgehend unerforscht. Das Zentrum für Mittelstands- und Gründungsökonomie (ZMG) in Verbindung mit dem FH-Campus Zweibrücken führte dazu eine empirische Erhebung bei Studierenden verschiedener Fachrichtungen durch. Die sog. GEST-Untersuchung belegt einen beachtlichen Anteil an potentiellen Gründern unter den befragten Studierenden und erforscht Kausalitäten hierfür.

### Einführung und Problembeschreibung

Die Einstellung bezüglich Entrepreneurship, als wichtigem Einflussfaktor unternehmerischer Aktivität, unterliegt seit einigen Jahren erhöhter Aufmerksamkeit politischer, akademischer sowie wirtschaftlicher Organisationen. Insbesondere die Unternehmertätigkeit von Studierenden und Akademikern gilt als eine entscheidende Quelle für Wirtschaftswachstum, Beschäftigung und Innovation.<sup>1</sup> Einerseits nimmt die grundsätzliche Gründungswahrscheinlichkeit mit dem Bildungsniveau zu,<sup>2</sup> andererseits gilt es als bestätigt, dass insbesondere akademisch qualifizierte Unternehmer eher stärker beziehungsweise schneller wachsende Unternehmen gründen.<sup>3</sup> Trotz der großen ökonomischen Tragweite des Unternehmensgründungsprozesses<sup>4</sup> wird die Entstehung neuer Wirtschaftseinheiten innerhalb der betriebswirtschaftlichen

Forschung vernachlässigt, vielmehr einfach vorausgesetzt.<sup>5</sup> Demzufolge besteht eine Forschungslücke hinsichtlich der für den Gründungserfolg sowohl förderlichen als auch hinderlichen Bedingungen innerhalb des Vorgründungsprozesses<sup>6</sup>. Dies gilt um so mehr bezüglich der unternehmerischen Beweggründe und Aktivitäten von Studierenden – dem zentralen Untersuchungsobjekt dieses Forschungsprojektes. Hierbei liegt das Ziel der Studie in einem Erkenntnisgewinn über Unterschiede im Gründungskontext. Deshalb wird – basierend auf Literaturrecherchen und diversen empirischen Studien – der Einfluss demographischer und studiumsbezogener Merkmale sowie verschiedener Faktoren wie Präferenzen, Einschätzungen, Barrieren und Erfahrungen auf die Gründungsaffinität per Hypothesentests analysiert.

### Forschungsdesign

Studien belegen, dass insbesondere Studierende der Ingenieurwissenschaften

und der Betriebswirtschaftslehre ein überdurchschnittlich hohes Interesse an der beruflichen Selbständigkeit zeigen<sup>7</sup> beziehungsweise die höchste Gründungswahrscheinlichkeit haben.<sup>8</sup> Das Forschungsprojekt fokussiert sich demnach auf Studierende aus Studiengängen im Bereich Betriebswirtschaftslehre, Bankwesen und Finanzdienstleistungen, Ingenieurwesen und Informatik, die als „hochpotentielle“ zukünftige Entrepreneur einzustufen sind. Der Datenerhebung diente ein entwickelter Fragebogen, der die Basis für die im ersten Quartal 2007 an den Fachhochschulen Kaiserslautern, Campus Zweibrücken, und Gießen-Friedberg durchgeführten schriftlichen Befragung von annähernd 700 Studierenden war. Bei den befragten Studierenden handelte es sich sowohl um grundständige Vollzeit-Studierende als auch um Teilnehmer berufsbegleitender Weiterbildungsstudiengänge mit Berufserfahrung. „Betriebswirtschaftliche Forschung setzt zweckmäßig an der Erfahrung an, die hochinformierte

<sup>1</sup> Vgl. Görisch (2002), S. 18; Martin/Ruda (2001), S. 137 ff.

<sup>2</sup> Vgl. Friedrich-Ebert-Stiftung (1998), S. 14, zitiert nach Uebelacker (2005), S. 80.

<sup>3</sup> Vgl. Friedrich-Ebert-Stiftung (1998), S. 14, zitiert nach Uebelacker (2005), S. 80.

<sup>4</sup> Vgl. Mellewig/Schmidt/Weller (2006), S. 94; Ruda/Martin (2000), S. 169 ff.

<sup>5</sup> Vgl. Ruda (2006), S. 2 ff.; Mellewig/Witt (2002), S. 82; Picot/Laub/Schneider (1989), S. 1; Kaiser/Gläser (1999), S. 14, zitiert nach Mellewig/Schmidt/Weller (2006), S. 94.

<sup>6</sup> Vgl. Mellewig/Schmidt/Weller (2006), S. 94.

<sup>7</sup> Vgl.: Schwarz/Grieshuber (2001), S. 105.

<sup>8</sup> Vgl.: Otten (2000), S. 12, zitiert nach Görisch (2002), S. 22.

# ship bei Studierenden

## und der Gründungsmotive von Studierenden (GEST-Studie)

Führungs- und Fachkräfte der Wirtschaftspraxis besitzen, nicht weil dadurch die exakte empirische Forschung ersetzt werden kann, sondern weil die heuristischen Verfahren der Gewinnung von Hypothesen dadurch wertvolle Ergänzungen erfahren“.<sup>9</sup> Deshalb wurden auch Studierende ausgewählt, die an berufsbegleitenden, weiterbildenden Studiengängen teilnehmen.

### Ausgewählte Ergebnisse

Von den befragten Studierenden ist etwa ein Drittel weiblich. Fast die Hälfte der Erhebungspersonen ist zwischen 20 und 25 Jahre alt. Die am stärksten vertretenen Studiengänge sind BWL/ Mittelstandsökonomie gefolgt von Wirtschaftsingenieurwesen. Etwa zwei Drittel befinden sich im ersten, fünften oder siebten Fachsemester.

Das Gründungsklima in Deutschland wird von weiblichen Studierenden ein wenig schlechter wahrgenommen als von ihren Kommilitonen, insgesamt jedoch leicht positiv. Bezüglich der Gründungsneigung an sich können 45 Prozent als „Gründungs-laien“ bezeichnet werden, etwa ein Zehntel als „Gründungssensibilisierte“, fast ein Drittel als „Gründungs-interessierte“ und jeweils 5 Prozent als „Gründer in Vorbereitung“ bzw. „Gründer“. Hierbei ist sozio-demographisch betrachtet ganz deutlich eine höhere Gründungsneigung bei männlichen, älteren Studierenden sowie bei Studierenden im Ingenieurwesen zu erkennen. Die Mehrheit der Studenten schätzt sich selbst als risikobereit ein, Studentinnen sind hingegen eher risikoscheu. Fast ein Drittel der Befragten gibt an, wenigstens

eine Gründungsidee im Kopf zu haben. Auch dies ist tendenziell häufiger bei männlichen, älteren Studierenden sowie bei Studiengängen aus dem Ingenieurwesen der Fall. Die Einschätzung der konkreten Gründungswahrscheinlichkeit beträgt durchschnittlich 38 Prozent, ist bei Frauen um vier Prozentpunkte höher ausgeprägt als bei Männern. Insgesamt nimmt die Gründungswahrscheinlichkeit jedoch tendenziell mit zunehmendem Lebensalter ab.

Bei den Zielen für die Gründung ist den Studierenden hinsichtlich ihrer beruflichen Selbständigkeit am wichtigsten die Verwirklichung eigener Ideen, gefolgt von Autonomie, Einkommen und Ausweg aus der Arbeitslosigkeit. Weniger wichtig sind demnach Selbstverwirklichung, Prestige und die Möglichkeit flexibler Arbeitszeiten. Das Streben nach Macht stellt das Schlusslicht dar. Mit zunehmendem Lebensalter wird der Ideenverwirklichung und der Autonomie eine höhere Bedeutung beigemessen, während die Bedeutung flexibler Arbeitszeiten nachlässt.

Als höchste Barriere, tatsächlich zu gründen, wird das Fehlen von Eigenkapital genannt, gefolgt von finanziellem Risiko, Fremdkapitalakquisition, fehlenden Kundenkontakten, nicht vorhandenen Geschäftsideen und Angst vor dem Scheitern. Auffallend ist, dass Studentinnen hinsichtlich der Kriterien Angst vor dem Scheitern und vor allem der konjunkturellen Lage mehr Schwierigkeiten sehen als Studenten.

Von den befragten Studierenden verfügt über die Hälfte über gar keine und ein Drittel bis zu fünfjähriger Führungserfahrung. Studentinnen haben in der Regel

überhaupt keine, die männlichen Studierenden durchschnittlich bis zu zweijährige Führungserfahrung, allein ältere Studierende weisen eine längere Führungserfahrung auf. Etwa 40 Prozent möchten im Team gründen. Teamgründungen sind bei den weiblichen sowie bei jüngeren Studierenden normalerweise stärker ausgeprägt. Über zwei Drittel möchten auf Vollzeit-Basis ihre berufliche Selbständigkeit ausüben. Studentinnen neigen hingegen im Vergleich häufiger zu einer Teilzeit-Basis.

An dieser Stelle kann nicht auf die Ergebnisse der Hypothesentests eingegangen werden, da dies den Rahmen des Forschungsberichtes „sprengen“ würde. Es gilt zu prüfen, ob und inwieweit die Annahmen der Literatur sowie die Ergebnisse empirischer Studien bezüglich Gründung und Entrepreneurship tendenziell mit den aktuellen Ergebnissen dieses Forschungsprojektes über die Gründungsneigung von Studierenden in Einklang stehen.

### Implikationen

Die dargestellten Ergebnisse bieten einen Einblick in die Gründungsneigung und die Auseinandersetzung von Studierenden mit dem Themenbereich Entrepreneurship. Das unternehmerische Potential beziehungsweise das Gründungsinteresse unter den Studierenden ist als überraschend positiv einzustufen, allerdings längst nicht ausgeschöpft. Ansatzpunkte im Bereich der Hochschulen sollten einerseits die Schaffung eines positiven Unternehmerbildes und Gründerklimas sowie eine weitere fächerübergreifende Durchdringung der Lehre mit Entrepreneurship-Inhalten sein, allerdings mit einer zielführenden Intensität. Die Studierenden sind nicht allein für

<sup>9</sup> Witte (1968), S. 23.

Entrepreneurship zu sensibilisieren, sondern müssen sich darüber hinaus verstärkt konkret damit auseinandersetzen und schlussendlich dafür interessieren. Denn Gründungsinteresse animiert die Invention von Geschäftsideen und ist für deren konkrete Realisierung unabdingbar.

Andererseits sind die Hochschulen gefordert, mehr Unterstützung im Bereich Entrepreneurship anzubieten. Dies ist in Form einer Anlaufstelle für sämtliche gründungsrelevante Fragen denkbar, mit der Folge, dass insbesondere unschlüssige beziehungsweise gründungs-scheue Studierende mit vorhandenen Geschäftsideen über ihre fehlenden Kenntnisse aufgeklärt oder deren letzte Zweifel relativiert werden können. Bei Studierenden die Selbständigkeit als eine attraktive Berufsperspektive gegenüber einer abhängigen Arbeitstellung erscheinen zu lassen, ist eine fächerübergreifende Aufgabe und Querschnittskompetenz.

Bei einer Etablierung eines derartigen, von den Hochschulen abzufordernden gründungsförderlichen Angebotspektrums sind offensichtlich positive Effekte auf Gründungssensibilisierung, Gründungsinteresse und schließlich Gründungsrealisation zu erwarten.

Bezieht man diese Maßnahmen auf den Personenkreis der befragten Studierenden und hierbei nur einmal allein auf die „Gründungs-laien“ mit 45-prozentigem Anteil, die sich bisher noch gar nicht mit dem Thema Gründung auseinandergesetzt haben, wird das Erschließungspotential an zusätzlichen gründungsmotivierten Studierenden offensichtlich.

Das Forschungsprojekt befindet sich zwar noch in einer frühen Phase, lässt allerdings bereits erste Schlussfolgerungen zu. Zudem bietet es die Basis für die regelmäßige Durchführung von Befragungen. Dadurch wird es möglich, Entwicklungstendenzen aufzuzeigen, die

mit tieferegreifenden Erkenntnissen über die Gründungsneigung von Studierenden einschließlich der hierbei entscheidenden Einflussfaktoren und Wirkungszusammenhänge einhergehen.

#### Ausgewählte Literatur

- Friedrich-Ebert-Stiftung (Hrsg.) (1998): Existenzgründungen nach dem Hochschulabschluss, Wirtschaftspolitische Diskurse, Nr. 120, Meckenheim.
- Görisch, J. (2002): Studierende und Selbständigkeit, in: Klandt, H./Weihe, H. (Hrsg.): Gründungsforschungsforum 2001 – Dokumentation des 5. G-Forums Lüneburg, 4./5. Oktober 2001, Lohmar/Köln, S. 17-33.
- Kaiser, L./Gläser, J. (1999): Entwicklungsphasen neugegründeter Unternehmen, 2. Auflage, Institut für Mittelstandsökonomie Universität Trier.
- Martin, Th. A./Ruda, W. (2001): Vernetzung von akademischer Unternehmerrausbildung und Gründerzentren – Kooperation zwischen dem Studiengang Mittelstandsökonomie und den Gründerzentren ErgoZ und Multimedia-Internet-Park Zweibrücken, in: Klandt, H./Nathusius, K./Mugler, J./Heil, A. H. (Hrsg.): Gründungsforschungsforum 2000, Dokumentation des 4. G-Forums Wien, 5./6. Oktober 2000, Lohmar-Köln 2001, S. 137 – 150.
- Mellewigt, T./Schmidt, F./Weller, I. (2006): Stuck in the Middle – Eine empirische Untersuchung zu Barrieren im Vorgründungsprozess, in: Ehrmann, T./Witt, P. (Hrsg.): Zeitschrift für Betriebswirtschaft, Special Issue 4, Entrepreneurship, Wiesbaden, S. 93-115.
- Mellewigt, T./Witt, P. (2002): Die Bedeutung des Vorgründungsprozesses für die Evolution von Unternehmen: Stand der empirischen Forschung, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 72, S. 81-110.
- Otten, C. (2000): Einflussfaktoren auf nascent entrepreneurs an Kölner Hochschulen, Department of Economic and Social Geography, Working Paper No. 2000-03, Universität Köln.

- Picot, A./Laub, U.-D./Schneider, D. (1989), Innovative Unternehmensgründungen – Eine ökonomisch-empirische Analyse, Berlin.
- Ruda, W. (2006): Existenzgründung, 2. verbess. Auflage, Schriftenreihe Bankmanagement im Verlag der Akademie Deutscher Genossenschaften, Montabaur.
- Ruda, W./Martin, Thomas A. (2000): Der Börsengang innovativer Start-up-Unternehmen am Neuen Markt – Chancen neugegründeter Wachstumsunternehmen ihr Wachstum zu finanzieren, in: Zeitschrift für Klein- und Mittelunternehmen IGA, Universität St. Gallen, 48. Jg., H. 3, S. 165 – 18.
- Ruda, W./Martin, Th. A./Ascuá, R./Danko, B.: Foundation Propensity and Entrepreneurship Characteristics of students in Germany, in: ICSB (ed.); Proceedings of the 53th World Conference of International Council for Small Business, Halifax 2008.
- Ruda, W./Martin, Th. A./Danko, B.: Foundation and Entrepreneurship of students in Germany – An empirical study, in: Proceedings of the World Entrepreneurship Summit, London 2008.
- Ruda, W./Martin, Th. A./Danko, B.: Gründung und Entrepreneurship von Studierenden. Teil I: Studentische Gründungstendenz und Entrepreneurship – Merkmale, in: FH-Rundschau, März 2008, S. 14-16.
- Schwarz, E./Grieshuber, E. (2001): Selbständigkeit als Alternative, in: Klandt, H./Nathusius, K./Mugler, J./Heil, A. H. (Hrsg.): Gründungsforschungsforum 2000, Dokumentation des 4. G-Forums, Wien, 5./6. Oktober 2000, Lohmar/Köln, S. 105-119.
- Uebelacker, S. (2005): Gründungsausbildung, Entrepreneurship Education an deutschen Hochschulen und ihre raumrelevanten Strukturen, Inhalte und Effekte, Wiesbaden.
- Witte, E. (1968): Die Organisation komplexer Entscheidungsverläufe – Materialien zum Forschungsbericht, Mannheim.



Kontakt: Prof. Dr. Walter Ruda  
walter.ruda@fh-kl.de

Prof. Dr. Thomas Martin  
thomas.martin@fh-kl.de

Mitarbeiter: Dipl.-Betriebswirt (FH) Benjamin Danko  
benjamin.danko@fh-kl.de

Projektpartner: Zentrum für Mittelstands- und Gründungsökonomie ZMG



**Kreissparkassen-Stiftung für die  
Fachhochschule Kaiserslautern**

 **Fachhochschule  
Kaiserslautern** | University of  
Applied Sciences

 **Kreissparkasse  
Kaiserslautern**  
Mehr als eine  
Bankverbindung

Wir fördern die Lehr- und Forschungstätigkeiten der Fachhochschule Kaiserslautern durch Preisverleihungen bei Studien- und Diplomarbeiten an Studenten, Absolventen und Assistenten.  
Kontakt: Kreissparkasse Kaiserslautern, Am Altenhof 12/14, 67655 KL, Tel: 0631-3636-0, Fax: 0631-3636-60000 oder Email: [posteingang@kskkaiserslautern.de](mailto:posteingang@kskkaiserslautern.de)

# Das Controller-Berufsbild in mit

Prof. Dr. Walter Ruda, Prof. Dr. Thomas A. Martin, Dipl.-Betriebswirt (FH) Holger Grünhagen, M.A.

Das Zentrum für Mittelstands- und Gründungsökonomie (ZMG) unter Leitung der Professoren Ruda und Martin vom FH-Campus Zweibrücken unter Mitarbeit von Dipl.-Betriebswirt (FH) Holger Grünhagen, M.A. führte eine vergleichende Studie bei Controllern aus mittelständischen und großen Unternehmen durch sowie eine Befragung von Zweibrücker BWL-Studierenden zum Berufsbild des Controllers. Das Forschungsprojekt wurde zeitweise durch die Landesinitiative „Wissen schafft Zukunft“ finanziell gefördert. Bei der Studie werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede im Controlling von kleinen und mittleren sowie großen Unternehmen untersucht. Durch die empirische Befragung von Controllern in den Jahren 2003-2006 ergeben sich neue statistisch gesicherte Befunde, die für die Praxis, Lehre und wissenschaftliche Diskussion von Bedeutung sind.

## Einführung und Problembeschreibung

Trotz vieler Controlling-Studien wurde dem Berufsbild des Controllers (Controller-ship) bisher eine noch vergleichsweise geringe empirische Aufmerksamkeit gewidmet. Das noch spezifischere Forschungsobjekt des Berufsbildes des Controllers in deutschen mittelständischen Unternehmen war zudem noch weniger Gegenstand von empirischen Erhebungen.<sup>1</sup> Deshalb ist nur begrenzt statistisches Material aus der Praxis verfügbar, das einen genaueren Einblick in diesen Beruf liefern könnte.

Die vorliegende Studie beschäftigt sich mit der Forschungsfrage, wie dieses Berufsbild beschrieben werden kann. Der Beitrag dokumentiert hier nur einen kleinen Teil der Studie, die Rolle und das Image des Controllers sowie seine Aufgabenfelder:

## Die empirische Untersuchung

Über mehrere Jahre hinweg erfolgte jährlich eine schriftliche Befragung von

Controllern zu deren Berufsbild, die am Arbeitskreis Controlling des RKW<sup>2</sup> Baden-Württemberg teilnehmen. Auf diesem Weg wurden bislang 62 Fragebögen in den Jahren 2003 bis 2006 erfasst, von denen 58 ausgewertet werden konnten. Obwohl das Datenmaterial bis 2000 zurückreicht, wurde die Auswertung im Rahmen dieses Beitrages auf den Zeitraum 2003 bis 2006 begrenzt.

## Ergebnisse

### Angaben zum Unternehmen

Im ersten Teil der Befragung wurden allgemeine Unternehmensdaten erhoben, wobei die Umsatzzahlen im Mittelpunkt standen.<sup>3</sup> Bei deren Auswertung wurden zur Größenklassifikation aus forschungspragmatischen Gründen die Größenklassen des deutschen Handelsgesetzbuches (HGB §267) übernommen. Die Klassen der kleinen und mittelgroßen Unternehmen (bis 31,12 Mio. €) wurden dabei zu einer Erhebungseinheit zusammen-

gefasst, weil sie als eine Gruppe (Mittelstand/KMU: Kleine und mittlere Unternehmen) betrachtet werden sollten.

### Rollen des Controllers

Wie verschiedene Studien gezeigt haben, lassen sich mehrere klassische Controller-Berufsbilder in Großunter-

<sup>1</sup> Siehe Kosmider (1994) und Studien allerdings zum Beteiligungscontroller in Großunternehmen: Littkemann/ Eisenberg/ Lerchl (2007), S. 137-144; Borchers (1999), S. 23-28; Kalwait (1998), S. 57-60; Preißner (1998), S. 217-221 oder auch Volk (1994); Weber/ Schäfer (1998) S. 227-233 und Zettelmeyer/Pfohl (1986), S. 125-132.

