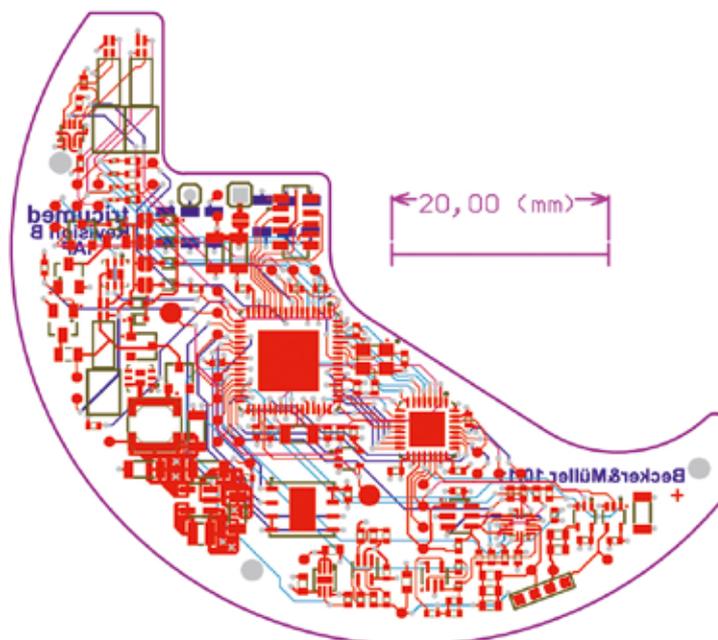
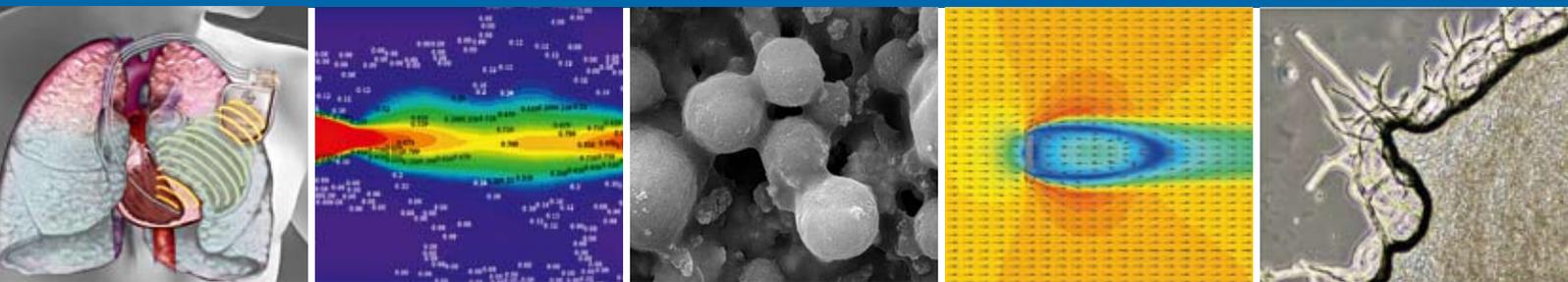