<sup>2</sup> „Das RKW Kompetenzzentrum fördert die Modernisierung der Wirtschaft durch anwendungsorientierte Forschung zu Zukunftsfragen und die Verbreitung von Lösungswegen für kleine und mittlere Unternehmen.“ Quelle: <http://www.rkw.de/>

<sup>3</sup> Zu Abgrenzungskriterien vgl. z.B. Arnold / Ruda (2006), S. 3 ff.

Abbildung 1: Angaben zu den Umsatzzahlen, Quelle: eigene Studie

Umsatz in Mio. €	absolut				relativ (in %)			
	2003	2004	2005	2006	2003	2004	2005	2006
bis 32,12	7	9	12	9	58%	75%	67%	56%
über 32,12	5	3	6	7	42%	25%	33%	44%
Summe	12	12	18	16	100%	100%	100%	100%

# telständischen Unternehmen

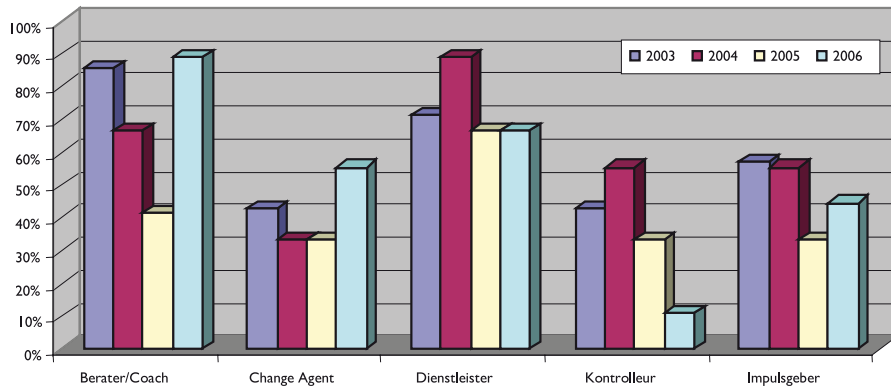


Abbildung 2: Rolle des Controllers in KMUs, Quelle: eigene Studie

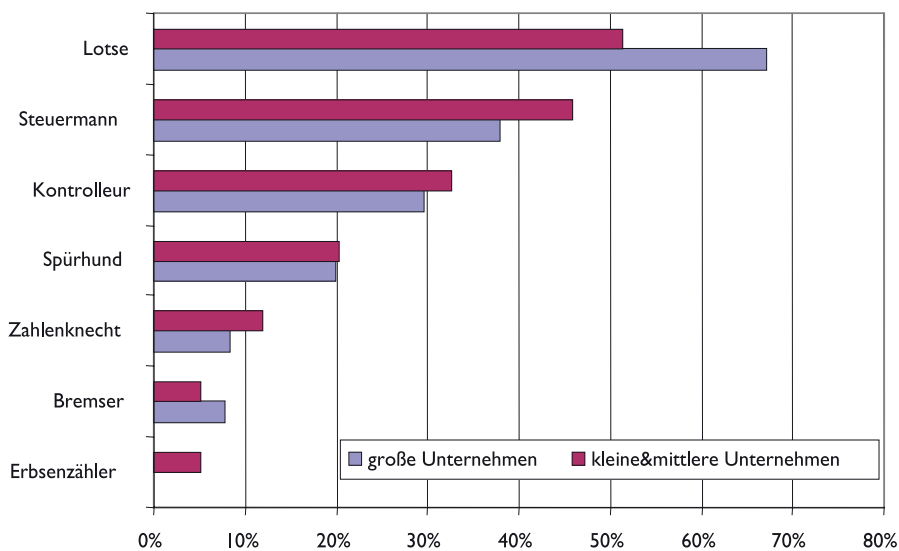


Abbildung 3: Controller-Images über die Jahre 2003-2006, Quelle: eigene Studie

nehmen unterscheiden.<sup>4</sup> Die vorliegende Untersuchung analysiert deren Verbreitung auch in KMUs.

Im Zeitablauf ist in den KMU die Rolle des „Change Agents“ (in ca. 40-50% der Fälle), des „Dienstleisters“ (65-85%) und des „Impulsgebers“ (30-50%) stabil geblieben. Die „Beraterrolle“ schwankt ausgeprägt, allerdings lagen die Befunde fast immer mit über 65% auf sehr hohem Niveau. Erkennbar ist eine tendenziell abnehmende Bedeutung des klassischen Rollenverständnisses „Kontrollleur“ im Zeitablauf.

Die Rollen des Dienstleisters sowie die des Beraters sind in großen Unternehmen am stärksten verbreitet (Ø 53% bzw. 74% in 2003-2006). Das Rollenbild des Controllers als „Kontrollleur“ ist über die Jahre hinweg in 40 - 45% der Unternehmen anzutreffen. An Bedeutung hat die Rolle des Impulsgebers gewonnen, die von ca. 17% auf 40% angestiegen ist.

An diesen Vergleichen ist zu erkennen, dass in den kleinen und mittleren Unternehmen die Rollenverteilung und deren Abgrenzung des Controllers nicht ganz so deutlich ausgeprägt ist wie in Großunternehmen.

## Image des Controllers

Die Controller wurden gebeten, eine eigene Einschätzung abzugeben, wie sie selbst von anderen Mitarbeitern im Unternehmen wahrgenommen werden.<sup>5</sup>

<sup>4</sup> Littkemmer/ Eisenberg/ Lerchl (2007), S. 142-143.

<sup>5</sup> Bei dieser Frage könnte es somit zu Unterschieden zwischen dem Eigenbild und dem Fremdbild kommen, da nicht die anderen Unternehmensangehörigen hierzu direkt befragt wurden.

In Abbildung 3 wurden die prozentualen Mittelwerte bzgl. des Controller-Images während der Erhebungsperioden ermittelt. Diese Durchschnittswerte geben somit Auskunft darüber, wie das Image des Controllers über alle Untersuchungsjahre hinweg war. In der Abbildung wurden die Ergebnisse der kleinen und mittleren sowie der großen Unternehmen gegenübergestellt.

Deutlich zu erkennen ist, dass die Reihenfolge der genannten Images in beiden Gruppen identisch ist. Sogar die relative Streuung ähnelt sich stark. Dies lässt auf betriebsgrößenübergreifend vorhandene Rollenverständnisse des Controllerberufes schließen. Lediglich in den großen Unternehmen wird der Controller etwas häufiger als Lotse wahrgenommen, wohingegen er in den kleinen und mittleren Unternehmen öfter als Steuermann fungiert.

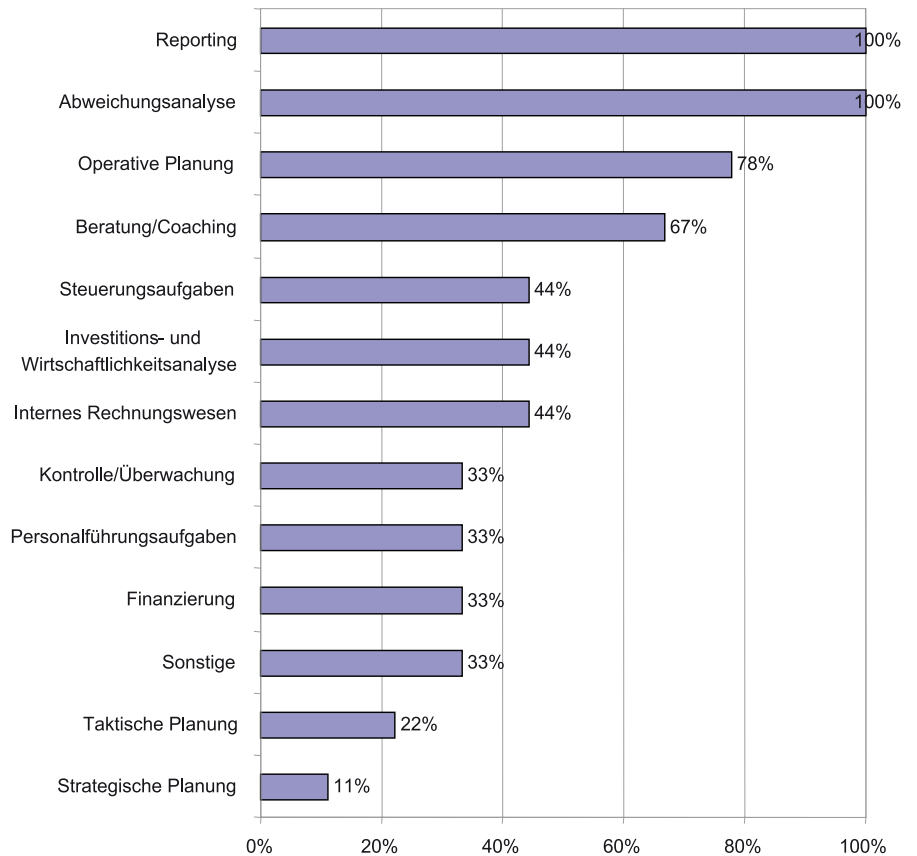
**Aufgabenfelder des Controllers**

Rollenverständnisse und konkrete Aufgabengebiete stehen in einer funktionalen Wechselwirkung. Die befragten Controller sollten deshalb die Relevanz verschiedener Aufgabengebiete im Rahmen ihrer Tätigkeit beurteilen. Ordnet man die sehr stark ausgeprägten Aufgabenfelder des Jahres 2006 entsprechend ihrer Nennungshäufigkeit bei kleinen und mittleren Unternehmen, so ergibt sich Abbildung 4.

Für ausnahmslos alle mittelständischen Unternehmen sind das Reporting (Berichtswesen) und Abweichungsanalysen als konstituierende Aufgabeninhalte zu erkennen. Die operativen, also kurzfristigen Planungsaufgaben, in der Regel von Größen des Rechnungswesens, folgen auf dem dritten Rang, gefolgt von Beratungs- und Coachingaufgaben, die eng mit dem gleichnamigen Rollenverständnis „Berater/Coach“ verbunden sind.

Vergleicht man die Rangfolge der Aufgaben mit den Großunternehmen in der Untersuchungseinheit, ergibt sich ein dif-

Abbildung 4: Ranking der sehr stark ausgeprägten Aufgabenfelder in KMUs (2006), Quelle: eigene Studie



ferenziertes Ergebnis. Es sind drei Hauptabweichungen zu erkennen: Erstens ist die Investitions- und Wirtschaftlichkeitsanalyse in sehr stark ausgeprägter Form in 44 % der kleinen und mittleren Unternehmen anzutreffen, jedoch nur zu 14 % in den großen Unternehmen. Zweitens sind in den mittelständischen Unternehmen die Personalführungsaufgaben in 33 % der Fälle wesentlicher Teil des Aufgabenfeldes des Controllers. Im Jahr 2006 wurde diese Aufgabe bei keinem Großunternehmen genannt. Drittens wurden die sonstigen Aufgabenfelder nur bei 33 % der kleineren Unternehmen als sehr ausgeprägt genannt und bei immerhin 67 % der großen Unternehmen. Hier wäre eine weitere Untersuchung interessant, welche genauen Aufgabenfelder darunter zu verstehen sind.

Die großen Unternehmen haben demnach eine klarere Unterscheidung derjenigen Aufgabenfelder, die für das Controller-Berufsbild relevant sind, und derjenigen Tätigkeiten, die nicht vom Controller wahrgenommen werden. In kleineren und mittleren Unternehmen ist diese Abgrenzung nicht so deutlich ausgeprägt, was für die auch theoretisch ableitbare geringere Arbeitsteilung im Mittelstand spricht.

**Zusammenfassung und Ausblick**

Der Controller in KMU hat im Vergleich mit Großunternehmen ein wesentlich breiteres, aber weniger tiefes Aufgabenfeld als der Controller im Großunternehmen oder Konzern. Somit könnte man den Controller in KMUs als „Generalisten“ und den in Großunternehmen

als „Spezialisten“ betrachten. Insgesamt ähnelt das Controlling-Berufsbild in deutschen KMU eher den in der Literatur beschriebenen Aufgaben im US-amerikanischen Controlling als denen in deutschen Großunternehmen.

Das Berufsbild des Controllers im Mittelstand stellt sich entsprechend dieser Studie als eine herausfordernde und interessante Tätigkeit dar. Die Längsschnitt-Analyse zeigt im Zeitablauf verschiedene Veränderungen auf. Hierbei ist es interessant, diese auch in weiterer Zukunft zu verfolgen und noch tiefergehendere Analysen durchzuführen.

Die bisher gewonnenen Erkenntnisse können eine Reihe von Folgen für die Praxis haben. Vermutlich wird im Hochschul- und Weiterbildungsbereich eine weitere Spezialisierung der Lehre stattfinden, damit dem Arbeitsmarkt und somit den Unternehmen auch künftig gut ausgebildete, aber tendenziell spezialisierte Controller zur Verfügung stehen. Die Personalverantwortlichen in KMUs könnten künftig noch gezielter im Bereich der Personalbeschaffung vorgehen, evtl. auch Kooperationen mit Hochschulen eingehen, die Control-

ler-Generalisten hervorbringen. Auch die Weiterbildung im Human Resource Management kann wichtige Impulse erfahren. Ein weiterer Ansatz für empirische Arbeiten im KMU-Controlling liegt in dem Vergleich unterschiedlicher Länder:

#### Ausgewählte Literatur

- Arnold, W./ Ruda, W. (2006): Grundlagen einer Mittelstandsökonomie, Montabaur.
- Borchers, S. (1999): Konzerncontroller in der Praxis. Eine empirische Untersuchung, in: Controlling, 11. Jg., H. 1, p. 23-28.
- Kalwait, R., et al. (1998): Wenn Controller wechseln wollen: Controller's Anforderungsprofil, in: Controller Magazin, 23. Jg., H. 1, p. 57-60.
- Kosmider, A. (1994): Controlling im Mittelstand, Stuttgart.
- Littkemann, J./ Eisenberg, D./ Lerchl, S. (2007): Der Beteiligungscontroller in der Praxis, in: Controlling, H. 3, p. 137-144.
- Preißner, A. (1998): Was machen Controller? Eine Analyse von 600 überregionalen Stellenangeboten, in: Controller Magazin, 23. Jg., H. 3, p. 217-221.
- Ruda, W. (2002): Controlling, Montabaur.
- Ruda, W./Martin, Th. A./Grünhagen, H.: Essential Characteristics of the Controller-job description in German Small

and Mediumsized Enterprises, in Budapest Polytechnic (Hrsg.): Proceedings of the 6th International Conference on Management, Enterprise and Benchmarking, Budapest 2008, S. 45-56.

- Ruda, W./Martin, Th. A./Grünhagen, H.: Das Berufsbild des Controllers in mittelständischen Unternehmen. Teil II: Die studentische Sichtweise des Berufsbildes, in: FH-Rundschau, Juni 2008, S. 25-27.
- Ruda, W./Martin, Th. A./Grünhagen, H.: Das Controller-Berufsbild in mittelständischen Unternehmen. Teil I: Eine empirische Studie zum Controlling-Selbstbild, in: FH-Rundschau, Dezember 2007, S. 28-31.
- Volk, G. (1994): Das Anforderungsprofil an den Beteiligungscontroller. Eine Untersuchung unter Analyse von Stellenanzeigen, in: Schulte, C. (Hrsg.), Beteiligungscontroller, Wiesbaden.
- Weber, J./ Schäfer, U. (1998), Controlling-Entwicklung im Spiegel von Stellenanzeigen 1990-1994, in: Kostenrechnungspraxis, H. 4, p. 227-233.
- Zettelmeyer, B./ Pfohl, H.-C. (1986): Anforderungen an den Controller in der Literatur und in Stellenanzeigen, in: Kostenrechnungspraxis, H. 4, p. 125-132.

**Internet-Link:** [www.rkw.de](http://www.rkw.de)

**Kontakt:** Prof. Dr. Walter Ruda  
walter.ruda@fh-kl.de

Prof. Dr. Thomas A. Martin  
thomas.martin@fh-kl.de

**Mitarbeiter:** Dipl.-Betriebswirt (FH) Holger Grünhagen, M.A.  
holger.gruenhagen@fh-kl.de

**Förderung:** Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Jugend und Kultur, Landesinitiative „Wissenschaft schafft Zukunft“

**Projektpartner:** Zentrum für Mittelstands- und Gründungsökonomie, ZMG

# Visualisierung von meteorolo

Prof. Dr. Manfred Brill, Dipl.-Inf. (FH) Tobias Spies

Die Visualisierung von meteorologischen Satellitendaten wird traditionell mit zweidimensionalen Methoden durchgeführt. Die technologischen Fortschritte in der Datenerfassung in den letzten Jahren bieten die Möglichkeit, Daten mit einer größeren Reichweite und insbesondere mit höheren Auflösungen zu sammeln. Die Datenwerte liegen nun als ein Volumendatensatz vor. Diese Daten erfordern den Einsatz von neuen Visualisierungsalgorithmen, die bisher vor allem in der medizinischen Visualisierung eingesetzt wurden.

Das Projekt wird in einer Kooperation mit dem GeoResources Institute der Mississippi State University in U.S.A durchgeführt. Das Projekt wird in U.S.A. aus Mitteln des Applied Science Program des NASA Science Mission Directorate, Earth System Division unterstützt.

## Die Datenquellen

Die Tropical Rainfall Measurement Mission (TRMM) von NASA und JAXA enthält ein Precipitation Radar (PR). Im Gegensatz zu anderen Radarmessgeräten ist dieses Gerät in der Lage, Daten nicht nur in Längen- und Breitengraden, sondern auch in verschiedenen Höhen aufzuzeichnen. Damit stehen räumliche Daten über Temperatur, Wassergehalt und andere meteorologische Profile zur Verfügung. Die Daten, die hier betrachtet werden, stammen aus dem „radar rainfall rate and profile“ 2A25. Diese Daten stehen im HDF-Format auf der Website des Goddard Distributed Active Archive Center zur Verfügung ([1]).

Jeder Datensatz bietet einen Orbit des TRMM-Satelliten, bestehend aus 9249 Abschnitten. Dabei hat jeder dieser Abschnitte einen Beobachtungsabschnitt von 245 km horizontal und 20 km vertikal. Die Daten liegen in 80 Höhen vor.

## Visualisierungsmethoden

Eine Möglichkeit für die Visualisierung ist die Integration der herkömmlichen Darstellung (Abbildung 1) als zweidimensionalen Schnitt in eine 3D-Darstellung, wie in Abbildung 2 dargestellt.

Die vorliegenden Daten sind ein Volumendatensatz mit mehreren skalaren Attributen. Diese Form von Datensätzen

liegen auch in der medizinischen Visualisierung vor; dort sind die Skalare Dichtewerte in einem CT-Datensatz. Abbildung 3 zeigt die typische Anwendung dieser Daten. Die Gewebedichten werden in RGBA-Werte transferiert und anschließend als Konturflächen mit Hilfe von polygonalen Netzen dargestellt.

Für die Visualisierung mit Hilfe von Konturflächen wird häufig der Marching Cubes-Algorithmus [2] verwendet. Mit Hilfe dieses Algorithmus werden für einen gegebenen Konturwert Dreiecke berechnet; die anschließend mit Standardmethoden der Computergrafik gerendert werden können.