Institut für
Angewandte Forschung

Beiträge aus Forschung und Technik 2011

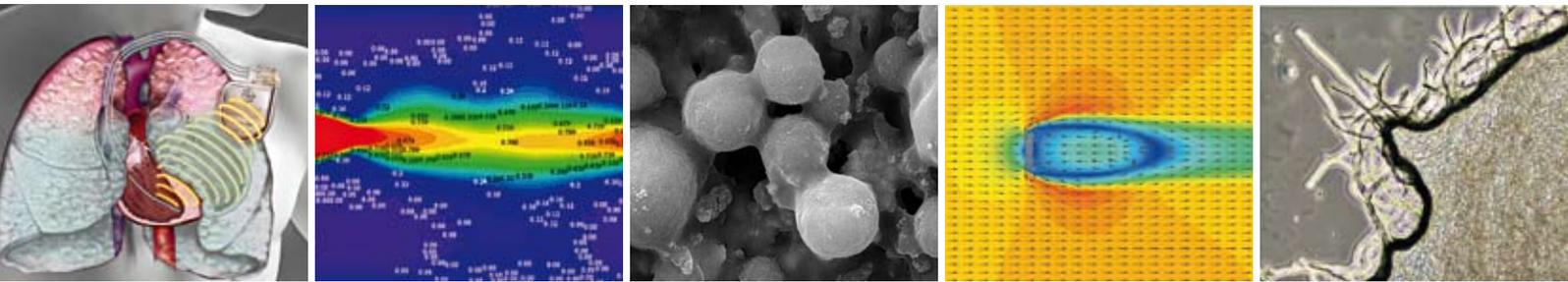


Hochschule Offenburg
University of Applied Sciences



**Institut für
Angewandte Forschung**

Beiträge aus Forschung und Technik 2011



Forschungsbericht der
Hochschule für Technik, Wirtschaft
und Medien Offenburg



Hochschule Offenburg
University of Applied Sciences

Angewandte Forschung hat sich zu einem festen Bestandteil der Hochschule Offenburg entwickelt. Der neue Forschungsbericht 2010 dokumentiert die Breite in den Themenfeldern und die Tiefe der Zusammenarbeit mit Universitäten, Forschungseinrichtungen und den Unternehmen in der Region, aber auch weit darüber hinaus.

Die Chance, die sich uns durch unsere Lage in einer der innovativsten Regionen Europas bietet, begründet unseren hohen Anspruch, in diesem Umfeld einen wesentlichen Beitrag zu leisten. Kennzeichen dieses Umfelds sind auf wissenschaftliche Grundlagen aufbauende Forschung, stetes Überdenken bisheriger Ansätze und Lösungswege, kurze Innovationszyklen und enger gegenseitiger Erfahrungs- und Informationsaustausch. Im gemeinsamen Miteinander konnten wir unsere Aktivitäten deutlich ausbauen und sind uns sicher, dass dieser Trend anhalten wird.

Das kooperative Promotionskolleg „Kleinskalige erneuerbare Energiesysteme“ wird unsere Zusammenarbeit mit der Universität Freiburg und den

Fraunhofer-Instituten für Solare Energiesysteme und für Physikalische Messtechnik auf eine neue Stufe stellen. Eingebettet in das gemeinsame Zentrum für Erneuerbare Energien, intensiviert es den wissenschaftlichen Austausch über Fach- und Institutionsgrenzen hinweg.

Zudem suchen und leben wir die grenzüberschreitende Zusammenarbeit. Deshalb unterstützen wir aktiv die Netzwerkbildung mit den angrenzenden Regionen in Frankreich und der Schweiz im Kontext der im Herbst gegründeten „Trinationalen Metropolregion Oberrhein“.

Beispielhaft zeigt das energieeffiziente Experimentalfahrzeug „Schluckspecht“, wie angewandte Forschung und Lehre hervorragend miteinander verzahnt werden können. Es ist das erste Elektrofahrzeug, das über 626km Fahrstrecke im öffentlichen Verkehr mit einer Batterieladung ohne Nachladen fuhr. Gleichzeitig wurden die vier beteiligten Professoren für die langjährige und fakultätsübergreifende Integration von Forschung und Innovation in motivierende projektorientierte Lehre mit dem Landeslehrpreis 2010 ausgezeichnet.



*Prof. Dr.-Ing. Andreas Christ
Prorektor für Forschungsangelegenheiten
der Hochschule Offenburg*

Mit dem Blick auf das konkrete Ergebnis und eingebunden in lebendige Netzwerke, bildet die akademische Freiheit in Forschung und Lehre für die Hochschule Offenburg ein wichtiges Fundament. Das Institut für Angewandte Forschung begleitet, unterstützt, verbindet und koordiniert die hauptamtlichen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der Hochschule Offenburg.