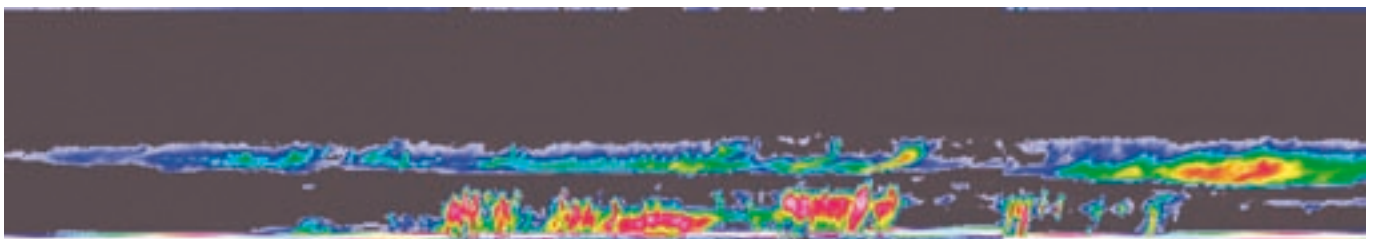


Abbildung 1: Traditionelle Darstellung von meteorologischen Satellitendaten

# gischen Daten

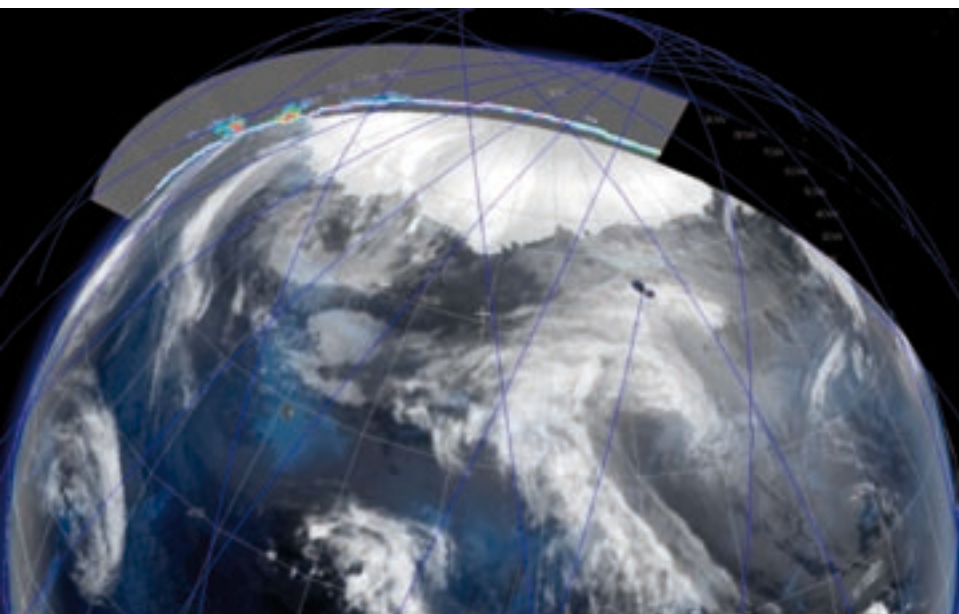


Abbildung 2: Integration eines zweidimensionalen Schnitts in eine räumliche Darstellung

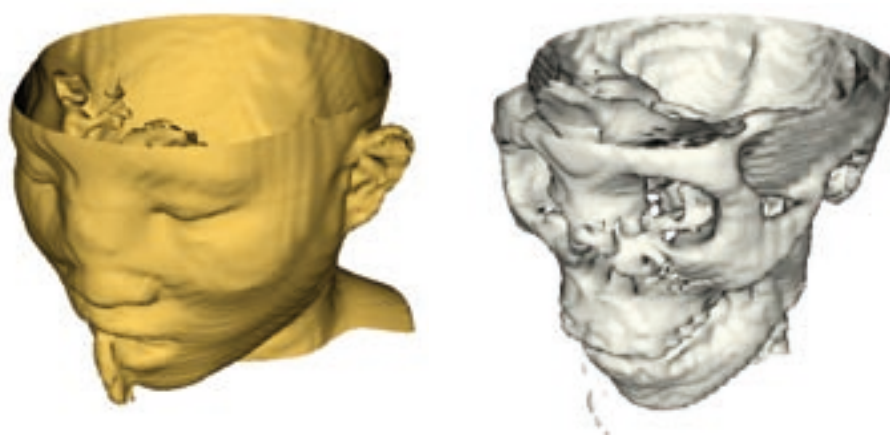


Abbildung 3: Visualisierung von medizinischen Datensätzen

## Die implementierte Visualisierungspipeline

Um den Anwendern bei der NASA die neuen Visualisierungsmethoden zur Verfügung zu stellen, wurde die von der NASA entwickelte Software WorldWind ([3]) eingesetzt. WorldWind bietet eine Plugin-Schnittstelle, mit deren Hilfe die Visualisierung integriert wurde. Damit ist sicher gestellt, dass die Anwender in ihrer gewohnten Arbeitsumgebung mit den neuen Möglichkeiten experimentieren können. Verwendet wurde WorldWind 1.3, das in C# implementiert ist. Als Renderer steht Direct3D zur Verfügung; damit ist gewährleistet, dass eine große Menge von Dreiecken auf einem Desktop-Rechner flüssig dargestellt werden können.

Für das Datenhandling und die Berechnung der Konturflächen mit Hilfe von Marching Cubes wird der Visualization Toolkit (VTK) ([4]) in der Version 5.0 verwendet. VTK ist weit verbreitet und bietet eine Vielzahl von Daten-Interfaces; darüber hinaus enthält VTK die Referenzimplementierung des Marching Cubes-Algorithmus. VTK gibt es mit Bindungen an C++ und Java. Um die Berechnung der Konturflächen in WorldWind zu integrieren, wurde eine C#/C++-Kopplung implementiert. Die VTK-Pipeline wird als dll-Datei aus C# aufgerufen. Innerhalb dieser dll werden die von Marching Cubes generierten polygonalen Netze an Direct3D übergeben. Die Benutzungsoberfläche mit Möglichkeiten zur Auswahl eines Datensatzes, Auswahl des gewünschten Konturwerts und anderer visuellen Eigenschaften, wie in Abbildung 4, ist in C# realisiert ([5]).

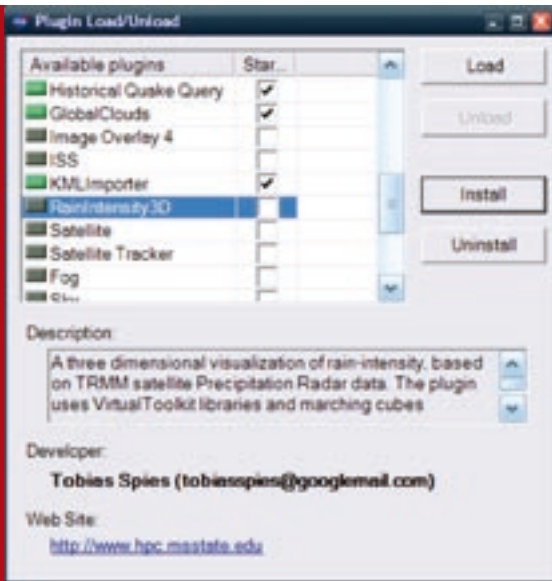


Abbildung 4:  
Plugin-Dialog in WorldWind

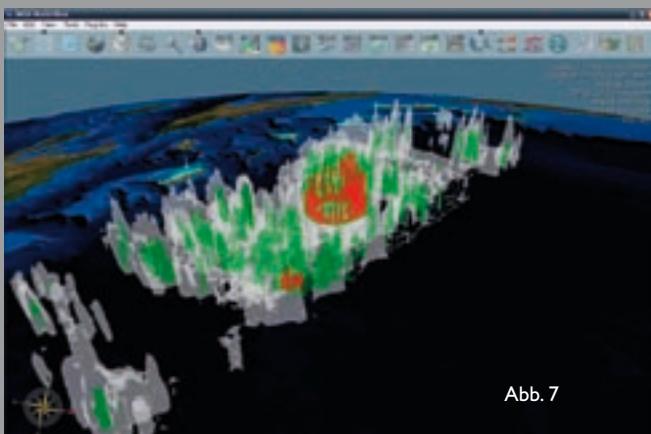
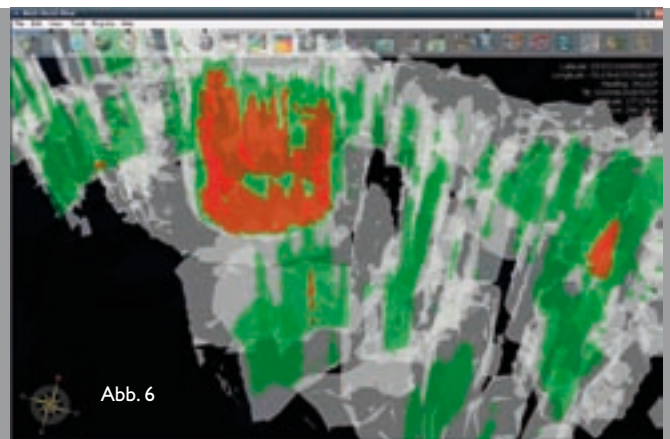
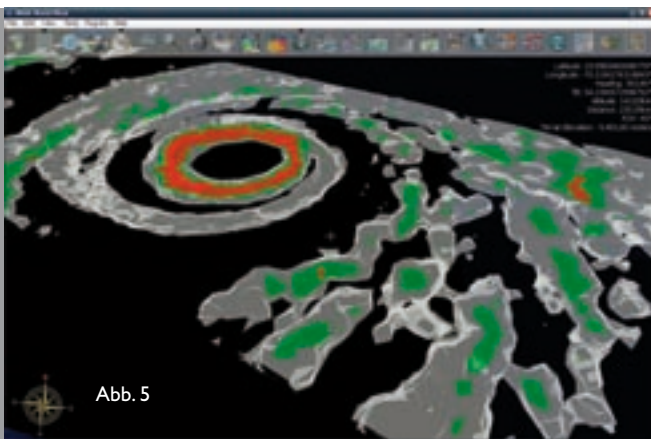


Abbildung 5: Darstellung mehrerer Konturwerte  
Abbildung 6: Höhenskalierung der Konturflächen  
Abbildung 7: Semitransparente Konturflächen



## Ergebnisse

Das Plugin ist in der Lage, verschiedene Konturwerte in einer Darstellung zu kombinieren; dabei können die Flächen unterschiedlich eingefärbt werden (Abbildung 5). Darüber hinaus können die Flächen in der Höhe gestreckt werden (Abbildung 6) und semitransparent gerendert werden (Abbildung 7).

## Aktuelle Weiterentwicklungen

Hauptziel des Projekts ist die immersive Visualisierung der Daten in einem CAVE oder einer Power-Wall. Dazu wird zur Zeit im Rahmen einer Diplomarbeit im Fachbereich Informatik und Mikrosystemtechnik eine Render-Methode für die Volumendaten auf der Basis von 3D-Texturen implementiert. Diese 3D-Texturen, kombiniert mit der High-Level-Shader Sprache GLSL, werden interaktive Frameraten bieten. Insbesondere sind diese Verfahren besser für das Rendern von semitransparenten Flächen geeignet. Weiterhin wird mit Hilfe von GLSL ein Ray-Casting-Verfahren implementiert. Auch hier sollen interaktive Frameraten erzielt werden.

Für die immersive Visualisierung wird darüber hinaus eine Stand-Alone-Lösung auf Basis von C++, OpenGL und VRJuggler implementiert.

## Literatur

- [1] Goddard Distributed Active Archive Center – TRMM Data Access, <http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/data/datapool/TRMM/>.
- [2] W. E. Lorensen, H.E. Cline: Marching Cubes – A High Resolution 3D Surface Construction Algorithm, *Siggraph 1987*, vol. 21, 163 – 169, 1987.
- [3] National Aeronautics and Space Administration: Worldwind, <http://worldwind.arc.nasa.gov/>.
- [4] W. J. Schröder, K.M. Martin, W.E. Lorensen: *The Visualization Toolkit – an Object-Oriented Approach to 3D Graphics*, Kitware, 2005.
- [5] Tobias Spies: *Geospatial Visualization Techniques*, Diplomarbeit Fachhochschule Kaiserslautern, 2007.
- [6] Manfred Brill, Robert Moorhead, Tobias Spies: *Remote Sensing Information Visualization Using Volume Based Objects in World Wind*, IGARSS 07, Barcelona, 2007.

Kontakt: Prof. Dr. Manfred Brill  
manfred.brill@fh-kl.de

Mitarbeiter: Dipl.-Inf.(FH) Tobias Spies

Projektpartner: Prof. Dr. Robert Moorhead, GeoResources Institute  
Mississippi State University  
Mississippi State, MS 39762, USA

# FH-Info – Ein modernes Hoch- und Studierende

Prof. Dr. Bernhard Schiefer

In diesem Beitrag wird das an und für die FH Kaiserslautern entwickelte FHInfo-System vorgestellt. Das System soll den Mitarbeiter(innen) in den Fachbereichen die Arbeit erleichtern und die Studienbedingungen für unsere Studierenden verbessern.

Die Hochschule konnte während der letzten Jahre mit FHInfo eine zentrale, auf ihre Bedürfnisse passende IT-basierte Informations- und Kommunikationsstruktur erfolgreich etablieren, die sowohl bei Mitarbeitern als auch bei den Studierenden auf große Akzeptanz stößt. Durch das zentrale FHInfo-System wird die Hochschule mit ihren drei verteilten Standorten (Kaiserslautern, Pirmasens und Zweibrücken) in die Lage versetzt, ihre Service-Dienste nach innen und außen wesentlich zu optimieren. Zahlreiche wichtige Basisfunktionalitäten sind inzwischen im Produktivbetrieb, weitere werden derzeit getestet bzw. sind noch in der Entwicklungsphase.

## Einführung

An der FH Kaiserslautern wird schon seit 1994 Software der HIS Hochschul-Informationen-System GmbH [www.his.de] zur Verwaltung der Stammdaten der Mitarbeiter und Studierenden sowie zur Haushaltsmittel-, Prüfungs- und Raumverwaltung eingesetzt. Zugriff auf die in diesen Systemen geführten Daten hatten jedoch nur wenige Mitarbeiter in der Verwaltung und im Prüfungsamt. Da ein direkter Zugriff auf Informationen für die Mitarbeiter selbst nicht möglich war, konnten selbst einfache Fragen (z.B.: Wer ist für was zuständig? Welcher Mitarbeiter ist unter welcher Rufnummer in welchem Büro erreichbar? Welcher Assistent ist welchem Professor zugeordnet?) nur mit einigem Aufwand beantwortet werden. Studierende mussten sich auf Aushänge als einzige Informationsquelle stützen.

Die Geburtsstunde des FHInfo-Systems liegt im Jahre 2000, als im Rahmen erster Informatikprojekte die Basis dafür gelegt wurde, Mitarbeiter- und Raumdaten direkt in den Dekanaten zu pflegen und auf den Web-Seiten der Hochschule diese Informationen darzustellen. Aus diesen Anfängen heraus wurde der Ansatz weiterentwickelt, eine internetbasierte Platt-

form zu schaffen, die es ermöglicht, die Arbeit dorthin zu verlagern, wo sie am kompetentesten und einfachsten erledigt werden kann. So können zum Beispiel inzwischen die Fachbereiche selbst die Informationen zu ihren Studiengängen pflegen, welche etwa von der Studienberatung und für den Web-Auftritt verwendet werden. Neben den Fachbereichen sind inzwischen auch alle Teile der zentralen Verwaltung in FHInfo eingebunden.

Bei den Mitarbeitern gibt es natürlich unterschiedliche Informationsbedürfnisse in Abhängigkeit von Aufgaben (Verwaltung, Lehre, Forschung, ...) und zugeordnetem Fachbereich. Das gilt genauso auch für die Studierenden in Abhängigkeit von Studiengang, Fachsemester und dem individuellen Studienverlauf. Eine dritte relevante Gruppe sind externe Personen, wie z.B. Studieninteressierte, ehemalige Studierende (Alumni) oder potenzielle Projektpartner. Aus diesem Grund wurde FHInfo als rollenbasiertes, personalisierbares System entwickelt, das allen Beteiligten genau die jeweils relevanten Funktionen zur Verfügung stellt.

Nahezu die gesamte benötigte Funktionalität wurde im Rahmen zahlreicher Projektarbeiten und Diplomarbeiten

auf Basis einer zentralen relationalen Datenbank und aktueller Java EE Technologie innerhalb der Hochschule selbst entwickelt.

## Anwendungen im Überblick

Der Überblick beschränkt sich auf die derzeit produktiv genutzten oder kurz vor der Produktivsetzung stehenden Projekte.

### I. Anwendungen für Mitarbeiter

Eine ganze Reihe von Anwendungen steht den Mitarbeitern inzwischen zur Verfügung und wird intensiv genutzt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sowohl die Anzahl der Anwendungen als auch die Funktionalität innerhalb einer Anwendung von der Rolle des angemeldeten Benutzers abhängt. Dozenten haben z.B. in der Regel andere Informationsbedürfnisse als Dekanatsmitarbeiter oder Mitarbeiter des Rechenzentrums. Aktuell kennt das FHInfo-System 12 Rollen, von denen einzelne Personen auch mehrere gleichzeitig innehaben können.

■ Verwaltung von Personaldaten (Name, Telefon, Raum, Email, Sprechstunde, Publikationen, Forschungsgebiete, ...) mit Zuordnung von Personen zu Tätigkeitsgruppen (Projekte, Gremien, Ausschüsse, ...)

# schulportal für Mitarbeiter

- Suche nach Personen (mit der Möglichkeit, das Suchergebnis als Email-Adressaten zu übernehmen, oder entsprechende Drucklisten zu erzeugen)
- Raumverwaltungs- und -reservierungssystem mit Verwaltung von Raumstammdaten (Größe, Ausstattung, verantwortliche Personen, ...)
- Studienverzeichnis – Darstellung des Studienangebotes und Basis vieler weiterer Komponenten – aber auch zur Vorbereitung von Akkreditierungen mit der Möglichkeit ein Modulhandbuch zu drucken (Module, Veranstaltungen, Dozenten)
- Stundenplan – Anlegen von Veranstaltungen mit mehreren (evtl. auch teilnehmerbeschränkten) Übungsgruppen, für die dann eine Online-Anmeldemöglichkeit für die Studierenden besteht. Zusatzfunktionen: Email-Verteiler-Funktion, Anwesenheitslisten drucken, ...
- Terminverwaltung – Erweiterung der Stundenplananwendung um Besprechungstermine, Ausschusssitzungen etc. zu planen und zu verwalten
- Prüfungsplanerstellung und –präsentation – Ermöglicht zum Beispiel für die Dozenten den einfachen Zugriff auf die Daten zu den eigenen Prüfungen sowie zu den Teilnehmern.
- Notenstatistiken (Notenverteilung über alle Fächer eines Studiengangs, oder für ein Fach über mehrere Semester, Überblick über Studierendenverteilung)
- Studienarbeiten (Verwaltung von Praxissemester-, Diplom-, Bachelor- und Masterarbeiten)

- Kooperationsprojekte – Forschungsprojekte (Erfassung, Pflege, Außendarstellung, Projektberichte, ...)
- Kontaktverwaltung (zentrale Adressverwaltung – Enthält u.a. alle Kontakte aus Studienarbeiten und Kooperationsprojekten, diverse Suchmöglichkeiten, z.B. Umkreissuche)
- Online Pinnwand zur Verteilung von Nachrichten, Angeboten, Ankündigungen

## 2. Anwendungen für Studierende

Bei den Studierenden gibt es keine unterschiedlichen Rechte jedoch sind unterschiedliche Anwendungen je nach Studiengang konfigurierbar:

- Stundenplan – Zusammenstellen eines persönlichen Stundenplans durch Eintragen in (teilnehmerbeschränkte) Übungsgruppen
- Noten (Eigene Klausurergebnisse + Statistiken)
- Studienarbeiten – Übersicht über alle bisher bearbeiteten Themen und kooperierenden Firmen. Eine Suche ist nach Themen und Firmen möglich. Nach Abschluss der Arbeit können Angaben zur externen Darstellung der eigenen Arbeit durch eine Kurzfassung in deutsch und englisch sowie Bilder zur Illustration ergänzt werden.
- Studienverzeichnis – einfacher Zugriff auf alle Modulbeschreibungen
- Traffic-Monitor – zur Anzeige des aktuellen Verbrauchs an Netzwerkverkehr (aktuell erhalten Studierende standardmäßig 10 GB Netzwerkverkehr pro Monat zugestanden)
- Online Pinnwand (analog zu Mitarbeiter) – auf die, für die jeweilige Zielgruppe (Studiengang, Semester)

relevanten Informationen kann dabei immer direkt zugegriffen werden.

## 3. Anwendungen für Studierende und Mitarbeiter

Für alle Studierenden und Mitarbeiter stehen darüber hinaus verschiedene weitere Channels zur Verfügung, die größtenteils auf bereits in uPortal vorhandenen Standard-Channels aufbauen.

- Pressespiegel (FHInfo)
- News-Channel
- Konfigurierbare rss-Feeds
- Link-Verwaltung
- Chat und Forum (geplant)

### Beispiel:

#### Detailanwendung Notenabfrage

Hier werden nur lesende Zugriffe auf die Leistungsdaten ermöglicht. Klausuranmeldung und Hochladen von Notenlisten durch Dozenten erfolgt über die HISQIS Web-Lösung.

#### Studierendensicht

Übersicht über Klausuranmeldungen und abgelegte Leistungen. Verteilungstatistiken für eigene Klausuren. Selbständiger Ausdruck von aktuellen Notenspiegeln.

#### Mitarbeitersicht

Mitarbeiter können hier umfangreiche Statistiken über die Verteilung der Studierenden nach Lehrplan- oder Studiensemester einsehen sowie über die Leistungen in den Fächern des eigenen Fachbereiches abrufen. Dabei ist eine Auswertung für ein Fach über alle vorhandenen Semester möglich, als auch für alle Fächer eines Studiengangs und eines bestimmten Semesters.

Detailanwendung Notenabfrage



Detailanwendung Individueller Stundenplan



**Beispiel: Detailanwendung Individueller Stundenplan**

Diese Komponente ermöglicht die Anmeldung der Studierenden zu Veranstaltungen, die sie besuchen möchten. Dies schafft eine bessere Planungsgrundlage für Stundenplan und Raumverwaltung. Für die Studierenden ergibt sich der Vorteil, dass die Besucher einer Veranstaltung gezielt mit Material und Informationen versorgt werden können. Einträge können im iCalendar-Format exportiert und in lokale Kalender (wie z.B. Outlook oder Sunbird) übernommen werden.

**Dekanatssicht**

Anlegen von Stundenplandaten mit integrierter Raumbuchung. Dabei ist eine Übernahme von Daten aus dem Planungsprogramm gp-Untis vorgesehen. Alternativ kann auch der

Plan aus einem Vorsemester kopiert und überarbeitet werden.

**Studierendensicht**

Aus den für den jeweiligen Studiengang freigegebenen Veranstaltungen können Studierende sich ihren individuellen Stundenplan zusammenstellen. Kollidierende Veranstaltungstermine werden dabei aufgezeigt. Bis zum Ablauf einer festlegbaren Frist können Studierende sich so selbst zu Veranstaltungen an- und abmelden. Die Auswahl einer Veranstaltung hat die Eintragungen in die veranstaltungsspezifische Email-Verteilerliste zur Folge.