Mein Dank gilt allen Kolleginnen und Kollegen der Hochschule, aber auch den vielen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern und den Studierenden in den Projekt- sowie Forschungsgruppen, die aktiv in der angewandten Forschung tätig sind und trotz knapper Ressourcen einen wesentlichen Beitrag für die Zukunftsfähigkeit der Hochschule, für den Netzwerkgedanken und für unser gesellschaftliches Umfeld leisten. Mein besonderer Dank gebührt der Leitung des IAF Herrn Prof. Dr. Jansen und Herrn Prof. Bollin, die es hervorragend verstehen, unsere Hochschule in das komplexe Umfeld der Forschungslandschaft zu integrieren.



**Institut für
Angewandte Forschung**

KONTAKT

Hochschule Offenburg
University of Applied Sciences
Institut für Angewandte Forschung
Badstraße 24
D-77652 Offenburg
www.iaf.fh-offenburg.de

Prof. Dr.-Ing. Dirk Jansen, Leiter IAF
Telefon +49 (0) 781 205-267
E-Mail d.jansen@hs-offenburg.de

**Prof. Dipl.-Ing. Elmar Bollin
Stellv. Leiter IAF**
Telefon +49 (0) 781 205-351
E-Mail bollin@hs-offenburg.de

**Diane Weiß
Sekretariat**
Telefon +49 (0) 781 205-272
Fax +49 (0) 781 205-174
E-Mail iaf@hs-offenburg.de

Zentrale
Telefon +49 (0) 781 205-0
E-Mail info@hs-offenburg.de

IMPRESSUM

Herausgeber
Institut für Angewandte Forschung (IAF)
Hochschule Offenburg
University of Applied Sciences

Redaktion und Gestaltung
Prof. Dr.-Ing. Dirk Jansen
Diane Weiß, IAF Sekretariat
Kresse & Discher Medienverlag

Verantwortlich für den Inhalt
Die Autoren und Projektleiter
der jeweiligen Projekte

Lektorat
Günter F.R. Grosshans
Hochschule Offenburg

Gesamtherstellung
Kresse & Discher Medienverlag
Marlener Straße 2, 77656 Offenburg

Telefon +49 (0) 781 95500
Fax +49 (0) 781 955050
www.kd-medienverlag.de

Druckerei
Gedruckt in Deutschland 2011

ISSN 1866-9352

Titelblatt: Platinenentwurf einer fernsteuerbaren
implantierbaren Infusionspumpe

Angaben zum IAF der Hochschule Offenburg	8
Formen der Zusammenarbeit mit dem IAF	11
Geschäftsbericht	15
1. System- und Regelungstechnik	
1.1 Prozessorentwicklung im ASIC-Design-Center	25
1.2 Projekte aus dem Bereich der Medizintechnik	26
1.3 Kann die Effektivität einer Resynchronisationstherapie der Herzschwäche gesteigert werden?	29
1.4 Roboterassistiertes Messsystem zur spektroskopischen Vermessung von Totenflecken.....	33
1.5 Handhabung von Kleinteilen mit einem Industrieroboter	37
1.6 Bow String Structure (BBS) – Aufbau einer Fahrzeugstruktur für ein batteriebetriebenes Leichtfahrzeug.....	41
1.7 Modellierung menschlichen Entscheidungsverhaltens mit Extended Behavior Networks	44
2. Physikalische Sensorik	
2.1 In-Situ Leistungs- und Temperaturverteilung im Spleißvorgang.....	47
2.2 Mass Diffusion in Brain Tissues: a Theoretical Approach	49
2.3 Die „Sprechende Sitzschiene“ für In-flight-Entertainment-Systeme in Passagierflugzeugen	51
3. Verfahrenstechnik	
3.1 Quantification of Diclofenac and Ibuprofen by a Vibrio Fischeri Bioluminescence Assay.....	55
3.2 Substratvorbehandlung zur Steigerung in Biogasanlagen	57
3.3 Raster-Elektronenmikroskop ermöglicht Untersuchungen mit höchster Auflösung und Präzision.....	60
3.4 Prädiktiver Betrieb von thermischen aktiven Bauteilsystemen (TABS)	61
3.5 Ergebnisse eines Feldtests mit Mikro-BHKWs.....	67
3.6 Natürliche Gebäudeklimatisierung in Klassenzimmern.....	71
3.7 Von der umströmten Scheibe zur optimierten Körperform.....	75
3.8 Diesel-elektrischer Hybridantrieb für kommunale Arbeitsmaschinen	78
3.9 Microwave assisted Plasma Generation for Exhaust Gas Treatment	82
3.10 Vergleichende Analyse des europäischen Wärmepumpenmarkts	84
4. Medien	
4.1 Täterkommunikation mit Instant Messaging Clients	86
4.2 Webserver-Log Forensik.....	89
4.3 MI-Learning und Informatik-Präsenzlehre – Ergänzung oder Ersatz?.....	92
4.4 M+I = Mediologie und Interdisziplinarität – Skizzen angewandter und anwendbarer Medienwissenschaften	95
4.5 Applied Information Technology opens Virtual Platform for the Legacy of Alexander von Humboldt.....	99
4.6 Shell Eco-Marathon 2010 live vom EuroSpeedway Lausitzring.....	103
5. Betriebswirtschaft	
5.1 Digitale Fabrikplanung bei KMUs.....	105
5.2 Usabilityuntersuchung durch Eyetracking zur Steigerung der Conversion-rate.....	108
5.3 Logistik als Teilgebiet der BWL: Ein Streifzug durch 50 Jahre Ideengeschichte.....	112
5.4 Social Media als Herausforderung und Chance für Medienunternehmen und -marken	115
5.5 Zur externen Validität der eignungsdiagnostischen Forschung.....	118
Zusammenstellung	121
Stichwortverzeichnis	130

Angaben zum IAF der Hochschule Offenburg



Prof. Dr.-Ing. Dirk Jansen, Leiter IAF

Die im IAF der Hochschule Offenburg seit 1986 durchgeführten anwendungsbezogenen Forschungsarbeiten demonstrieren Ausbildungsniveau und Leistungsfähigkeit der Hochschule. Diese F&E-Arbeiten verfolgen das Ziel, Technologie und innovative Impulse an die Industrie im Sinn einer wirtschaftlichen Verwertung weiterzuleiten. Ein Praxisbezug sichert der Hochschule durch die Rückkopplung eine stetige Aktualisierung und Verbesserung des Status quo der Lehre.

Die verschiedenen Abteilungen konzentrieren ihre Aktivitäten dabei auf Problemstellungen aus den Bereichen der Automatisierungstechnik und der Mess- und Sensortechnik sowie der Verfahrens- und Umwelttechnik. Neu hinzugekommen sind die Schwerpunkte Medien und Wirtschaft. Die sich in jüngster Zeit ergebenden Kooperationen mit in- und ausländischen Forschungsinstituten erfüllen die im Zug der europäischen Harmonisierung wachsende praktische Bedeutung einer länderübergreifenden Zusammenarbeit.

Gliederung

System- und Regelungstechnik

ASIC-Design
Biomedizinische Technik
RFID-Techniken
Robotik
Bildverarbeitung
Signalverarbeitung

Physikalische Sensorik

Lichtwellenleiter
Optische Kommunikationstechnik
Faseroptik
GSM-Mobilfunktechnik
Aktuatorik

Verfahrenstechnik

Thermische Verfahrenstechnik

Partikelmesstechnik
Solartechnik
Umweltanalysentechnik
Strömungstechnik
Gebäude-Monitoring
Energietechnik
Fahrzeuge und Motoren

Medien

E-Learning
Medientechnik
Mobilkommunikation
Medienforschung
Multimediasysteme
Medienmanagement
Web-Design
Filmproduktionen

Wirtschaft

Marketingforschung
Wirtschaftswissenschaften
Logistik
Datenbanken
Unternehmensgründung
Personalberatung