**Dozentensicht**

Dozenten und Assistenten erhalten hier einen Überblick über die zu den Veranstaltungen angemeldeten Teilnehmer. Sie können die Listen bearbeiten und Teilnehmer auf Wartepositionen in andere

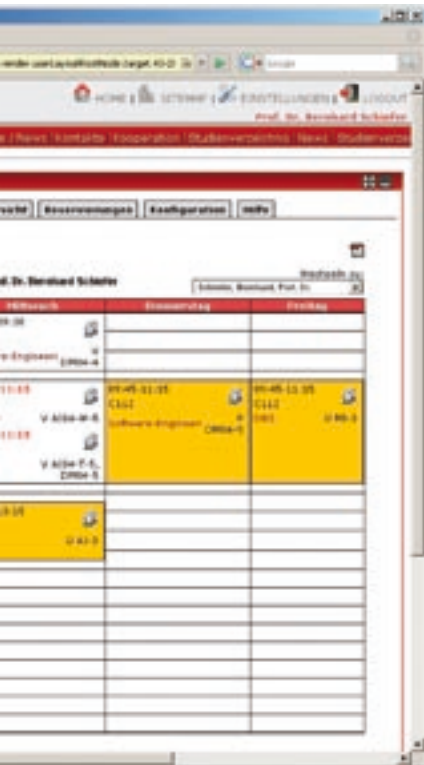
Gruppen verschieben. Veranstaltungsspezifische Emails können versandt werden. Außerdem können Anwesenheitslisten in unterschiedlichen Formaten gedruckt werden. Auch für diese Gruppen gibt es die Möglichkeit des Exports der Termine.

**Beispiel: Detailanwendung Forschungs-/Kooperationsprojekte**

Forschungs- und andere Kooperationsprojekte können hier erfasst und gepflegt werden. Allen Dozenten können mehrere Kompetenzfelder und Forschungsgebiete zugeordnet werden, so dass es potentiellen Kooperationspartnern erleichtert wird, einen geeigneten Ansprechpartner zu finden.

Aktuell durchgeführte und auch abgeschlossene Projekte werden hier zusammen mit den im Lauf der Projektdurch-

Detailanwendung Forschungs-/Kooperationsprojekte



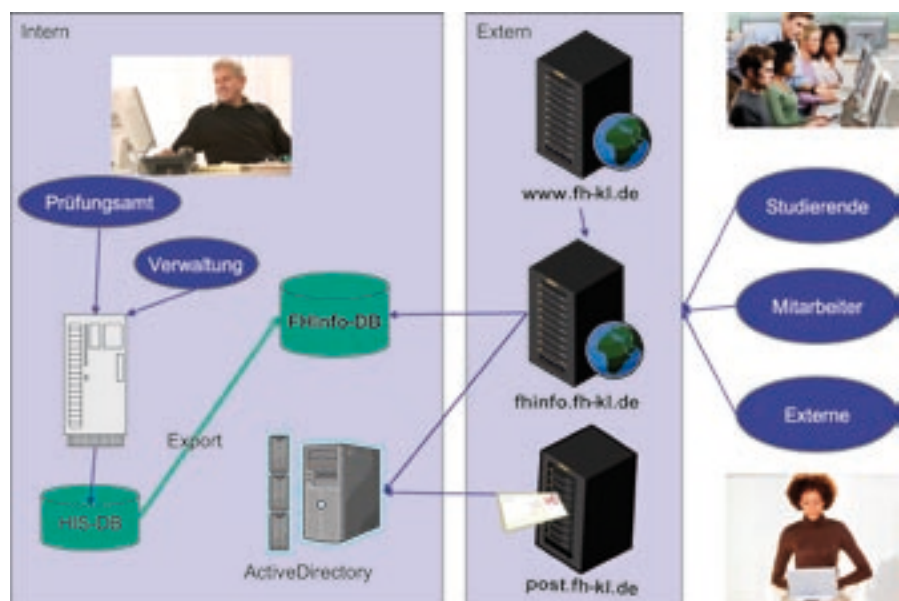
führung erstellten Dokumentationen und Publikationen verwaltet und nach außen dargestellt.

Die Verwaltung der Daten kann dabei zentral oder verteilt (durch die Projektverantwortlichen) erfolgen. Diese erhalten bei einer verteilten Bearbeitung das Recht Stammdaten des Projektes wie zum Beispiel eine Verlängerung der Laufzeit selbst durchzuführen. Außerdem ist es den Projektverantwortlichen möglich, Dokumente zu den Projekten im Portal hochzuladen und sie damit der Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen.

**Architektur**

Viele Entscheidungen, die die Software-Architektur der entwickelten Lösung betreffen, wurden als Ergebnis von Diplomarbeiten getroffen, in denen aktuelle Ansätze aus Industrie und Forschung

Abbildung 1: Architekturübersicht



auf Ihre Tauglichkeit zum Einsatz an der FH Kaiserslautern bewertet wurden.

Als Integrationsinfrastruktur wurde das uPortal System [www.uportal.org], der JASIG, die im wesentlichen von Sun Microsystems Inc. und einigen amerikanischen Hochschulen getragen wird, ausgewählt. Diese Open-Source Portalsoftware wird weltweit von über 100 Hochschulen produktiv eingesetzt. Darunter befinden sich neben zahlreichen renommierten amerikanischen Hochschulen auch eine ganze Reihe europäischer Hochschulen wie z.B. die ETH Zürich, die Universität Nancy, die Universität van Amsterdam und die Uni Stockholm. Das Portal wird auf einem ebenfalls lizenzfreien Java Applikationsserver (JBoss [jboss.org]) betrieben.

Für Studierende und Mitarbeiter sollen damit alle Funktionen unter der Browser-Oberfläche des Portals von jedem Arbeitsplatz aus sowohl aus dem internen Netz als auch von extern unter dem Namen FHInfo [fhinfo.fh-kl.de] zur Verfügung stehen. Ein Account reicht zur Nutzung aller Dienste mit Mailfunktion. Nach Anmeldung im System erfolgt eine Personalisierung der Oberfläche – dies betrifft im wesentlichen die zur Verfügung stehenden Anwendungen und ist für die Anwender sofort sichtbar, da jeder Fachbereich im Internet über ein eigenes Farbschema verfügt und dieses nach der Anmeldung übernommen wird.

Ziel der entwickelten Architektur war die Vermeidung redundanter Datenerfassung. Daher werden alle für andere Anwendungen relevanten Daten, die in der HIS Software bereits erfasst wurden, über nächtliche Importe in die FH-Info-Datenbank übernommen.

Zur externen Darstellung wird seit 2005 ein Web-Auftritt auf Basis des Content-Management-Systems TYPO3 genutzt. Viele dynamische Inhalte wie z.B. Übersichten über die Mitarbeiter der Fachbereiche, Mitglieder von Ausschüssen und Steckbriefe der Studiengänge werden über einen Web-Service aus der zentralen FHInfo-Datenbank geliefert. Ein Überblick über die eingesetzten Systeme befindet sich in Abbildung 1.

### Organisation

Die Hochschule hat 2005 entschieden, FHInfo als das strategische System hochschulweit einzuführen, was inzwischen für die Basismodule wie beschrieben erfolgt ist. Organisatorisch ist das FHInfo-System an der Hochschule an den Bereich „Anwendungen“ des Rechenzentrums unter Leitung des Vizepräsidenten für Infrastruktur und des Kanzlers angebunden.

Das Rechenzentrum der Hochschule gewährleistet den ausfallsicheren Betrieb des zentralen Dienstes FHInfo und ist für die Bereitstellung der Exporte aus dem HIS-System zuständig. Die Integra-

tion in den Bereich Anwendung des Rechenzentrums gewährleistet ferner die enge Anbindung des Web-Auftritts an FHInfo; so werden inzwischen zentrale Daten für den Webauftritt aus FHInfo über einen Web-Service entnommen (Mitarbeiterinformationen für „Team-Seiten“, Studiengangssteckbriefe).

Die Weiterentwicklung des Systems selbst erfolgt unter der Leitung von Prof. Dr. Bernhard Schiefer im Rahmen von studentischen Projekten in den Informatik-Studiengängen. Die strategische Weiterentwicklung erfolgt dabei stets im engen Dialog mit allen fünf Fachbereichen der Hochschule. In der Regel werden neue Funktionalitäten zunächst im Fachbereich Informatik und Mikrosystemtechnik eingesetzt und vom dortigen Dekanat und den Mitarbeitern getestet, bevor die hochschulweite Freigabe erfolgt.

Kontakt: Prof. Dr. Bernhard Schiefer  
bernhard.schiefer@fh-kl.de

# Wir sind für Sie da!



## Willkommen in Kaiserslautern und Spiesen!

In Kaiserslautern und Spiesen verfügen wir über ideale Wohnungen für Studenten. Die GAGFAH GROUP ist mit bundesweit rund 180.000 Wohnungen das führende börsennotierte Unternehmen in Deutschland.

Wir freuen uns darauf, Sie kennen zu lernen. Rufen Sie uns an oder schreiben Sie uns.

**GAGFAH GROUP**  
Kundencenter Frankfurt  
Bettinastraße 47, 60325 Frankfurt  
wohnen.frankfurt@gagfah.de  
www.gagfah.de

**01801 . 42 43 24\***

Wir sind rund um die Uhr für Sie erreichbar.

(\*3,9 ct./min. aus dem T-Com-Festnetz, aus Mobilfunknetzen ggf. abweichende Preise.)

**GAGFAH**  
GROUP

## Ihre Stadt. Ihr Leben. Ihre Seite.



[www.alles-deutschland.de](http://www.alles-deutschland.de)

Konzerte, Ausstellungen **Alle** Sportveranstaltungen, Restaurants, Biergärten, Bringdienste **Infos** Sportstudios, Kartbahnen, Schwimmbäder **über** Saunen, Vereine, Hotels, Campingplätze, Ferienwohnungen, Theater **Ihre** Stadtpläne, Routenplaner **Stadt** Fabrikverkäufe, Immobilien, Jobs ...

## Genau. Richtig.

TÜV Rheinland ist als international führender Dienstleistungskonzern für dokumentierte Sicherheit und Qualität mit weltweit 12.500 Mitarbeitern an 360 Standorten in 62 Ländern in allen wichtigen Wirtschaftszentren der Welt vertreten. Vielseitigkeit, Erfahrung und interdisziplinäres Handeln sind unsere Stärken.

Dies spiegelt sich auch in unserem Leistungsspektrum wider:

- Druckgeräte und Werkstofftechnik
- Elektro- und Gebäudetechnik
- Bautechnik
- Förder- und Maschinentechnik, Aufzüge
- Anlagensicherheit
- Umwelt- und Energietechnik

Interessiert? Zu Fragen oder Bewerbungen wenden Sie sich bitte an:

TÜV Pfalz Anlagen und Betriebstechnik GmbH  
Merkurstraße 45  
67663 Kaiserslautern  
Tel. 01803 252535-6600\*  
Fax 01803 252535-6699\*  
service-is-sw@de.tuv.com

\* 9 ct./min aus dem deutschen Festnetz

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

 **TÜVRheinland**<sup>®</sup>  
Genau. Richtig.

Weiß-Strom

Grau-Strom

Blau-Strom

XY-Strom

Foto: Uli Sapountsis

[www.twk-kl.de](http://www.twk-kl.de)

## Lass Dich nicht veräppeln!

Wenns um Strom geht, sprich mit uns.

**TWK Service-Center**  
Burgstraße 11  
Tel.: 06 31/71 07-2 00

 **TECHNISCHE WERKE KAISERSLAUTERN**

TWK. Wir sind da. 24 Stunden - jeden Tag

# Röntgenographische Spannungen an Kerbschlagbiegeproben aus

Prof. Dr. Joachim E. Hoffmann, Prof. Dr. Helmut Clemens

Mit moderner Versuchseinrichtung erfolgen lokale röntgenographische Eigenspannungs- und Spannungsanalysen bei Anwendung der  $\sin^2\psi$ -Methode im Kerbgrund der Spitzkerben von Kerbschlagbiegeproben. Dabei sind verschiedene Sachverhalte bzgl. der Primärblende, des Strahldurchmessers, der Diffraktometerachsen und der Probenpositionierung zu beachten. Insgesamt belegen die Untersuchungen, dass mit der vorhandenen Röntgenanalytik bei Anwendung der  $\sin^2\psi$ -Methode an Spitzkerben von Kerbschlagbiegeproben plausible Ergebnisse erzielbar sind. Das zeigen Lastspannungsmessungen an einer Spitzkerbprobe, ebenso wie Analysen von Fertigungseigenspannungen im Kerbgrund der Spitzkerben aus Stahl. Für unterschiedliche Schleifbedingungen, für das Gegenlaufräsen und für das Eigenspannungsarmglühen ergeben sich weitgehend vergleichbare Resultate mit Werten der Literatur.

## Einleitung

Eigenspannungen sind heute in der modernen Technik von zunehmender Bedeutung /1, 2/. Sie können das Werkstoff- und Bauteilverhalten positiv oder negativ beeinflussen /z. B. 3-7/. Nutzbringend angewandt lassen sich durch gezielt gefertigte Druckeigenspannungszustände erhebliche Steigerungen der dynamischen Festigkeit einstellen. Ungünstig machen sich Eigenspannungen durch Verzug oder bei Zugeigenspannungen durch Verminderung der Festigkeit bemerkbar. Des Weiteren sind störende Einflüsse fertigungsbedingter Eigenspannungen, Verfestigungen und Oberflächentopographien auf die Ergebnisse bestimmter Werkstoffprüfverfahren denkbar. Abhängig davon können mehr oder weniger starke Abweichungen bei den Prüfergebnissen verursacht werden.

Beim Kerbschlagbiegeversuch kommt es in der Praxis trotz Festlegung des Prüfverfahrens /8/ teilweise zu größeren Streuungen, wodurch die Aussagekraft dieses Versuchs eingeschränkt ist. Die Streuungen begründen sich in Unterschieden des Werkstoffzustandes, geometrischen Einflüssen und ungenau eingehaltenen Prüfbedingungen. Dabei bietet auch die Probenfertigung

Ansatzpunkte bei der Beurteilung der Prüfergebnisse. Angaben zu den Fertigungszuständen im Kerbgrund der spitzen Kerben sind jedoch kaum bekannt. Eine objektive Klärung der Einflüsse fertigungsbedingter Eigenspannungen, Verfestigungen und Topographien auf das Kerbschlagbiegeverhalten erfordert die definierte und reproduzierbare Herstellung verschiedener Kerbgrundzustände sowie deren Beschreibung. In der vorliegenden Arbeit werden die Spannungs- und Eigenspannungsana-

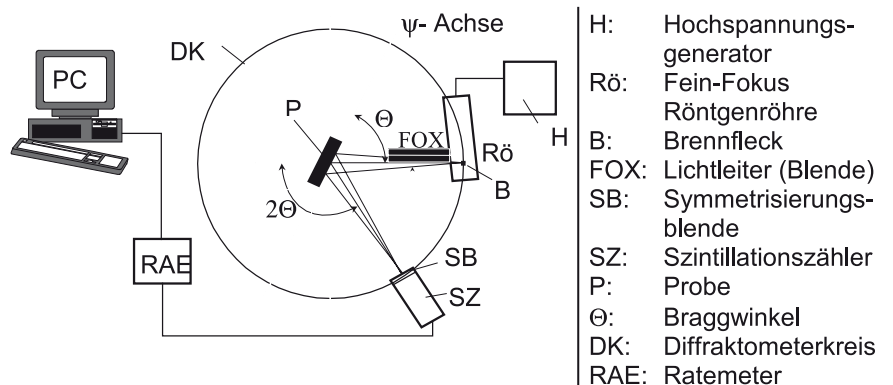
lysen an ISO-Spitzkerbproben, also an ausgeprägten Kerben, behandelt /9/.

## Versuchseinrichtung

Für die Analyse der oberflächennahen Eigenspannungen im Kerbgrund nach dem  $\sin^2\psi$ -Verfahren /10, 11/ steht ein  $\psi$ -Diffraktometer der Fa. Rich. Seifert Röntgenwerk bereit. Den schematischen Aufbau gibt Bild 1 wieder.

Die komplexen Mess- und Auswertebedingungen der röntgenographischen

Bild 1: Aufbau des  $\psi$ -Diffraktometers, schematisch /12/





# gs- und Eigenspannungsanalyse Stahl

Spannungsanalyse nach der  $\sin^2\psi$ -Methode in den ausgeprägten Kerben der Kerbschlagbiegeproben erfordern eine Überprüfung des Verfahrens. Zu diesem Zweck werden Spannungsanalysen röntgenographisch und vergleichend mit Dehnungsmessstreifen (DMS) an einer elastisch biegebeanspruchten Kerbschlagbiegeprobe sowie an einer glatten Probe (Probenhöhe = Höhe im Kerbgrund = 8 mm) durchgeführt.

Hierbei dient eine 3-Punkt-Biegevorrichtung durch reibungsarmes Verspannen über definierte Einstellung einer Last zur Beanspruchung der Proben (vgl. Bild 2). Auf der Lastseite der Vorrichtung ist ein DMS angebracht. An den beiden untersuchten Proben werden jeweils 3 DMS auf der zugbeanspruchten Seite, 1 mm aus der Mitte der Probenlängssymmetrieachse, appliziert.

## Ergebnisse

Die röntgenographische Eigenspannungsanalyse an ausgeprägten Kerben bzw. an Querschnittsübergängen oder an kleinen zylinderförmigen Bauteilen erfordert bei Anwendung der  $\sin^2\psi$ -Methode entsprechende Erfahrung, eine spezielle Versuchseinrichtung und die Beachtung verschiedener Sachverhalte. Maßgeblich ist die Wahl einer geeigneten Primärblende. Zum Einsatz kommen Glaskapillaren mit erheblich höherer Intensität als konventionelle Lochblenden. Aus der Blendenart, dem Blendendurchmesser, dem Abstand Primärblende zu Diffraktometermitte und der Strahlungsart ergibt sich der Primärstrahldurchmesser. Das Verhält-

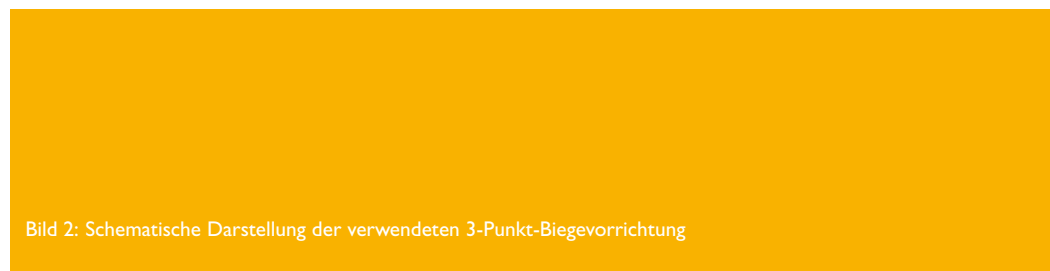
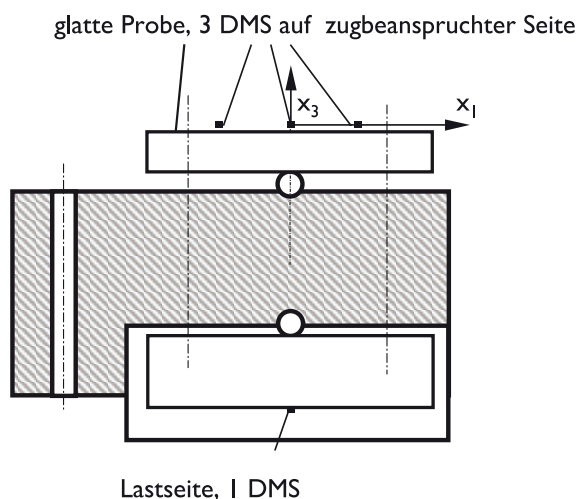


Bild 2: Schematische Darstellung der verwendeten 3-Punkt-Biegevorrichtung



nis des Primärstrahldurchmessers zum Kerbradius sollte möglichst  $1/5$  bis  $1/4$  nicht überschreiten. Auf jeden Fall muss jedoch die lokal bestrahlte Messfläche so klein sein, dass ein weitgehend homogener Spannungszustand mit linearer Linienlageverteilung gemessen wird. Ferner darf der Primärblendendurchmesser wegen der Kornstatistik, lokaler Messwertschwankungen längs des Kerbgrundes und geringer Intensität nicht zu klein ausfallen. Bei lateral hoch aufgelöster Röntgenstrahlung kann man sich teilweise mit einer Translation längs zur Kerbe behelfen. Ebenso von erheblicher

Bedeutung sind ein genau und reproduzierbar einstellbarer Röntgenstrahl, eine hohe Genauigkeit der Diffraktometerachsen mit geringer Fehlerkugel und definiert sowie reproduzierbar positionierbare Proben. Justierfehler des Röntgenstrahls oder der Kerbprobe machen sich an geometrischen  $\psi$ -Aufspaltungen bemerkbar. Für zuverlässige Analysen ist die Überprüfung des Messverfahrens unerlässlich.