Institutsmitglieder

Geschäftsführender Leiter:
Prof. Dr.-Ing. Dirk Jansen

Stellvertretender Leiter:
Prof. Dipl.-Ing. Elmar Bollin

Sekretariat:
Diane Weiß

Forschungskordinator:
Dr. rer. nat. Gunnar Henschen

Professoren:

Prof. Dr. phil. Thomas Breyer-Mayländer
Prof. Dr.-Ing. habil. Karl Bühler
Prof. Dr. Dan Curticapean
Prof. Dr.-Ing. Andreas Christ
Prof. Dr. rer. nat. Detlev Doherr
Prof. Dr. rer. nat. Klaus Dorer
Prof. Dr.-Ing. Tobias Felhauer
Prof. Dr.-Ing. Ulrich Hochberg
Prof. Dr.-Ing. Joachim Jochum
Prof. Dr.-Ing. Gerhard Kachel
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Kern
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Köbler
Prof. Dr.-Ing. Heinz-Werner Kuhnt
Prof. Dr.-Ing. Winfried Lieber
Prof. Dr. rer. nat. Klemens Lorenz
Prof. Dr. Andreas Mayer
Prof. Dr.-Ing. Habil. Uwe Nuß
Prof. Dr. rer. pol. Ute Rohbock
Prof. Dr. rer. pol. Volker Sängler
Prof. Dr. rer. nat. Werner Schröder
Prof. Dr.-Ing. Lothar Schüssele
Prof. Dr.-Ing. Evgenia Sikorski
Prof. Dr. rer. nat. Bernd Spangenberg
Prof. Dr. rer. nat. Michael Wülker
Prof. Dr.-Ing. Richard Zahoransky

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Gaith Abuiyada
Dipl.-Ing. (FH) Mayukh Bhattacharyya
M.Sc.
Dipl.-Ing. (FH) Daniel Bau M.Sc.
Dipl.-Ing. (FH) Bertram Birk
Dipl.-Geogr. Wolf Blochowicz
Dipl.-Ing. Oscar Javier Castiblanco
Parra M.Sc.
Dipl.-Ing. (FH) Benjamin Dusch B.Eng.
Matthias Essig B.Eng.

Dipl.-Ing. (FH) Jesus da Costa Fernandes M.Sc.
 Srinivasa Ragavan Devanathan
 Dr. Markus Feißt
 Dipl.-Ing. Thomas Feldmann
 Dipl.-Ing. (FH) Andreas Fischer
 Martin Fischer B.Eng.
 Stefan Glaser B.Eng.
 Thomas Göppert
 Dipl.-Ing. (FH) Andreas Gottlieb M.Sc.
 Dipl.-Ing. (FH) Waldemar Grünwald M.Eng.
 Rebecca Hauser B.Eng.
 Katharina Higel
 Dipl.-Ing. (FH) Sascha Himmelsbach
 Andreas Huber B.Eng.
 Dipl.-Ing. (FH) Klaus Huber
 Philipp Georg Huber B.Eng.
 Johannes Roman Huschle M.Sc.
 Dipl.-Ing. (FH) Martha Jagoda
 Dipl.-Ing. (FH) Nils Malte Jahn M.Sc.
 Dipl.-Ing. (FH) Daniel Jödicke M.Sc.
 Max Jung
 Dipl.-Ing. (FH) Tanja Kabelitz
 Olga Klaus B.Eng.
 Dipl.-Ing. (FH) Tobias Klausmann
 Dipl.-Ing. (FH) Andreas Kreker M.Eng.
 Gerwin Lange B.Eng.
 Dipl.-Ing. (FH) Marc Löffel
 Omar Valerio Minero M.Sc.
 Mitra Mosslemi B.Sc.
 Valentin Ortega Clavero M.Sc.
 Simon Reiffeiner
 Dipl.-Ing. (FH) Alexander Riske
 Christian Roth M.Eng.
 Dipl.-Ing. (FH) Eva-Maria Scheck
 Ingo Schindler B.Eng.
 Dipl.-Ing. (FH) Stefan Schmidt
 Dipl.-Ing. (FH) Bernhard Schneckenburger
 Rajit Shahi M.Sc.
 Stefan Staiger
 Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Stickel
 Dipl.-Ing. (FH) Tobias Volk M.Eng.
 Dipl.-Ing. (FH) Andreas Weber
 Rolf Wiegele B.Eng.
 Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Beatrice Gabriela Zimfirache