Wie die vorliegenden Untersuchungen belegen, sind mit der vorhandenen Röntgenanalytik bei Anwendung der  $\sin^2\psi$ -

Methode an Spitzkerben von Kerbschlagbiegeproben plausible Ergebnisse erzielbar. Das zeigen Lastspannungsmessungen an einer Spitzkerbprobe. Die dabei bestimmten Kerbformzahlen stimmen im Fall der röntgenographischen Methode und der FEM-Berechnungen sehr gut überein. Mit Dehnungsmessstreifen bestimmte Kerbformzahlen fallen dagegen erheblich kleiner aus. Erhaltene Fertigungseigenstressungen im Kerbgrund der Spitzkerben aus Stahl sind für unterschiedliche Schleifbedingungen, für das Gegenlauffräsen und für das Eigenspannungsarmglühen weitgehend mit Literaturergebnissen an glatten und an weniger ausgeprägten Kerbgeometrien vergleichbar. Im Kerbgrund von Kerbschlagbiegeproben lassen sich folglich definiert und reproduzierbar unterschiedliche Fertigungszustände zur Bestimmung deren Auswirkung auf das Kerbschlagbiegeverhalten herstellen.

Eine zunehmende Nachfrage der Praxis nach lokalen Eigenspannungsanalysen mit zukünftig noch kleineren zu analysierenden Geometrien unterstreicht die Bedeutung zuverlässiger und lateral hoch auflösender röntgenographischer Spannungsanalysen.

Messeinrichtung und –ergebnisse wurden 2007 unter dem Titel “X-Ray Stress and Residual Stress Analysis of Charpy Steel Specimens” in der Zeitschrift MP Materials Testing veröffentlicht /13/.

#### Literatur

- /1/ Scholtes, B.: Spannendes aus dem Röntgenlabor, Karlsruhe, 2006
- /2/ Pfeiffer, W.: Optimiertes Vorgehen macht Bauteile stabiler, Industrieanzeiger 121, 1999, S. 36-37
- /3/ Löhe, D.; Hoffmann, J. E.: Influence of Macro Residual Stresses on the Fatigue Behaviour of Smooth and Notched Specimens made from a High Strength Steel. In: SAE 2002 OFF – Highway Conference, 2002
- /4/ Lang, K.-H.: Einfluss von Eigenspannungen und Mittelspannungen auf die Dauerfestigkeit von einsatzgehärteten Kerbproben, Karlsruhe, 2006
- /5/ Leitner H.; Gänser H.-P.; Eichseder W.: Oberflächenbehandlung durch Kugelstrahlen und Festwalzen – Mechanismen, Modellierung, Methoden, in: Betriebsfestigkeit in der virtuellen Produktentwicklung, 33. Tagung des DVM-Arbeitskreises Betriebsfestigkeit, 2006, S. 239-248
- /6/ Lechmann, M.: Dr.-Ing. Thesis, University Stuttgart, 2007
- /7/ Nitschke-Pagel, Th.; Wohlfahrt: Eigenspannungen und Schwingfestigkeit von Schweißverbindungen – eine Bewertung des Kenntnisstandes, HTM 56, 2001, S. 304-313
- /8/ DIN EN 10045: Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy, Teil 1: Prüfverfahren, Hrsg. Deutsches Institut für Normung, Berlin: Beuth-Verlag, 1994
- /9/ Hoffmann, J. E.; Clemens H.: Kerbfertigung und Kerbschlagbiegeverhalten, Fortschritts-Berichte VDI, Reihe 5, Nr. 687, 2003
- /10/ Macherauch, E.; Müller, P.: Das  $\sin^2\psi$ -Verfahren der röntgenographischen Spannungsmessung, Z. f. Angewandte Physik, 13, 1961, S. 305-312
- /11/ Eigenmann, B.; Macherauch, E.: Röntgenographische Untersuchung von Spannungszuständen in Werkstoffen, Teil I bis IV, Mat.-wiss. und Werkstofftechn. 26 und 27, 1995 und 1996
- /12/ Wolfstieg, U.: Das  $\psi$ -Goniometer, HTM, 31, 1976, S. 19-22
- /13/ MP Materials Testing 49 (2007) 11-12

Kontakt: Prof. Dr. Joachim Ernst Hoffmann  
joachim.hoffmann@fh-kl.de

Prof. Dr. Helmut Clemens  
helmut.clemens@fh-kl.de



**Gut:**  
**Zu den Besten gehören**

**Besser:**  
**Auch bei den Besten arbeiten**

**Bosch Rexroth. The Drive & Control Company**

Rexroth ist einzigartig. Keine andere Marke auf dem Weltmarkt bietet ihren Kunden sämtliche Antriebs- und Steuerungstechnologien. Im Technologiefeld Mobilhydraulik steht Rexroth für Komponenten und Systeme, die mobile Arbeitsmaschinen mechanisch, hydraulisch und elektro-nisch antreiben und steuern. Als Technologieführer bieten wir Ihnen am Standort Homburg ideale Einstiegsmöglichkeiten in einem attraktiven Wirkungsumfeld.

**Ingenieure, Betriebswirte, Wirtschaftsingenieure (alle m/w)**

**Ihre Aufgaben:**

Rexroth bietet Ihnen einen Einstieg nach Maß. Ob als Praktikant, Verfasser einer Diplom-, Bachelor- oder Masterarbeit, Doktorand, Berufseinsteiger, Junior Engineer oder Trainee. Wir bieten Ihnen die Perspektive, die Sie suchen. Ganz gleich, wie weit Sie mit Ihrer Ausbildung schon sind – bei Rexroth sind Sie immer richtig. Ob Sie einen ersten Einblick in ein internationales Unternehmen gewinnen wollen, aktive Unterstützung bei Ihrer Diplom-, Bachelor- oder Masterarbeit brauchen oder einen guten Einstieg ins Berufsleben suchen. Wir betreuen Sie individuell und stimmen Ihre Entwicklung auf Ihre Kompetenzen ab.

**Ihr Profil:**

Unser Traineeprogramm bietet Ihnen die Möglichkeit, aktiv in Projekten im In- und Ausland mitzuarbeiten und Erfahrungen im Tagesgeschäft zu sammeln. Im Junior-Engineer-Programm durchlaufen Sie verschiedene Fachabteilungen an einem Standort und lernen so wichtige Schnittstellen Ihrer späteren Aufgabe kennen. Auch für Direkt-einsteiger aller Fachrichtungen bieten wir beste Karrierechancen. Schulungen fördern sowohl Ihre fachliche als auch persönliche Weiterentwicklung und bereiten Sie auf die Herausforderungen der Zukunft vor.

Die Bosch Rexroth AG ist einer der weltweit führenden Spezialisten von Antriebs- und Steuerungstechnologien. Für über 500.000 Kunden entstehen unter der Marke Rexroth maßgeschneiderte Lösungen zum Antreiben, Steuern und Bewegen von Maschinen und Anlagen, die in der Industrie- und Fabrik-automation sowie in mobilen Anwendungen zum Einsatz kommen. Als The Drive & Control Company entwickelt, produziert und vertreibt Bosch Rexroth seine Komponenten und Systeme in über 80 Ländern. Das Unternehmen der Bosch-Gruppe erzielte 2006 mit über 29.800 Mitarbeitern einen Umsatz von rund 4,9 Mrd. Euro.

Haben wir Ihr Interesse geweckt? Dann senden Sie Ihre vollständigen Unterlagen an  
Bosch Rexroth AG  
Personalabteilung  
Bexbacher Straße 72, 66424 Homburg  
E-Mail [elly.siegert@boschrexroth.de](mailto:elly.siegert@boschrexroth.de)  
[www.boschrexroth.com](http://www.boschrexroth.com)

# Erhöhung der thermischen out of polymeren Faserverbundwerk

Prof. Dr. Jens Schuster

Im Rahmen eines Forschungsaufenthaltes am Center for Composite Materials (CCM) in Newark, Delaware, wurde die Erhöhung der thermischen out-of-plane Leitfähigkeit von polymeren Faserverbundwerkstoffen durch 3D Gewebeverstärkung experimentell und in Modellrechnungen untersucht.

Die out-of-plane-Leitfähigkeit von polymeren Verbundwerkstoffen mit Kohlenstofffaserverstärkung (CFK) ist seit grundlegenden Arbeiten von Thornburg, Springer und Tsai in den 60er Jahren ein Feld der Modellierung dieser Leitfähigkeit von zweidimensional verstärkten Platten und Schalen. Prinzipiell kann davon ausgegangen werden, dass die Leitfähigkeit des Harzes ca. 25 % der Leitfähigkeit eines Verbundwerkstoffes ausmacht, da die sehr hohen axialen thermischen Leitfähigkeiten von C-Fasern (PAN-Fasern ca. 100 W/(m K), Pitch-Fasern 300 – 950 W/(m K)) sich kaum auswirken, wobei noch eine Überlagerung mit den relativ geringen radialen Leitfähigkeiten von ca. 10 – 12 W/(m K) auftritt. Die out-of-plane-Leitfähigkeiten von zweidimensional verstärkten Platten liegen daher bei maximal 0,8 W/(m K).

Andererseits gibt es durchaus Anwendungen für Verbundwerkstoffe, bei denen eine Wärmeabfuhr normal zur Wandung unbedingt erforderlich ist. Beispiele hier sind Gehäuse für elektronische Bauteile in Flugzeugen, Triebwerksteilen oder auch Motorhauben bei Kraftfahrzeugen. Derartige Bauteile werden zurzeit aus Aluminium oder Stahl gefertigt, welche mit 166 W/(m K), bzw. 64 W/(m K) wesentlich höhere thermische Leitfähigkeiten als CFK aufweisen. Ein Gewichtsnachteil muss hier oft in Kauf genommen werden. Allerdings sind für die Funktion dieser Bauteile die-

se hohen Leitfähigkeiten nicht erforderlich. Thermische Berechnungen an oben angeführten Gehäusen ergaben, dass eine thermische out-of-plane-Leitfähigkeit von ca. 10 W/(m K) ausreichend ist, um die Funktion zu gewährleisten.

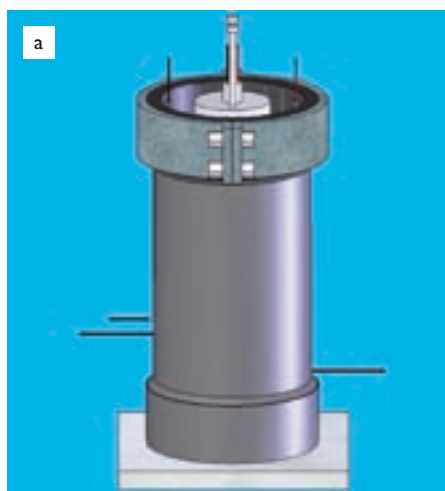
Es stellt sich somit die Frage, mit Hilfe welcher Verfahren die Leitfähigkeit von CFK normal zur Verstärkungsrichtung um einen Faktor von ca. 15 verbessert werden kann. Grundsätzlich gibt es hierzu zwei Ansätze:

■ Verbesserung der Leitfähigkeit des Harzes

■ Einsatz von 3D-verstärkten Flächengebilden

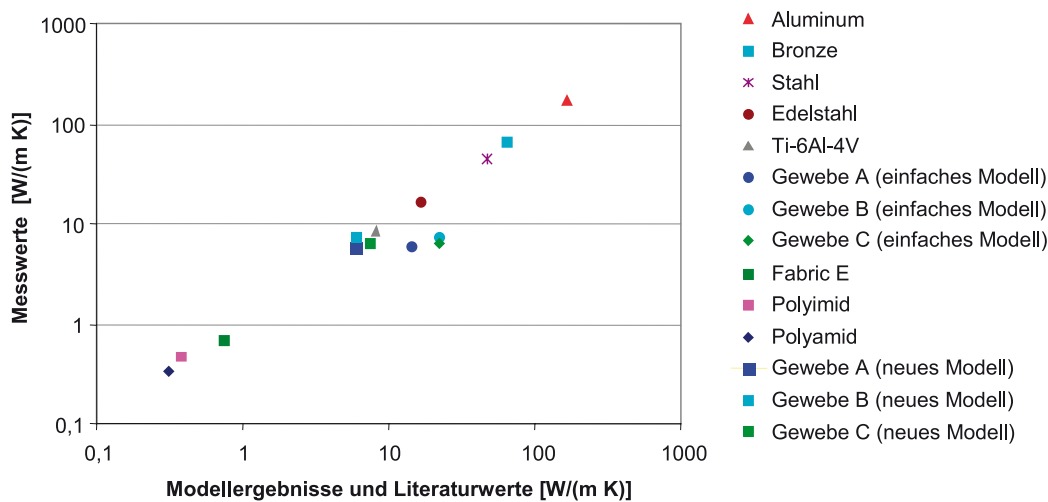
Im ersten Fall ist es möglich, durch z.B. den Einsatz von Carbon-Nano-Tubes (CNT), die mit 3000 W/(m K) eine sehr hohe axiale Leitfähigkeit besitzen, die thermische Leitfähigkeit des Harzes zu verzehnfachen. Eine weitere Erhöhung kollidiert mit einer Erhöhung der Viskosität des Harzes und somit einer nicht mehr gegebenen Verarbeitbarkeit. Der zweite Fall wurde im Rahmen eines sechsmonatigen Forschungsaufenthaltes am Center for Composite

Bild 1: Leitfähigkeitsmessvorrichtung, a) CAD-Zeichnung, b) Foto



# -of-plane Leitfähigkeit von Stoffen

Bild 2: Vergleich von gemessenen Leitfähigkeiten mit Modellergebnissen und Literaturwerten



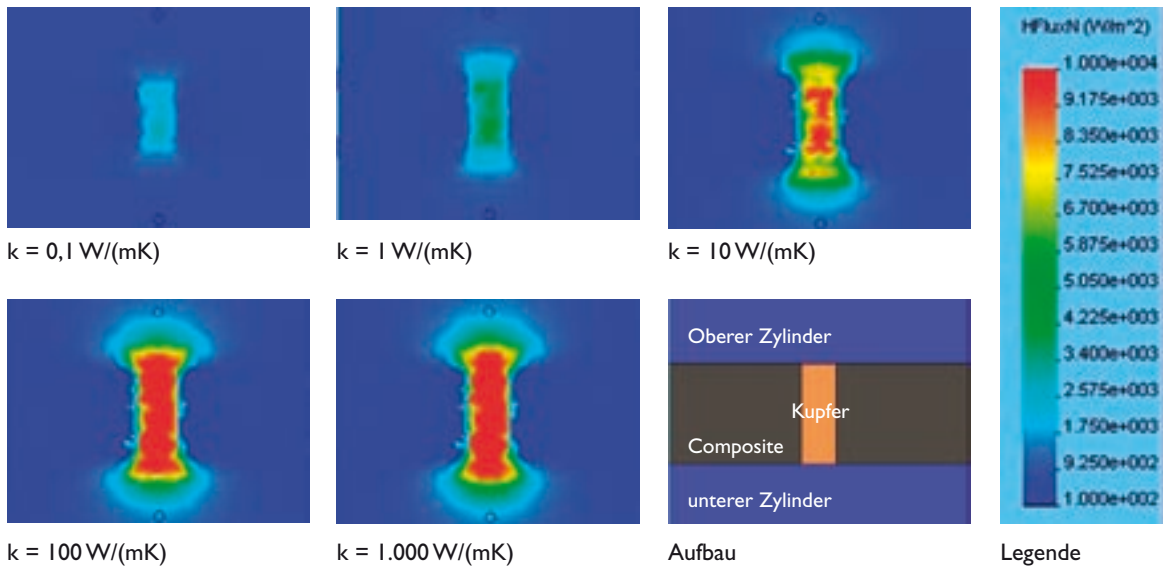
Materials (CCM), einem der weltweit-führenden Faserverbundzentren, in Newark, Delaware untersucht. Mit Hilfe einer selbst konstruierten und gefertigten Messzelle (Bild 1) zur Bestimmung der axialen Leitfähigkeit von Kreisscheiben wurden verschiedene 3D-Gewebe der Fa. 3Tex aus Cary, North Carolina mit unterschiedlichen Anteilen von Fasern in Dickenrichtung vermessen. Die Ergebnisse wurden mit einem einfachen Parallel-Reihenschaltungsmodell verglichen. Es zeigte sich, dass dieses einfache Modell die tatsächlichen Leitfähigkeiten um einen Faktor drei überschätzt. Im Falle der homogenen isotro-

pen Proben wurden die Literaturwerte gemessen (Bild 2). Zur Evaluierung der Ursache dieser Diskrepanz wurden FEM-Untersuchungen mit SolidWorks/CosmosWorks heterogen aufgebauten Proben durchgeführt. Es zeigte sich, dass im Falle eines heterogen aufgebauten Materials mit hochleitfähigen Komponenten in einer fast isolierenden Matrix eine Umleitung des kontinuierlichen Wärmestroms im Messzylinder oberhalb der Probe erfolgt (Bild 3). Die Wärmeleitfähigkeit des Zylinders wirkte sich maßgeblich auf die gemessene Leitfähigkeit der Probe aus. Daraus ließ sich schließen, dass

im Fall von heterogen aufgebauten Materialien die Leitfähigkeit keine Materialeigenschaft, sondern eine Systemeigenschaft ist. Als zweiter Einflussfaktor wurde die Dichte der Faseranordnung identifiziert. Es ist ein Unterschied, ob ein bestimmtes Faservolumen z.B. als eine einzige „Faser“ mittig eingebracht ist oder fein dispergiert vorliegt. Beide Effekte wurden experimentell bestätigt.

Diese Erkenntnisse wurden genutzt, um das schon zitierte Modell um einen Dispersionsfaktor und einen Materialfaktor zu erweitern, so dass die gemessenen Werte hinreichend gut modelliert wer-

Bild 3: FEM-Results des Wärmestroms in Abhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit des Messzylindermaterial



den konnten (Bild 2). Eine analytische Lösung dieses zwei-dimensional anisotropen Wärmeleitungsproblems ist nicht möglich.

Die weitere Umsetzung dieser Modelluntersuchungen in ein thermisch belastetes Bauteil werden z.Zt. von einer

Studentin der FH Kaiserslautern am CCM durchgeführt. Die vorliegende Arbeit wurde in Composite Science and Engineering veröffentlicht.

#### Literatur

Schuster, J., Heider, D., Sharp, K., Glowania, M. 2008. „Thermal conductivities of

three-dimensionally woven fabric composites“, Composite Science and Technology, 68 (9): 2085-2091.

Kontakt: Prof. Dr. Jens Schuster  
jens.schuster@fh-kl.de

Projektpartner: Center for Composite Materials, Newark Delaware

# Messebeteiligung

CeBIT 2007 15. – 21. März 2007 Hannover

## KNOPPIX – Linux und Freie Software in der Ausbildung Dipl.-Ing. Klaus Knopper, Fachbereich Betriebswirtschaft

Knoppix ist eine von DVD startende Zusammenstellung von Linux-Software mit automatischer Hardwareerkennung und Unterstützung für fast jeden PC. Sie wird häufig als portables Desktop Arbeitssystem, für den Einstieg in Linux, für den sicheren Internet-Zugang, zur Datenrettung, aber auch in Schule und Ausbildung eingesetzt. Eine Installation auf Festplatte ist dazu nicht nötig.

## Visualisierung und Analyseframework für Soziale Netzwerke Prof. Hendrik Speck, Fachbereich Informatik und Mikrosystemtechnik

Die Anwendungssoftware demonstriert die Visualisierung und Analysefähigkeiten eines Frameworks für soziale Netzwerke. Unabhängig davon, ob es sich dabei um Marketingmaßnahmen, Unternehmensstrukturen, Politiker oder Spam handelt, können Teilnehmer, Organisationsstrukturen, Hierarchien, Abhängigkeiten, Interessen, Themen und Problemstellungen erkannt und dargestellt werden.

HMI 2007 16. - 20. April 2007 Hannover

## Ultraschallprüfung an Kunststoff-Schweißnähten Prof. Dr. Jens Schuster, Fachbereich Angewandte Logistik- und Polymerwissenschaften

Die zerstörungsfreie Prüfung von Kunststoff-Schweißnähten mit konventionellen Ultraschallhandprüfgeräten gestaltet sich oft schwierig oder ist nicht möglich. Das Exponat zeigt, wie mit Hilfe eines modernen mobilen und kommerziell erhältlichen Ultraschallgerätes mit Gruppenstrahlerprüfköpfen diese Schweißverbindungen, die mittels konvektiver und konduktiver Schweißverfahren hergestellt wurden, untersucht werden können. Eine direkte bildliche Darstellung des Schweißnahtbereichs (B-Scan) ermöglicht eine schnelle Beurteilung der Schweißnahtqualität

# Neu an der Hochschule

Prof. Dipl.-Des. Thomas Wagner, geb. am 14. Mai 1977, diplomierte an der Hochschule der Bildenden Künste Saar im Studiengang Kommunikationsdesign. Im Jahr 2000 mitbegründete er das Unternehmen The Design Assembly GmbH, tätig in den Bereichen Webdesign, Computeranimation und interaktive Inhalte für Internet und mobile Endgeräte. Für seine Arbeit wurde Wagner mit zahlreichen internationalen Preisen ausgezeichnet, u.a. mit drei Flash Film Festival Awards, dem Adobe MAX Award und einigen weiteren Nominierungen. Seit 2001 gibt Wagner regelmäßig seine Erfahrung in Vorträgen auf internationalen Konferenzen und Kongressen weiter. Von 2003 bis 2005 übte er einen Lehrauftrag an der Hochschule der Bildenden Künste in Saarbrücken im Fachgebiet „Interaktive Medien“ aus. 2005 übernahm Wagner eine Vertretungsprofessur an der Fachhochschule Kaiserslautern im Studiengang Virtual Design, wo er am 17.12.2007 zum Professor für die Lehrgebiete Screendesign, Mediensoftware, Interfacedesign und Digitale Ausdrucksformen ernannt wurde.