Kooperationspartner

Das Institut arbeitet mit den nachfolgend aufgeführten Kooperationspartnern zusammen:

Hochschulen, Institute und Universitäten

Inland

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
 Clausthaler Umwelttechnik Institut
 CUTEC, Clausthaler

Fraunhofer-Institut für Solare
 Energiesysteme, ISE, Freiburg
 Hochschule Aalen
 Hochschule Albstadt-Sigmaringen
 Hochschule Biberach
 Hochschule Esslingen
 Hochschule Furtwangen
 Hochschule Heilbronn
 Hochschule Karlsruhe
 Hochschule Konstanz
 Hochschule Mannheim
 Hochschule Pforzheim
 Hochschule Ravensburg-Weingarten
 Hochschule Reutlingen
 Hochschule Stralsund
 Hochschule Stuttgart
 Hochschule Ulm
 HSG-IMIT, Institut für Mikro- und
 Informationstechnik der HSG,
 Villingen-Schwenningen
 Humboldt-Forschungsstelle Berlin
 Imtec-Universität Freiburg, Freiburg
 NMI Naturwissenschaftliches
 Medizinisches Institut, Reutlingen
 Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg
 TU Chemnitz
 TU Ilmenau
 Universität Karlsruhe
 Universität Tübingen
 ZKM Karlsruhe

Ausland (Europa)

Frankreich

ENSPS, Straßburg
 ERMITE, Straßburg
 LSP, Straßburg
 Pole Reg. Et Int. Des Sciences de la
 Mesure
 Université de Haute Alsace, Colmar
 Université Joseph Fourier Grenoble
 Université Limoges
 Université Straßburg

Italien

Europäisches Forschungsinstitut, Ispra

Polen

University of Warmia and Masuria,
 Olsztyn

Schweden

Uppsala University

Ausland (Welt)

Argentinien

Universidad Tecnológica Nacional,
 Mendoza

Kuba

Universität von Habana

USA

Oregon State University, Corvallis
 University of California, Irvine
 YALE University, New Haven

Industrie, sonstige

Inland

August Köhler AG, Papierfabrik,
 Oberkirch
 badenova AG & Co. KG, Freiburg
 Badische Stahlwerke, Kehl
 BCT Technology AG, Willstätt
 Bundesministerium für Umwelt, Berlin
 Burda, Offenburg
 DAAD, Bonn
 Daimler AG Mercedes-Benz-Werke,
 Gaggenau
 Deutsche Forschungsgemeinschaft,
 Rechnerkommission, Bonn
 Deutsches Museum für Technik, Bonn
 DFM Designhaus für Mikroelektronik,
 Lahr
 Dr. Osypka AG, Rheinfelden
 E.A.D.S. GmbH, Ulm
 Europa-Park, Rust
 GeneSys Elektronik GmbH, Offenburg
 HBH Microwave GmbH, Stutensee
 Heinzmann GmbH + Co. KG, Schönau
 Hekatron Vertriebs-GmbH, Sulzburg
 Huber Kältetechnik GmbH, Offenburg
 IHK Südlicher Oberrhein, Freiburg
 INA Schaeffler KG, Lahr
 Litef-GmbH, Freiburg
 LUK GmbH & Co. oHG, Bühl
 MEIKO Maschinenbau GmbH + Co. KG,
 Offenburg
 Merck, Darmstadt
 Odima GmbH, Kehl
 Otto Nußbaum GmbH & Co. KG,
 Kehl-Bodersweier
 PFW Aerospace AG, Speyer
 Robert Bosch GmbH, Bühl
 Schweizer Electronic AG, Schramberg
 SICK AG, Waldkirch
 Siemens AG, München
 Stadt Offenburg, Offenburg
 Stratec Biomedical Systems AG,
 Freiburg
 Tesa-Werk GmbH, Offenburg
 TLB-Technologie Lizenz Büro, Karlsruhe
 Tricumed GmbH, Kiel
 TV Südbaden, Freiburg
 Vega Grieshaber KG, Schiltach
 Vivacell Biotechnology GmbH, Freiburg
 Zeitungsverlage und Anzeigenblatt
 der Region, Offenburg

Ausland (Europa)
 LEGO Educational Division,
 Kopenhagen, Dänemark

Formen der Zusammenarbeit mit dem IAF

In der folgenden Zusammenstellung sollen die Formen der Zusammenarbeit mit dem IAF beschrieben werden. Das IAF ist als öffentlich rechtliche Institution nicht gewinnorientiert und nicht im eigentlichen Sinn wirtschaftlich tätig. Forschung und Entwicklung werden als Ergänzung der Lehre und Mittel der Weiterqualifikation der Mitarbeiter verstanden und erst in einem sekundären Schritt als Support für die lokale Industrie, wobei die strukturfördernde Wirkung in erster Linie durch hervorragend und modern ausgebildete Studenten entsteht, die „in persona“ das Wissen in die Industrie tragen.

Aktuelle Lehre ist aber nur dort möglich, wo an den jetzigen und zukünftigen Problemen der Industrie gearbeitet wird, was ein konsequentes Engagement in Wissenschaft und Forschung nach sich zieht. Gerade in den Ingenieurwissenschaften ist die Halbwertszeit des Wissens auf wenige Jahre zurückgegangen. Die Relevanz des vermittelten Stoffs kann nur durch Auseinandersetzung der Lehrenden mit aktuellen technischen Herausforderungen in konkreten Anwendungen aufrechterhalten werden. Die Hochschule ist deshalb daran interessiert, mit der Industrie in anspruchsvollen Projekten zusammenzuarbeiten. Hierbei liegt anwendungsorientierte Forschung im besonderen Fokus der Hochschule, was sich schon im Namen des Instituts für Angewandte Forschung (IAF) niederschlägt. Unter „angewandter Forschung“ sind dabei Aufgabenstellungen zu verstehen, die einerseits so weit produktnah sind, dass in absehbarer Zeit eine Verwertung möglich ist, andererseits aber das Risiko im Industrieumfeld zu groß erscheinen lassen, als dass eine einzelne

Firma eine eigene komplette Entwicklung durchführen könnte.

Typische Beispiele sind die Umsetzung neuartiger Verfahren und Technologien (z. B. Mechatronik, Mikrosystemtechnik, CAE-Techniken) und die Anwendung neuer wissenschaftlicher Methoden im Rahmen von Entwicklungsprozessen (z. B. Verfahren der Finite-Elemente, neuartige Berechnungsmethoden usw.). Routineaufgaben der Entwicklung sind deshalb nicht von Interesse, sie würden in Konkurrenz zu Industrie oder ingenieurtätigen Selbstständigen stehen.

Das besondere Potenzial der Hochschulen liegt dabei in der Interdisziplinarität, d. h., es stehen hervorragende Fachleute auf vielen Fachgebieten mit Spezialkenntnissen und Laboratorien unter einem Dach bereit. Moderne Projekte berühren häufig mehrere Fachdisziplinen. Welche Firma hat eine solche Breite in Ausrüstung und Kenntnissen auf so vielen Gebieten? Wer verfügt über vergleichbare Infrastruktur, über Kenntnisse

der aktuellen Fachliteratur? Und wer verfügt über Beziehungen zu Fachkollegen, Netzwerken des Wissens und zum Grundlagenverständnis wenn nicht die Hochschulen?