Prof. Dipl.-Des. Thomas Wagner  
Fachhochschule Kaiserslautern  
Fachbereich Bauen und Gestalten

## Einblicke in das Arbeitsgebiet

Vor etwas mehr als 10 Jahren entstanden mit den ersten so genannten „Authoring-Programmen“ völlig neuartige Werkzeuge im Bereich der Gestaltungssoftware. Der Funktionsumfang dieser Programme ähnelte einem Schweizer Taschenmesser:

Erstmals konnten Gestalter unabhängig von Programmierern einen ganzheitlichen Entwurfsprozess artikulieren, also selbständig Konzepte von der zeichne-

rischen Skizzierung bis hin zu einem abgeschlossenen, hochinteraktiven Objekt realisieren.

Wagner beschäftigt sich seit Ende der neunziger Jahre intensiv mit dem weltweit führenden Produkt in diesem Bereich, Adobe Flash, vormals entwickelt von der Firma Macromedia. Durch erste interaktiv begehbare 3D-Räume konnte er bereits zu Beginn dieser Entwicklung einige der bahnbrechenden Möglich-

keiten aufzeigen, die sich hier im Bereich des Web- und Screendesign eröffneten.

Die Funktionen dieser Software schlagen eine Brücke zwischen händischer Gestaltung und Animation auf der einen Seite sowie programmierbarer Dynamik und Interaktion auf der anderen. Diese Konvergenz stellt auch heute ein zentrales Element in Wagners Lehre dar, um die Studierenden zu einem möglichst uneingeschränkten und eigenverantwortlichen gestalterischen Arbeitsprozess zu befähigen.

Neben der Arbeit an computergenerierter Animation, Videoproduktion und Webdesign für internationale Kunden wie Nike, C&A, Adidas oder 3M im Rahmen der Agenturtätigkeit seines Unternehmens, wurde die Entwicklung interaktiver Unterhaltungs- und Spielesoftware auf Flash-Basis Wagners zentrales Betätigungsfeld.

Nicht zuletzt auch deswegen, da hier eine optimale Verbindung von klassischer, gestalterisch-zeichnerischer Entwurfsarbeit mit den Herausforderungen des Interactiondesign zu finden ist. Seine Arbeiten wurden seither in dem internationalen „Flash Film Festival“ in den Kategorien „Best 3D“, „Best Game“



und „Best of Show“ ausgezeichnet. Darüber hinaus eröffneten sich seit einigen Jahren mit der gesteigerten Leistungsfähigkeit von Mobiltelefonen und tragbaren Spielekonsolen weitere interessante Hardwareplattformen für mittels Authoringtools erstellte Inhalte. Dieser Bereich steht auch aktuell im Fokus von Wagners Arbeit, die zuletzt mit dem Adobe MAX Award in der Kategorie „Mobile and Devices“ prämiert wurde.

Durch seine Vortragsreisen erlangte Wagner intensive Kontakte zur Softwareindustrie und ist seither durch Integration in Testprogrammen maßgeblich in die Weiterentwicklung von so bekannten Produkten wie etwa Adobe Flash oder Photoshop involviert. Die in diesem Zusammenhang erlangten Kenntnisse konnte Wagner darüber hinaus in der Entwicklung von Erweiterungssoftware für Designanwendungen wie Flash oder 3DStudio Max umsetzen. Nicht zuletzt das verzahnte Arbeiten auf grafisch-gestalterischer und technischer Ebene ermöglichte es ihm, mit seinem Unternehmen Softwarelösungen wie „swfXXL“ oder „3Dfla“ hervorzubringen. Diese Anwendungen erweitern den Funktionsumfang der erwähnten Gestaltungssoftware in spezifischen Punkten bedeutend, etwa durch die Möglichkeit zur Integration von Mo-

tion Capture Daten oder Rechenzeit sparender, vorkalkulierter Texturverzerrung in Flash.

Die in diesen Projekten erworbene Erfahrung möchte Wagner umfassend in seine Lehre einfließen lassen. Auch hier stellt der spielerische Umgang mit Interaktion einen fruchtbaren Anknüpfungspunkt dar, um den Studierenden einen spannenden Zugang zu ansonsten recht trockenen Teilen des Lehrstoffs zu bieten – etwa, wenn es darum geht, mittels Scriptsprachen virtuelle Räume interaktiv erlebbar zu machen. Dabei sind die Projektinhalte stets von zentraler Bedeutung: Angesichts anhaltender Forderungen nach einem höheren ethisch-moralischen Verantwortungsbewusstsein in der Unterhaltungssoftwareindustrie sowie der bedeutenden Wachstumsraten in diesem Wirtschaftszweig, muss es Aufgabe eines entsprechenden Hochschulstudiums sein, auch hier Wertevermittlung zu betreiben und nach sinnvollen Alternativen zu bestehenden kommerziellen Konzepten zu forschen.

Die interdisziplinäre Entwicklung von pädagogischer Lernsoftware mit spielerischen Bezügen konnte er bereits dank einer realen Projektarbeit in Kooperation mit der Kinderunfallkommission

Kaiserslautern, dem Institut iMove, dem IFB Speyer und dem Studio des SWR in Modulen des Virtual Design Curriculums abbilden. Zudem kann mit solchen Projekten ein praxisnahes Studium ermöglicht und der Hochschulkontakt zur Wirtschaft intensiviert werden.

Kontakt: Prof. Dipl.-Des. Thomas Wagner  
thomas.wagner@fh-kl.de

# Forschungsfreisemester

Frau Prof. Dr. Christine G. Arend-Fuchs, geb. am 27.11.1960, ist seit 1996 als Professorin für Marketing und Absatzwirtschaft am Standort Zweibrücken tätig. Parallel dazu ist sie Senior und Platinberaterin im Umfeld Strategisches Business Development und Marketing Research für eines der Global TOP Softwareunternehmen. Nach ihrem Studium an der Universität des Saarlandes (1979 – 1986) konnte sie Erfahrung als Projektleiterin in einer Markt- und Strategieberatung sammeln. Sie promovierte 1994.

Forschungs- und Entwicklungsprojekte:

- Image-, Standort- und Positionierungsanalysen im Rahmen einer Freelancer Tätigkeit bei einer Unternehmensberatung mit Schwerpunkt Freizeit, Erlebnis, Gastronomie und multifunktionalen Shopping Centern in Hamburg,
- Marktforschungsaktivitäten und strategische Beratung für das Geschäftsfeld Handel eines großen internationalen Softwarehauses,
- Standort- und Imageanalysen als Projektarbeiten gemeinsam mit Studierenden.

Wichtige Kooperationspartner sind SAP, amerikanische Großhandelsunternehmen wie Grainger oder Graybar, die Waldorfschule Bexbach, Lekkerland.

Frau Prof. Arend-Fuchs engagiert sich im Fachbereichsrat, als Gleichstellungsbeauftragte des Fachbereichs, bei ECR academics, BGA (Bundesverband des Groß- und Außenhandels), CIES



Prof. Dr. Christine Arend-Fuchs  
Fachhochschule Kaiserslautern  
Fachbereich Betriebswirtschaft  
Lehrgebiete Marketing und Handel

über den politischen Lobbycharakter hinaus auch fachlich für den Großhandel aktiv ist, ist die National Association of Wholesale Distributors (NAW) mit Sitz in Washington. So haben sich auch nur wenige deutsche Lehrstühle mit dem Thema Großhandel befasst.

Aufbauend auf den Ergebnissen der Sekundäranalyse wurde das Thema in einer Expertenrunde diskutiert und im Rahmen eines iterativen Prozesses mit mehreren Workshops zu einem Ergebnis geführt. Der Expertenkreis setzte sich aus etwa 15 der weltweit größten Großhandelsunternehmen zusammen. Folgende Fragen wurden dort diskutiert:

- Was versteht man heute unter dem Begriff Großhandel?
  - Welche Trends haben einen Einfluss auf den Großhandel?
  - Was bedeutet das an Veränderung für den Großhandel in den nächsten 5 bis 10 Jahren?
  - Was bedeutet das für die Informationstechnologie?
- Nachfolgend sind die Ergebnisse grob zusammengefasst:

## Großhandel 2017 – Ready for Value Chain Competition

Im Rahmen ihres Forschungsfreisemesters im WS 06/07 hat Prof. Dr. Christine Arend-Fuchs eine Studie im Auftrag der SAP durchgeführt, bei der die künftige Entwicklung und Bedeutung des Groß-

handels im internationalen Markt analysiert wurde. Zunächst wurde eine Sekundäranalyse durchgeführt mit dem Ergebnis, dass dem Großhandel zuletzt sowohl in Deutschland als auch in Europa insgesamt wenig Beachtung zugute kam hinsichtlich Studien und Literatur. Eine der wenigen Organisationen, die

Die Großhandelslandschaft besteht mehrheitlich aus kleinen und mittelständischen Unternehmen, die in Geschäftsbeziehungen zu vielen unterschiedlichen Geschäftspartnern stehen. Als Megatrends bestimmen Globalisierung, steigende Energiekosten, Deregulierung der Märkte, Diversifikation der Vertriebskanäle und ein starker Konsolidierungsprozess die Entwicklung des Großhandels. Der Großhandel befindet sich in einer Art Sandwich Position in der Wertschöpfungskette und ist bedroht, sowohl von Lieferantenseite als auch von Kundenseite eliminiert zu werden. Daraus resultiert der Bedarf an innovativen Geschäftsmodellen. Es formieren sich ähnlich wie im Einzelhandel vor etwa 3 Jahrzehnten neue Betriebstypen wie Service Merchandiser oder MRO Provider und damit auch neue betriebswirtschaftliche Herausforderungen, verbunden mit den entsprechenden Anforderungen an die Informationstechnologie. Hier lassen sich bestimmte Gesetzmäßigkeiten erkennen: der einzelne Großhändler optimiert seine Geschäftsprozesse und

steigert damit die Effizienz der internen Supply Chain im Sinne einer wettbewerbsfähigen Ausrichtung. Die Konsequenz ist eine Neupositionierung und die Profilierung des Unternehmens im Wettbewerbsumfeld. So integrieren viele Großhändler in dieser Phase Lieferanten- und Kundenprozesse und bieten diese in Ihrem Leistungsportfolio als Services den Kunden und Lieferanten an. Die Integration in Wertschöpfungsnetze bis zur Steuerung und Kontrolle des Informationsflusses in diesen Netzen sind Konsequenzen der Neupositionierung des Großhandels und bedürfen einer Informationstechnologie, die Transparenz und Informationskonsistenz gewährleistet und Prozesskontrolle ermöglicht.

Die Ergebnisse der Studie wurden als Beitrag in einer Buchpublikation veröffentlicht sowie auf dem 2. Deutschen Kongress für Großhandel und Kooperationen vom COO Nils Herberg der SAP unmittelbar im Anschluss an den Eröffnungsvortrag von Wirtschaftsminister Michael Glos präsentiert.

#### Literatur:

- Arend-Fuchs, C./ Delatrée, S., Eventmarketing – Ein unverzichtbares Instrument zur Kundenbindung? – Ausgewählte Projekte in der Hochschullehre, in: Kamenz, U. (Hrsg.), Applied Marketing – Anwendungsorientierte Marketingwissenschaft der deutschen Fachhochschulen, Berlin 2003
- Arend-Fuchs/Fischer-Neeb/Dreßler, E-Logistics und E-Fulfillment im Handel – Anforderungen und Lösungskonzepte im B-to-C-Business; Retail Industry Report Nr:008, SAP Retail Solutions, St. Ingbert 2001

# Konferenzbeitrag



**Prof. Dr. Walter Ruda**

Fachhochschule Kaiserslautern

Fachbereich Betriebswirtschaft

Lehrgebiete BWL, Mittelstandsökonomie und Entrepreneurship, Finanz- und Rechnungswesen, Management und Controlling

## **Tagungsbesuch und Erfahrungsaustausch in Argentinien und Brasilien**

In den vergangenen Jahren wurde in den Medien verstärkt über die wirtschaftliche Entwicklung in China und Indien berichtet. Im Zusammenhang mit BRIC war darüber hinaus auch noch der Wirtschaftsaufschwung in Russland sowie in Brasilien von großem Interesse. Die anderen Länder Lateinamerikas sind allerdings immer mehr in den Hintergrund getreten, obwohl gerade auch dort interessante Entwicklungen zu registrieren sind.

## **Key-note Speaker auf der Red Pymes-Konferenz in Sao Paulo - Campinas**

Die „12. Reunión Anual de la Red PYMES MERCOSUR en conjunto con la 5a Conferencia de Investigación en Entrepreneurship en América Latina - CIELA“, wurde unter der Leitung von

Prof. PhD. Miguel Juan Bacic, State University of Campinas, und Prof. Lic. Rubén Ascúa, Universidad Tecnológica Nacional Rafaela, in Sao Paulo an der Universidad Estadual de Campinas durchgeführt. Wissenschaftler, insbesondere aus Lateinamerika, referierten und diskutierten vom 11. – 13. Oktober im Plenum und in workshops über das Thema „Entrepreneurship“. Neben Prof. Dr. Allan Gibb, dem „Entrepreneurship-Experten“ von der Durham University, Großbritannien, der schon in mehr als 80 Ländern beratend, forschend und lehrend tätig war, wurde auch Prof. Dr. Walter Ruda als Key-note speaker eingeladen.

Der Konferenzbeitrag zum Thema „The controller's job profile in small and medium sized enterprises – an empirical study from Germany“ wurde im Tagungsband abgedruckt. Es handelt sich hierbei um Ergebnisse aus einem em-

pirischen Forschungsprojekt, das in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Thomas A. Martin und Dipl.-Betriebsw. (FH) Holger Grünhagen, M.A. im Zentrum für Mittelstands- und Gründungsökonomie ZMG sowie dem FH-Campus Zweibrücken durchgeführt wurde.

In einem Vortrag zum Thema „Foundation and Entrepreneurship – Germany and international comparison“, der in Zusammenarbeit mit Dipl.-Betriebsw. (FH) Frauke Klug erstellt wurde, referierte Prof. Ruda über Ergebnisse des internationalen GEM-Projektes (Global Entrepreneurship Monitor). Basierend auf einem Bezugsrahmen zum „Unternehmensgründungsgeschehen“ wurden die Gründungsaktivitäten, in mittlerweile über 35 Ländern nach den unterschiedlichsten Kriterien und Einflussfaktoren, analysiert. Für die Konferenzteilnehmer war hierbei natürlich insbesondere die vergleichende Analyse des Gründungs-

Professoren Gibb und Ruda  
bei der Red Pymes Konferenz



geschehens in Deutschland und ausgewählten Ländern Lateinamerikas wie z.B. Argentinien, Brasilien, Chile und Peru von großem Interesse.

Neben einer Vielzahl von interessanten Diskussionen und Gesprächen mit den Konferenzteilnehmern sowie mit Herrn van ter Horst, Präsident des International Council for Small Business (ICSB) und Direktor EIM Business & Policy Research Zoetermeer/Brüssel rundete ein Besuch eines Start-up Unternehmens in einem Gründerzentrum in Campinas die Vortragsreise und den Erfahrungsaustausch ab.

#### Partneruniversität in Buenos Aires feiert 10-jähriges Master-Jubiläum

Im Rahmen einer vom Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD) geförderten Reise wurde Prof. Dr. Walter Ruda von der Partnerhochschule Universidad Nacional de General Sar-

miento (UNGS) nach Buenos Aires eingeladen. Schon seit einigen Jahren lehrt er dort im Master-Studiengang im Bereich Finanzen und Controlling. Die Master-Kurs-Teilnehmer kommen dabei überwiegend aus Argentinien, Mexico, Chile, Peru und Brasilien. Der erfolgreiche Master-Studiengang „Economía y Desarrollo Industrial Especialización en

PyMES“ feierte sein 10-jähriges Jubiläum im Oktober 2007 im Rahmen einer großen Festveranstaltung. PYMES steht hierbei für kleine und mittlere Unternehmen.

Einen weiteren Besuch stattete Prof. Ruda der Universidad Nacional in Cordoba und der Universidad Tecnológica Nacional in Rafaela ab, die ihm im November 2006 den Titel eines „Professor Visitante“ verliehen hatte. In Besprechungen mit Prof. Raul Ricotti, Dekan der Fakultät, Prof. Lic. Rubén Ascúa, Prof. Dr. Alejandro Galetto sowie Maria Rosa Scala und Mirta Sanchez, Auslandsbeauftragte der Universität, wurden weitere Schritte des Kooperationsabkommens zwischen der Universität Rafaela und dem Fachbereich Betriebswirtschaft erörtert. Mittlerweile studiert Dipl.-Wirt.-Ing. Alejandro Marotti, Absolvent der Universität aus Rafaela, im Master-Programm am FH-Campus Zweibrücken. Darüber hinaus war Vitali Resch, Zweibrücker Student der Mittelstandsökonomie, ein halbes Jahr in Rafaela und hat dort in einem Unternehmen an seiner Diplomarbeit gearbeitet.

Kontakt: Prof. Dr. Walter Ruda  
walter.ruda@fh-kl.de

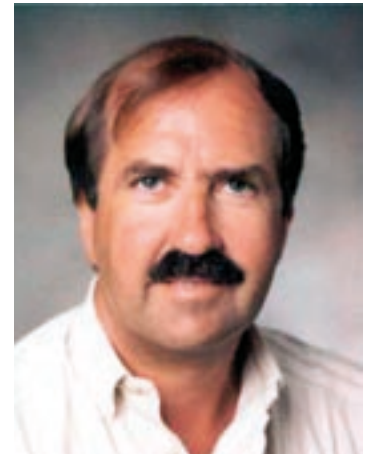
# Konferenzbeitrag



Prof. Peter Bindseil  
Massivbau, Bausanierung



Prof. Dr. Kerstin Rjasanowa  
Mathematik, Informatik, CAD



Prof. Dr. Norbert Tausch  
Geotechnik

## Studiengang Bauingenieurwesen

### Internationale Konferenz an der Universität für Architektur und Bauwesen St. Petersburg vom 17. – 19. Oktober 2007

Vom 17. – 19. Oktober 2007 fand die Internationale Konferenz „Wissenschaft und Innovation im gegenwärtigen Baugeschehen 2007“ an der Universität für Architektur und Bauwesen in St. Petersburg (Russland) statt. Sie war die sechste einer dort etablierten internationalen Konferenzreihe und gleichzeitig dem 175-jährigen Bestehen der Universität gewidmet. Die wissenschaftlich-praktisch orientierte Konferenz befasste sich mit den Themenkomplexen Architektur und Städtebau, Bauwesen: Theorie, Praxis und Neue Technologien, Versor-

gungssysteme auf der Grundlage ökologisch unbedenklicher Technologien und umweltbewusster Ressourcennutzung, Straßen- und Transportkomplex und Mechanisierung des Baus sowie aktuelle Probleme des Baumanagements. Der Studiengang Bauingenieurwesen der FH Kaiserslautern unterhält seit 1993 lebhaft partnerschaftliche Beziehungen zu dieser Universität. Im jährlichen Wechsel besucht eine Gruppe russischer Professoren und Studenten unseren Studiengang bzw. reist eine Gruppe deutscher Professoren und Studenten nach St. Petersburg, um für eine Woche Studium und Praxis an der Partnerhochschule kennenzulernen, auf Exkursionen Einblicke in Bauvorhaben und ihre Realisierung zu erhalten, Kultur und Lebensweise im anderen Land ein wenig aufzunehmen und auch persönliche

Kontakte anzuknüpfen und zu vertiefen. Ebenso wird der Dozentenaustausch gepflegt, bereits mehrfach waren Professoren unseres Studiengangs an Konferenzen in St. Petersburg beteiligt. Zu Ehren des 175-jährigen Bestehens der St. Petersburger Partneruniversität reisten in diesem Jahr drei Professoren unseres Studienganges nach St. Petersburg – Prof. Tausch, der 1992 Mitinitiator der Kooperation war, Prof. Bindseil und Prof. Rjasanowa, seit 2002 verantwortlich für die Kooperationsbeziehungen. Wir hatten uns jeweils mit einem Vortrag angemeldet.

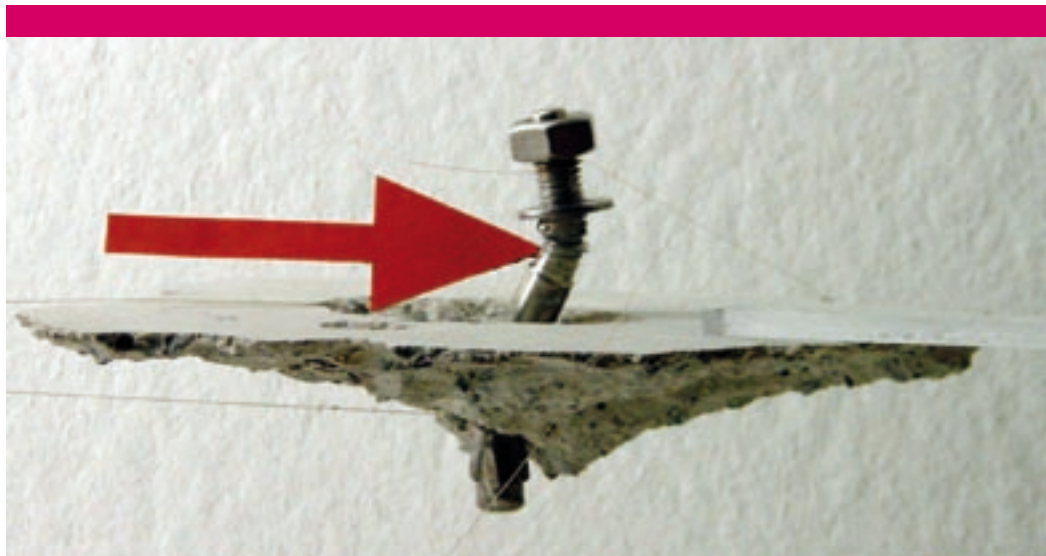
**Prof. Bindseil** hielt seinen Vortrag zum Thema „Modern Anchorage Techniques for Mounting of Structural Elements to Concrete Structures“ in der Plenarsitzung der Konferenz.

Der Vortrag begann mit einigen Anmerkungen zur historischen Entwicklung von Verankerungen seit der Antike bis zur Gegenwart. Er gab eine Einführung in moderne Verankerungstechnik und zeigte die zum Teil sehr unterschiedlichen Auswirkungen des individuellen Tragverhaltens verschiedener Ankertypen (Dübel) auf die praktische Anwendung und damit die Sicherheit von Verankerungen. Dies wurde auch anhand von Versuchsergebnissen demonstriert. Um die Wichtigkeit von zuverlässigen Verankerungssystemen zu verdeutlichen, wurden einige Schadensfälle vorgestellt.

Der Vortrag von **Prof. Tausch** zum Thema „Innovativer Deponiebau in Deutschland“ war in die Sektion „Bauwesen: Theorie, Praxis und Neue Technologien“ eingegliedert.

Deponien müssen so geplant, gebaut und betrieben werden, dass aus ihnen keine Schadstoffe und keine sonstige nachteilige Beeinflussung auf die Umwelt ausgehen. In Deutschland gibt es daher verschiedene Vorschriften und Regelwerke, die bei einer Neuplanung bzw. Neubau oder einer Stilllegung einer Deponie beachtet werden müssen. Neue Deponien sind mit einem Basisabdichtungssystem, verfüllte Deponien mit einem Oberflächenabdichtungssystem zu versehen. Bei aufgelassenen Deponien, die über derartige Abdichtungssysteme nicht verfügen, sind ggf. eine allseitige Einkapselung und eine nachhaltige Oberflächenabdichtung erforderlich.

Als Regelabdichtung sind sowohl für die Basis- als auch für die Oberflächenabdichtung Kombinationsabdichtungen vorgesehen. Sie bestehen aus einer mehrlagigen mineralischen Dichtung (Ton) und einer Kunststoffdichtungsbahn (KDB) aus PEHD. Alternative Abdichtungssysteme oder alternative Elemente des Abdichtungssystems können zugelassen werden, wenn der Nachweis der Gleichwertigkeit erbracht wird. Eine derartige Alternative für die KDB ist z.B. eine mehrlagige Asphaltbetondichtung. In Rheinland-Pfalz wurden in den letzten



Prof. Bindseil: Versagen eines Dübels infolge Querkraft

Prof. Tausch Bild 1: Basisabdichtung (Tonlagen + Asphalt) der Deponie Rechenbachtal, Zweibrücken



Jahren verschiedene Deponien mit einer Basis- bzw. Oberflächenabdichtung versehen. Hierbei kamen sowohl Regelabdichtungssysteme als auch Alternativen zum Einsatz. An Hand von zahlreichen Fotos von Bauzuständen wurden die Systeme erläutert und die Herstellung und Wirkungsweise der einzelnen Abdich-

tungselemente veranschaulicht. U.a. wurden die Basisabdichtungen (mineralische Dichtung und Asphaltbeton) der Deponie Rechenbachtal in Zweibrücken (Bild 1) sowie die Oberflächenabdichtung der Deponie Schweinsdell, Kaiserslautern, vorgestellt, auf der später ein „Park-and-Ride“-Parkplatz errichtet wurde (Bild 2).



Prof. Tausch Bild 2: P+R Parkplatz auf der Deponie Schweinsdell, Kaiserslautern

Der Vortrag von **Prof. Rjasanowa** hatte die „Automatische 3D-Konstruktion von Straßen auf einer Deponie“ zum Thema und fand in der Sektion „Straßen- und Transportkomplex und Mechanisierung des Baus“ statt.

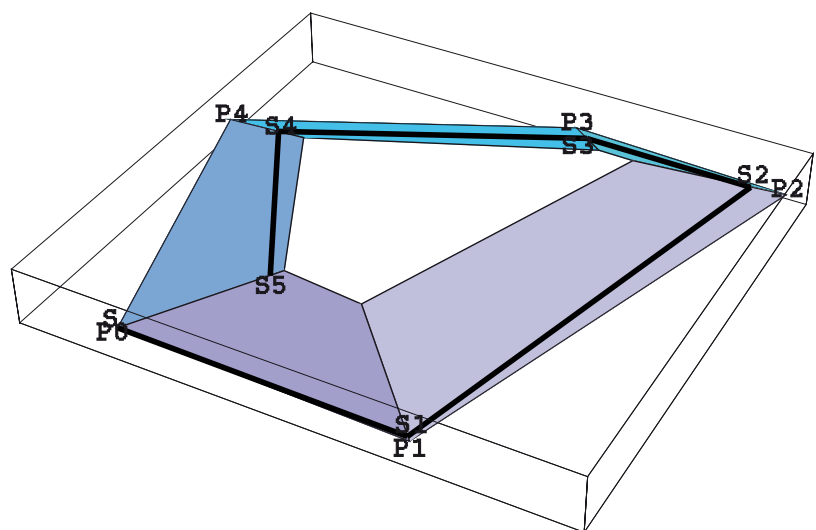
Die computergestützte Planung von Deponien und Straßen auf ihnen erfolgt in CAD-Systemen. Dabei werden die Deponien als ebenflächig begrenzte Körper angenommen, wobei die Ebenen durch die Gauß-Krüger-Koordinaten jeweils zweier auf ihr befindlicher Punkte der Deponiesohle und die Neigung bestimmt sind.

Entlang des Deponiekörpers ist die Achse einer Straße zu ermitteln, wobei der Startpunkt der Straße auf der Deponie und die Neigung der Straße auf jeder Seite des Deponiekörpers vorgegeben sind. Mit den vorgegebenen Daten ist es möglich, die Lage der Straßenachse zu berechnen. Das automatische Generieren der Straßenachse erspart dem CAD-Anwender die aufwendige Konstruktion. Besonders bei Veränderung der Eingabedaten ist die Zeitersparnis von Bedeutung, da ohne automatische Berechnung eine Neukonstruktion erforderlich wäre.

Der Vortrag stieß auf reges Interesse, da der Einsatz mathematischer Methoden unmittelbar zu einer spürbaren Beschleunigung des Konstruktionsprozesses beigetragen hat. Auch weiterführende Ideen wurden diskutiert.

Die Konferenz war sehr gut organisiert. Neben zahlreichen interessanten Vorträgen gab es ausreichend Möglichkeit, in Gesprächen einzelne Themen zu vertiefen. Die Diskussionen mit zahlreichen Professoren und Konferenzteilnehmern

Prof. Rjasanowa: Straßenachse auf einem Deponiekörper







Konferenzgespräche in St. Petersburg

betrafen sowohl wissenschaftlich-innovative Fragen als auch die aktuelle Umstellung des Studiums an den Hochschulen auf die Bachelor- und Masterabschlüsse, die in Russland ebenfalls auf der Tagesordnung steht. Auch der Erfahrungsaustausch zu Fragen der Gestaltung der Vorlesungen und Prüfungen gab gegenseitig neue Anregungen für die eigene Tätigkeit. Mit Prof. Bjely und Prof. Vager führten wir z. B. ausführliche Gespräche über theoretische und

praktische Aspekte unserer Arbeit und sprachen auch über Perspektiven unserer Kooperationsbeziehungen.

Die Gastgeber unterstützten die Teilnehmer der Konferenz in allen erdenklichen Fragen. Besonders bedanken möchten wir uns bei Prof. Sachnowskij, Prof. Panin und Prof. Zwerev, die uns hervorragend betreuten und uns den Aufenthalt in St. Petersburg sehr angenehm gestalteten.

Ebenso bedanken wir uns bei der DFG, beim Auslandsamt der Fachhochschule Kaiserslautern (Prof. Meij, Frau Czerwinski, Frau Forell) und beim Studiengang Bauingenieurwesen, die die Konferenzreise finanziell unterstützten.

Kontakt: Prof. Dr. Kerstin Rjasanowa  
kerstin.rjasanowa@fh-kl.de

# Einfluss von Galvanikprozessparametern auf die Zustände abgeschiedener Nickel-Eisen-Schichten

Joachim E. Hoffmann<sup>a</sup>, Kristine Bedner<sup>b</sup>, Helmut Clemens<sup>a</sup>, Reinhard Degen<sup>c</sup>, Christian Dhum<sup>a</sup>, Florian Giro<sup>b</sup>, Udo Kirsch<sup>c</sup>, Martin Schmitt<sup>a</sup>, Monika Saumer<sup>b</sup>

## Abstract

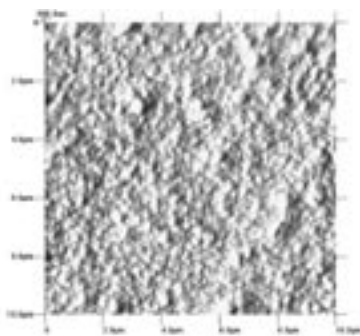
Zur Entwicklung eines Herstellungsprozesses für eigenspannungsarme Nickel-Eisen-Schichten mit günstigen Gefügen und Härtezuständen werden gezielt einige Galvanikprozessparameter variiert. Dabei erzeugte Schichtzustände werden an der Oberfläche nach Legierungszusammensetzungen, Gefügen, Eigenspannungs-, Textur- und Mikrohärtezuständen sowie elastischen Eindringmodulen charakterisiert. Das Herstellen der Schichten findet in einer Laborgalvanikanlage statt. Prozessparameter sind das Galvanisieren in Elektrolytbädern mit und ohne Saccharin als Badzusatz, mit unterschiedlichen Eisengehalten sowie mit

verschiedenen Stromparametern. An den Schichten ermittelte Ergebnisse zeigen signifikante Einflüsse von Saccharin als Badzusatz und von der Pulsfrequenz beim bipolaren Pulsstromverfahren auf die Schichtzustände. Ergänzende Untersuchungen zur Ermittlung der Verteilungen der Zustände über der Schichthöhe sind vorgesehen. Ebenso sind mikromechanische Prüfungen geplant. Aus dem ermittelten Prozess-Zustands-Eigenschaftszusammenhang lassen sich dann Prozessparameter mit optimalen Zuständen auswählen. Diese sollen später als Grundlage zur verbesserten Herstellung von Mikrozahlrädern dienen. Gefertigt werden die Mikrozahl-

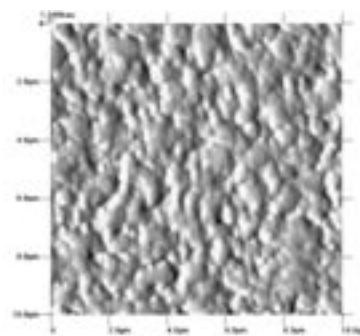
räder durch Galvanoformung nach dem Direkt-LIGA-Verfahren.

Die Arbeiten wurden im Angewandten Forschungsschwerpunkt „Integrierte Miniaturisierte Systeme“ in einer Kooperation zwischen den Arbeitsgebieten Werkstoffmechanik (Kaiserslautern) und Mikrosystemtechnik (Zweibrücken) durchgeführt.

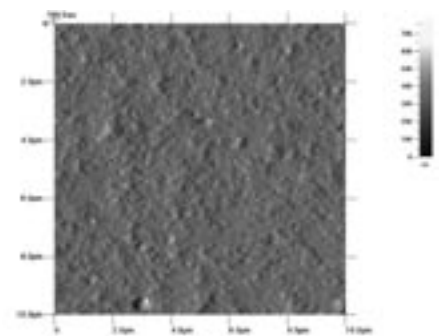
Der Artikel wurde im März 2008 in der Zeitschrift Materials Science and Engineering Technology unter dem Titel „The influence of the electroplating parameters on the conditions of deposited nickel-iron coatings“ veröffentlicht: MATWER 39 (3) 205-260 (2008).



0 Hz (191205R)



20 Hz (171105R)



200 Hz (251005R)

Bild: Gefügeaufnahmen an mit unterschiedlichen Pulsfrequenzen galvanisch abgeschiedenen Nickel-Eisen-Schichten (beispielhaft: Stromdichte 30 mA/cm<sup>2</sup>)

<sup>a</sup> Fachhochschule Kaiserslautern, Angewandte Ingenieurwissenschaften, Kaiserslautern,

<sup>b</sup> Fachhochschule Kaiserslautern, Informatik und Mikrosystemtechnik, Zweibrücken,

<sup>c</sup> Micromotion GmbH, Mainz-Gonsenheim

Kontakt: Prof. Dr. Joachim E. Hoffmann; joachim.hoffmann@fh-kl.de  
Prof. Dr. Monika Saumer; monika.saumer@fh-kl.de

# Ansprechpartner und Adressen

## Präsident

Prof. Dr. Uli Schell  
Morlauterer Straße 31  
67657 Kaiserslautern

## Vizepräsidenten

Prof. Dr. Konrad Wolf  
Amerikastraße 1  
66482 Zweibrücken

Prof. Dr. Hans-Joachim Schmidt  
Morlauterer Straße 31  
67657 Kaiserslautern

## Kanzler

Rudolf Becker  
Morlauterer Straße 31  
67657 Kaiserslautern

## Dekane der Fachbereiche

### Angewandte Ingenieurwissenschaften

Prof. Dr. Uwe Krönert, Morlauterer Straße 31, 67657 Kaiserslautern

### Angewandte Logistik- und Polymerwissenschaften

Prof. Dr. Ludwig Peetz, Carl-Schurz-Straße 1, 66953 Pirmasens

### Bauen + Gestalten

Prof. Dr. Norbert Tausch, Schoenstraße 6, 67659 Kaiserslautern

### Betriebswirtschaftslehre

Prof. Dr. Marc Piazzo, Amerikastraße 1, 66482 Zweibrücken

### Informatik und Mikrosystemtechnik

Prof. Dr. Thomas Walter, Amerikastraße 1, 66482 Zweibrücken

Transferstelle für Automatisierungs-, Mess- und Sensortechnik  
Prof. Dr. Volker Ruby, Morlauterer Straße 31, 67657 Kaiserslautern

Kompetenzzentrum Mechatronische Systeme  
Prof. Dr. Volker Ruby, Prof. Dr. Martin Böhm, Morlauterer Straße 3, 67657 Kaiserslautern

Kompetenzzentrum Produktionsintegrierter Umweltschutz/nachwachsende Rohstoffe  
Prof. Dr. Bernhard Platzer, Morlauterer Straße 31, 67657 Kaiserslautern

Competence Center Instructional Design in Technology  
Prof. Dr. Thomas Walter, Amerikastraße 1, 66482 Zweibrücken

ed-media e.V. Institut an der Fachhochschule Kaiserslautern  
Prof. Dr. Bettina Reuter, Amerikastraße 1, 66482 Zweibrücken

Kontaktstelle für Innovation, Technologie- und Wissenstransfer ITW  
Dr. Susanne Schohl, Dr. Susanna Wirth, Morlauterer Straße 31, 67657 Kaiserslautern

Wissenschaftliche Weiterbildung TAS Technische Akademie Südwest  
Prof. Lothar Scherer, Schoenstraße, 67659 Kaiserslautern

ZMG Zentrum für Mittelstands- und Gründungsökonomie  
Prof. Dr. Walter Ruda, Amerikastraße 1, 66482 Zweibrücken

# Verzeichnis der Professorinnen und Professoren

## Campus Kaiserslautern I

### Angewandte Ingenieurwissenschaften

#### Elektrotechnik/Informationstechnik

Tel. 0631/3724-

Prof. Dr.-Ing. Günter Biehl	214	Digitaltechnik/Logikdesign, Mikroprozessortechnik, Grundlagen der Informatik
Prof. Dr.-Ing. Norbert Diehl	244	Kommunikationsnetze u. verteilte Systeme, Digitale Signalverarbeitung, Grundlagen der Informatik
Prof. Dr.-Ing. Franz-Josef Folz	217	Techn. Physik, Analysis, Grundlagen der Hydraulik
Dr. phil. Kurt Heil	242	Technisches Englisch, Wirtschaftsenglisch, Landeskunde
Prof. Dr.-Ing. Martin Hoof	209	Elektr. Energieversorgung, Hochspannungstechnik und Energiewirtschaft
Prof. Dr. rer. nat. Michael Huber	210	Mathematik, Algorithmen und Datenstrukturen, Software-Engineering
Prof. Dr.-Ing. Martin Kreuzer	213	Hochfrequenztechnik, Höchsthfrequenztechnik, Funknachrichtentechnik, Elektromagnetische Verträglichkeit
Prof. Dr. Uwe Krönert, Dekan	200	Technische Physik, Lichttechnik
Prof. Dr.-Ing. Peter Liell	216	Digitale Systeme, Mikroprozessoren, Datenbanken, Grundlagenfächer
Prof. Dr.-Ing. Karl Mentz	207	Mathematik, Grundlagen der Elektrotechnik, Systeme und Signale, Numerik, Simulation dynamischer Systeme, Zustandsraum- und nichtlineare Regelung, Theorie der Filter und Digitale Signalverarbeitung
Prof. Dipl.-Ing. Hans Werner Neuschwander	215	Mikroprozessoranwendungen, Signalprozessoren in der Audiotechnik, Musikelektronik
Prof. Dr.-Ing. Hartmut Opperskalski	305	Steuerungstechnik
Prof. Dr.-Ing. Volker Ruby	206	Regelungstechnik, Digitale Signalverarbeitung
Prof. Dipl.-Ing. Andreas Steil	211	Nachrichtentechnik, Statistik/Stochastik, Mobile Radio Systems, Digital Radio Mondiale DRM
Prof. Dr.-Ing. Edgar Stein	208	Leistungselektronik, Elektrische Maschinen und Antriebe
Prof. Dr. rer. nat. Georg Terlecki	203	Prozessmesstechnik, Sensortechnik, CAE, Grundlagen der Elektronik
Prof. Dr. techn. Bernd Weissenborn	240	Mathematik I und II, Mathematik-Seminar I und II, Bauelemente der Elektronik, Nachrichtenübertragung

#### Maschinenbau

Prof. Dipl.-Ing. Hans Walter Beil	302	Angewandte Mechanik, Technische Akustik, Messtechnik
Prof. Dr. rer. nat. Martin Böhm	316	Bildverarbeitung, Robotik, Informatik
Prof. Dr. rer. nat. Frank Bomarius	315	Grundlagen der Informatik, Software-Engineering, Datenbanksysteme
Prof. Dr.-Ing. Helmut Clemens	161	Technische Mechanik, Getriebelehre, Berechnung im Leichtbau, Lineare Algebra, FEM

Prof. Dr.-Ing. Rainer Fremd	311	Mathematik, Angewandte Mathematik, Regelungstechnik Simulationstechnik
Prof. Dr.-Ing. Norbert Gilbert	303	Strömungslehrer, Strömungsmaschinen, Computational Fluid Dynamics CFD
Dr. phil. Kurt Heil	242	Technisches Englisch, Wirtschaftsenglisch, Landeskunde
Prof. Dipl.-Ing. Karl-Heinz Helmstädter	212	Konstruktion, Maschinenelemente, CAD, Grundlagen des Maschinenbaus
Prof. Dr.-Ing. Joachim E. Hoffmann	304	Werkstoffkunde, Konstruktionswerkstoffe, Berechnung im Leichtbau
Prof. Dr.-Ing. Reinhard Horn	317	Werkzeugmaschinen, Zerspanungstechnik, Produktionsautomatisierung CAM, CAP, CAQ, Konstruktion, Fertigungstechnik
Othmar Jentsch*		Physiklabor
Prof. Dr.-Ing. Hubert Klein	319	Produktionsplanung, Qualitätsmanagement, Arbeitswissenschaft
Prof. Dr. rer. nat. Susanne Kuen-Schnäbele	360	Mathematik, Mikroprozessortechnik, Mathematik-Vorkurs, Multimedia AG, Multimedia-Labor
Prof. Dr.-Ing. Matthias Leiner	314	Angewandte Mathematik, Technische Mechanik, Programmiersprache C
Dr. rer. nat. Sibylle Leiner**	306	Chemie
Prof. Dr.-Ing. Albert Meij	347	Leichtbau, Kunststofftechnik, Verbundwerkstoffe
Prof. Dr.-Ing. Uwe Möhring	154	CAD, CAM, Fertigungssysteme und Industrieroboter, Konstruktion
Prof. Dr.-Ing. Bernhard Platzer	348	Thermodynamik, Thermische Verfahrenstechnik, Apparatebau, Prozess-/Mehrphasensimulation
Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Schmidt		
Vizepräsident	176	BWL – insbesondere Unternehmensführung, Marketing
Dr. Thomas Schuster*	318	Allg. BWL, Finanzierung und Investition, Unternehmensführung, Controlling

## Campus Kaiserslautern II

### Bauen und Gestalten

#### Architektur

Tel. 0631/3724-

Dipl.-Ing. Werner Bäuerle	409	Entwerfen, Baukonstruktion, Bauen im Bestand
Prof. Dipl.-Ing. Gerhard Gräf	412	Städtebau, Bauplanungs- und Bauordnungsrecht, Baugeschichte
Prof. Dipl.-Ing. Ulrich Hamann	410	Entwerfen, Gebäudelehre, Industrialisiertes Bauen
Prof. Dipl.-Ing. Wolfgang Kergaßner	600	Entwerfen, Techn. Ausbau, Baukonstruktion,
Prof. Dr.-Ing. Thomas Lechner	600	Baustoffkunde, Bauphysik, klimagerechtes Bauen
Prof. Dr. Jane Lomholt**	709	Architekturtheorie, Gestalterischer Entwurf, Entwerfen, Medienästhetik
Prof. Dr.-Ing. Konrad Oertling	411	Tragwerkslehre, CAD, EDV
Prof. Dipl.-Ing. Helmut Pulz	408	Baukonstruktion, Innenausbau
Prof. Dipl.-Ing. Thomas Schmitz	607	Freihandzeichnen, künstlerisches Gestalten und Entwerfen
Prof. Dipl.-Ing. Wolfgang Schreiber	413	Baubetrieb, Bau- und Gebäude-Management, Informations- und Kommunikations-Technologie, Entwerfen

#### Bauingenieurwesen

Prof. Dipl.-Ing. Peter Bindseil	506	Massivbau, Bausanierung, Forschung
Prof. Dipl.-Ing. Claus Flohrer**	514	Bausanierung, Qualitätssicherung

Prof. Dr.-Ing. Peter-Michael Hajek	526	Siedlungswasserwirtschaft, Abfallwirtschaft
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Lang	511	Wasserwirtschaft, Wasserbau
Prof. Norbert H. Messer StORR a.D.	512	Baurecht
Prof. Dr. rer. nat. Kerstin Rjasanowa	503	Ingenieurmathematik, Informatik, CAD
Prof. Dr.-Ing. Horst Rückel	504	Baukonstruktion, Baubetrieb,
Prof. Dr.-Ing. Marcus Rühl	777	Baustoffe, Instandsetzung, Bauen im Bestand, neue Baustoffe
Prof. Dr.-Ing. Johannes Schanzenbach	527	Stahlbau, Holzbau
Prof. Dr. Lothar Scherer**	722	Leiter der TAS-Akademie
Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Slabik	510	Vermessung, Baubetrieb
Prof. Dr.-Ing. Norbert Tausch		
Dekan	505	Grundbau
Prof. Dr.-Ing. Hermann Thamfald	507	Straßenbau, Straßenverkehrswesen, Schienenverkehrswesen
Prof. Dipl.-Ing. Birger vom Ufer	513	Statik und Massivbrückenbau

### Innenarchitektur

Prof. Innenarchitekt Dieter Ell	611	Produktdesign
Prof. Dipl.-Ing. Architekt Werner Glas	604	Entwerfen, Produktdesign, Materialtechnologie
Matthias M. Heiermann*	607	Plastik, Freies Zeichnen
Prof. Dipl.-Ing. Architekt Gregor Maria Rutrecht	603	Entwerfen, Farbenlehre, Grundlagen des Entwerfens
Prof. Dipl.-Ing. Architekt		
Reg.baum Norbert Schaefer	608	Ausbaukonstruktion, konstruktives Entwerfen
Prof. Dipl.-Ing. Jens Wendland	608	Möbelentwurf, -konstruktion und -stilkunde, Entwerfen
Prof. Dr. Ulrich Winko*	603	Geschichte und Theorie der Architektur, der Kunst und des Design
Prof. Dipl.-Ing. Norbert Zenner	609	Entwerfen, Gebäudelehre, Entwerfen im Bestand

### Virtual Design

Prof. Dipl.-Des. (FH) Holger Deuter	414	Praxis und Theorie des Interface
Prof. Dipl.-Des. (FH) Ariane Hedayati	605	3D Computeranimation, Digitale Postproduktion, Virtual Reality
Prof. Dipl.-Ing. (FH) Matthias Pfaff	601	Virtuelle Räume, 3D-Design, Mediengestaltung, Hypermediasysteme
Prof. Dipl.-Des. Thomas Wagner	414	Objekt- und Raumgestaltung, Mediensoftware, Screendesign

## Campus Pirmasens

### Angewandte Logistik- und Polymerwissenschaften

#### Logistik

Tel. 06331/2483-

Prof. Dr.-Ing. Liping Chen	77	Logistiktechnologien, Verkehrstechnik, Mathematik
Prof. Dr. rer. oec. Rüdiger Grascht	82	Betriebliches Rechnungswesen, Wirtschaftsmathematik, Verkehrspolitik, Landtransportsysteme, Logistiktechnologien- und Umschlagsysteme, TOPSIM – Planspiele, Workflowmanagement

Prof. Dr.-Ing. Jörg Schlüter	16	Materialflussplanung und –steuerung, Anlagentechnik, Automatisierungstechnik in der Logistik, Datenverarbeitung in der Logistik, Logistik-Technologien, Produktionsplanung und -steuerung
------------------------------	----	---

### Polymerwissenschaften

Prof. Dr. rer. nat. Roland Burk	24	Klebstoffe, Beschichtungen, Lacke- und Farben, Qualitätsmanagement, Statistik, Grundlagenfächer
Prof. Dr.-Ing. Georg Kling	17	Angewandte Prozessleittechnik und -simulation, Verfahrenstechnik, Grundlagenfächer,
Prof. Klaus Nieder	32	Farbmetrik, Verfahrenstechnische Textilveredelung, EDV, Umwelttechnik
Prof. Dr. rer. pol. Günter Parsen	21	Betriebswirtschaftslehre, Volkswirtschaftslehre, Marketing
Prof. Dr. rer. nat. Ludwig Peetz Dekan	14	Mathematik, Technische Physik, Elektrotechnik, Grundlagen Textiltechnik, Flächentechnologie, Strickerei, Wirkerei, CAD Strickerei/Wirkerei, Technische Textilien, Praktika Flächentechnologie
Prof. Dr. rer. nat. Peter Schäfer	18	Spinnerei, Naturfaserstoffe, Grundlagen Textiltechnik, Chemische Materialprüfung, Physikalische Materialprüfung, Chemiefaserstoffe, Vliesstoffe, Textilmikroskopie, Farbstoffchemie, Tenside, Textilhilfsmittel
Prof. Dr.-Ing. Helmut Schüle	26	Kunststoffverarbeitung, Werkzeugbau und –auslegung, Rheologie, Fertigungstechnik
Prof. Dr.-Ing. Jens Schuster	49	Technisches Zeichnen/CAD, Maschinenelemente, Werkstoffkunde der Kunststoffe, Konstruieren mit Kunststoffen, Methodische Konstruktion, Kunststoffprüfung, Polymere Verbundwerkstoffe, Fügetechnik, Rechnergestützte Kunststoffbauteilkonstruktion
Prof. Dr. rer. nat. Horst Seidel	20	Polymerchemie, Polymerphysik, Instrumentelle Analytik
Udo Steiner*	31	Grundlagen der Schuhtechnik, Grundlagen der Lederverarbeitung, Produktionstechnik, Ledererzeugung, Werk- & Hilfsstoffe, Leistenentwicklung, CAD-Schuhkonstruktion,
Prof. Dr. rer. nat. Thomas Stumm	33	Grundlagen Ingenieurwissenschaften, Allg. Werkstoffkunde und Werkstoffprüfungen, Physikalische Chemie, Grundlagen der Polymerchemie, Grundlagen der Chemietechnik, Verfahrenstechnik (mech.VT), Reaktionstechnik, Chemische Materialprüfung für Leder- und Schuhtechnik, Polymerreaktionstechnik, Industrielle Chemie

## Campus Zweibrücken

### Betriebswirtschaft

Tel. 06332/914-

Prof. Dr. Christian Aichele	223	Wirtschaftsinformatik
Prof. Dr. Christine Arend-Fuchs	256	International Marketing und Trading Industries
Prof. Dr. Christian Armbruster	258	Finanzdienstleistungen
Prof. Dr. Lothar Auchter	244	Volkswirtschaftstheorie und -politik, Wirtschaftsethik und Unternehmenskultur
Prof. Dr. Manfred Bardmann	257	BWL insbesondere Unternehmensführung
Prof. Dr. Ruth Bartels	221	Wirtschaftsinformatik

Prof. Dr. Susanne Bartscher-Finzer	255	Personalwirtschaft und Organisation
Prof. Dr. Jürgen Bott	215	BWL insbesondere Finanzdienstleistungen, Grundlagenfächer
Prof. Dr. habil. Wolfgang Eberle	219	Wirtschaftsinformatik, Mathematik, Datenverarbeitung
Prof. Dr. Karl-Wilhelm Giersberg	210	BWL insbesondere Finanzierungen
Prof. Dr. Markus Groß	225	Europäische Studien und Sprachen
Prof. Dr. Albert Herbig	241	Kommunikations- und Führungstechniken
Prof. Matthias Herbst	260	Finanzdienstleistungen und Grundlagenfächer
Prof. Dr. Rainer Hofmann	217	Finanzdienstleistungen, insb. Banken, Investition und Finanzierung, Finanz- und Rechnungswesen, Steuerlehre, International Accounting
Prof. Dr. Michael Jacob	212	BWL insbesondere Wirtschaftsinformatik
Prof. Dr. Gunter Kürble	234	Grundlagenfächer insbesondere statistische Methodenlehre, Finanzdienstleistungen insb. Versicherungsbetriebslehre
Prof. Dr. Christoph Lauterbach	213	Mittelstandsökonomie und Wirtschaftsinformatik
Prof. Dr. Claudia Münz	253	Unternehmensführung, wissenschaftliche Weiterbildung
Dr. Winfried Niederer*	255	Personalwirtschaft und Organisation,
Prof. Dr. Marc Piazzolo, Dekan	200/264	Volkswirtschaftslehre, Geld-, Kredit- und Außenwirtschaft
Prof. Dr. Rolf Pohl	228	Recht
Prof. Dr. Karlheinz Pohmer	259	VWL, Unternehmenskommunikation
Prof. Dr. Helmut Reichling	254	BWL, prakt. Unternehmensführung, Zivilrecht, Marketingmanagement, Existenzgründung
Prof. Dr. Bettina Reuter	242/512	Logistik, betriebliche Leistungsprozesse, SAP-Labor, Arbeitswissenschaft, Fertigungstechnik
Prof. Dr. Walter Ruda	240	Betriebswirtschaftslehre insbesondere Finanz- und Rechnungswesen, Mittelstandsökonomie, Grundlagenfächer, Management und Controlling
Prof. Dr. Klaus J. Schröter	232	Grundlagenfächer insbesondere quantitative Methoden, Finanzdienstleistungen insbes. Versicherungen
Prof. Dr. jur. Martin Spaetgens	238	Medizin- und Arbeitsrecht
Prof. Dr.-Ing. Kurt Spiegelmacher	262	Automatisierungstechnik, Qualitätsmanagement, Materialwissenschaft, Einführung CAD, Patentworkshop, PPS-Workshop mit mittelständischem ERP-System ProAlpha
Prof. Dr. Heinrich Wickum	247	BWL insbesondere. Finanz- und Rechnungswesen, Management und Controlling

## Campus Zweibrücken

### Informatik und Mikrosystemtechnik

#### Informatik

Tel. 06332/914-

Prof. Dr. Thomas Allweyer	324	Unternehmensmodellierung,
Dipl. Wirtschaftsing. Martin Bartels*	327	Architektur betriebswirtschaftlicher Standardsoftware
Prof. Dr. Michael Bender	344	Computergrafik und Multimedia
Prof. Dr. Günter Brackly	332	Information Retrieval und Datenbanken,
Prof. Dr. Manfred Brill	341	Studiengangsleiter der Studiengänge Digitale Medien und Medieninformatik , Computergrafik, Angewandte Mathematik



Prof. Barbara Christin	365	AV-Produktion, Mediengestaltung
Prof. Dr. Manuel Duque-Anton	325	Kommunikationsnetze und verteilte Systeme
Prof. Dr. Jörg Hettel	323	Internetbasierte Transaktionssysteme, Mathematik, techn. Physik, Software-Engineering, Web-Services
Prof. Dr. Michel Kuntz	363	Authoring und Programmierung von interaktiven Anwendungen
Prof. Dr. Matthias Leiner	322	Rechnerarchitektur
Prof. Dr.-Ing. Wilhelm Meier	326	Betriebssysteme
Prof. Dr. Sybille Monz-Lüdecke	318	Produktionsinformatik
Prof. Adrian Müller	329	Projektmanagement, Softwaretechnik II, Information Retrieval,
Prof. Dr. Uli Schell		Computer Integrated Manufacturing CIM und wissensbasierte Systeme
Präsident		
Prof. Dr. Bernhard Schiefer	312	Datenbanksysteme, Softwaretechnik mit Java und C++, Architektur betriebswirtschaftlicher Standardsoftware
Prof. Dr. Gerhard Schmidt	310	Software-Engineering und Mathematik
Prof. Hendrik Speck	360	Interaktive Online Medien
Prof. Dr. Hans-Jürgen Steffens	314	Software-Engineering (SE), Systemanalyse,
Prof. Dr. Manh Tien Tran	337	Softwaretechnik und Programmiersprachen
Prof. Dr.-Ing. Uwe Tronnier	316	Datenbanken, CAD und Bildverarbeitung
Prof. Dr. Dieter Wallach	328	Mensch-Computer-Interaktion und Usability-Engineering
Prof. Dr. rer. nat. Thomas Walter	300	Programmierung und Betrieb von Websites
Dekan		
Prof. Dr.-Ing. Thomas Zimmermann	320	Rechnernetze und Telekommunikation, Mobilfunk

### Mikrosystemtechnik

Dr. Herbert Freimuth*	412	Physik und Mikrosystemtechnik
Prof. Dr. Lutz-Achim Gäng	411	Mikrosystemtechnik insbesondere Feinwerktechnik
Prof. Dr.-Ing. Patrick Klär	413	Konstruktion und Simulation von Mikrosystemen
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kubitzki	419	Elektrotechnik (Messern, Steuern, Regeln)
Prof. Dr. Hildegard Möbius	412	Mikrosystemtechnik, Experimentalphysik
Prof. Dr. Antoni Picard	414	Aufbau und Verbindungstechnik in der Mikrosystemtechnik
Prof. Dr. Peter Pokrowsky	410	Mikrosystemtechnik, Messtechnik, Optik, Physik, Mathematik
Prof. Dr. Monika Saumer	420	Chemische Prozesse in der Mikrosystemtechnik mit den Schwerpunkten Techn. Chemie, Elektrochemie, Resistchemie, Fotolithographie und Ätztechnik
Prof. Dr. med. Karl-Herbert Schäfer	418	Biotechnologie in der Mikrosystemtechnik
Prof. Dr.-Ing. Joachim Ternig	425	Signalverarbeitung und Sensorik
Prof. Dr. Konrad Wolf	100	Halbleitertechnologie, mikroelektronische Bauelemente
Vizepräsident		

\* Vertretungsprofessur

\*\* Honorarprofessur

## Impressum

### **Herausgeber**

Prof. Dr. Konrad Wolf  
Vizepräsident für Forschung und Lehre  
der Fachhochschule Kaiserslautern

Amerikastraße 1  
66482 Zweibrücken

Tel. 06332 914-100  
Fax 06332 914-105

### **Redaktion**

Kontaktstelle für Innovation,  
Technologie- und Wissenstransfer ITW

Morlauterer Straße 31  
67657 Kaiserslautern

Tel. 0631 3724-159  
Fax 0631 3724-174

Beiträge sind namentlich  
gekennzeichnet

### **Gestaltung**

tobedesign

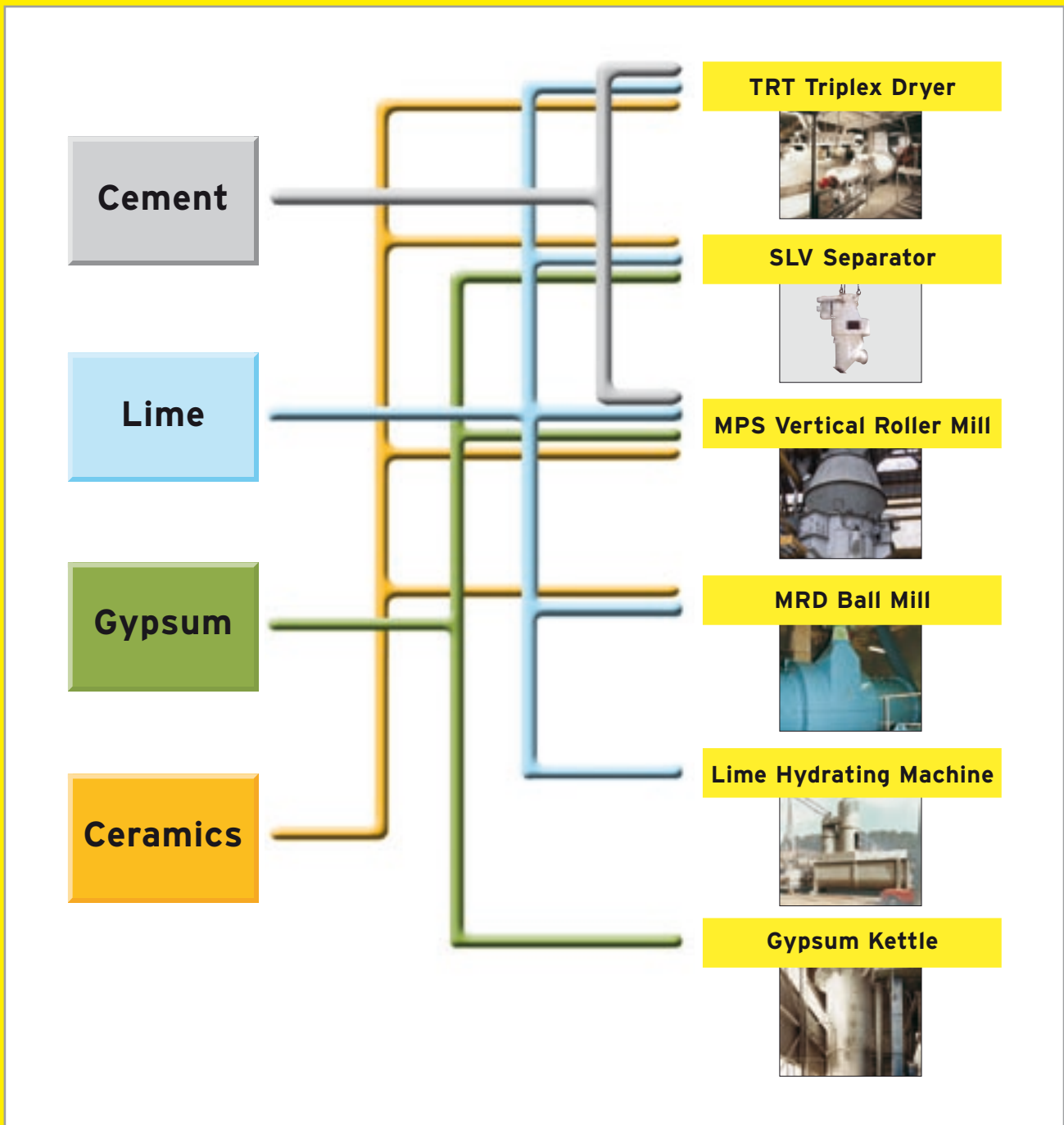
### **Projektleitung Anzeigen**

Dirk Buhle  
Tel.: 05353 9109-490  
Fax: 05353 9109-491

### **Produktion**

WEKA info verlag gmbh

# Variety for every industry



**GEBR. PFEIFFER AG**

Progress is our tradition

P.O. Box 30 80 · D-67618 Kaiserslautern

Phone +49 631-4161-0 · Fax +49 631-4161-191

E-mail: [tp@gpag.com](mailto:tp@gpag.com) · [www.gpag.com](http://www.gpag.com)



PRODUKTION | DISTRIBUTION | IT-ORGANISATION | GESAMTSYSTEME

## ■ ■ ■ ■ Die Zukunft planen und realisieren mit psb

Studierenden der Fachrichtungen

Elektrotechnik | Maschinenbau | Wirtschaftsingenieurwesen | Informatik  
bieten wir beste Einstiegschancen und Perspektiven.

Im Praktikum lernen Sie die Zusammenhänge und Abläufe eines mittelständischen, international führenden Unternehmens für Intralogistik kennen. Mit Ihrer Diplomarbeit legen Sie bei uns den Grundstein für Ihre berufliche Laufbahn oder beginnen als Direkt-einsteiger mit interessanten, verantwortungsvollen Tätigkeiten.

Senden Sie Ihre Bewerbungsunterlagen an unsere Personalabteilung.