Im angelsächsischen Raum haben sich längst die Hochschulen als Entwicklungskerne einer modernen Gründungsszene, als Quelle der Spinn-off-Companies und aggressiven jungen Unternehmen herausgestellt, die den Stachel der High-Tech-Industrie bilden und die mit traumhaften Wachstumsraten und neuen Arbeitsplätzen glänzen. Silicon Valley wäre nie entstanden ohne die Stanford University und UC Berkeley. Die IC-Technologie, der PC und das Mobiltelefon wurden nicht von den alten Elektronenröhrenherstellern wie Sylvania oder General Electric entwickelt, die heute nicht mehr existieren bzw. nur noch auf anderen Arbeitsfeldern aktiv sind.

Hochschulen sind Brutstätten der Innovation, die Eier mögen unscheinbar aussehen, die Küken verletzlich, das flügge

Miss Earth startet die Rekordfahrt des Hochschul-Offenburg-„Cityspechts“ im Rahmen der „South Africa Solar Chalange“ Competition



Tier mag eine ergiebige Legehennen oder ein Paradiesvogel werden. Um im Bild zu bleiben: Man braucht dazu gutes Nistmaterial, einen ungestörten Nestplatz und die nötige Ruhe zur Aufzucht und natürlich Futter für die Jungen, bis sie selbst in der Lage sind, zu fliegen und sich zu ernähren.

Jeder in die Hochschule investierte Euro verzinst sich volkswirtschaftlich gesehen – exponentiell, gut ausgestattete Hochschulen bilden gute Studenten aus, die wiederum ihr aktuelles Wissen in der Wirtschaft zu neuen Produkten umsetzen, an deren Erfolg letztlich ganze Industriezweige hängen. Die Wirtschaft kann ihren Nutzen noch vergrößern, wenn sie dieses Potenzial frühzeitig und intensiv in ihre Strategie einbezieht, um im Schulterschluss mit der Hochschule innovativ neue Produkte anzugehen.

Die Hochschule kann hierbei sowohl neutral, begutachtend, bewertend, beratend tätig werden, als auch konkret und aktiv Aufgaben aus dem Entwicklungsbereich selbstständig übernehmen. Es sind heute viele Formen der Kooperation möglich. Vertraulichkeitsschutz wie auch Neutralität sind kennzeichnend für ein öffentlich rechtliches Institut, das Einblick in viele Firmen hat und niemals selbst als Konkurrent auf dem Markt auftreten wird. Häufig werden nach einem erfolgreichen Projekt die Mitarbeiter, die hervorragend eingearbeitet sind und alle Details der Entwicklung kennen, übernommen. Kooperationen mit Hochschulen sind auch häufig die Schlüssel zu Fördergeldern nationaler wie internationaler Organisationen, die nur in Verbindung mit dem Partner Hochschule akquiriert werden können. Die Aktivität des Themas kann dabei von der Industrie als auch von der Hochschule ausgehen.

Forschung und Entwicklung an der Hochschule Offenburg sind im **Institut für Angewandte Forschung** organisiert, das sich als Dachorganisation für alle hauptamtlichen Forschungsaktivitäten der Hochschule versteht. Das IAF sorgt für die einheitliche Außerdarstellung wie für die interne Abwicklung der Forschungsprojekte. Hierzu stellt es Mitarbeiter ein, die die eigentliche Forschungs- und Entwicklungsarbeit leisten, meist hervorragende Absolventen aus den eigenen Studiengängen, weniger Studenten in Form von Tutorien.

Diplomanden arbeiten in den Laboratorien an Aufgabenstellungen aus dem IAF. Der Schwerpunkt der Projekte wird von hauptamtlichen Mitarbeitern geleistet, die hierfür mit Zeitverträgen eingestellt sind, anders ist die notwendige Projektkontinuität wie auch die Qualität der Ergebnisse nicht zu gewährleisten. Die Projektleitung erfolgt durchweg durch die Professoren der jeweiligen Fachgebiete.

Neben der hauptamtlichen Forschung bestehen im Umfeld der Hochschule Offenburg noch derzeit vier Transferzentren der Steinbeis GmbH, die in konkreten Produktentwicklungen F&E-Aufgaben bearbeiten. Die Transferzentren werden von Professoren geleitet, die z. T. auch im IAF engagiert sind. Die Aufgabe der Transferzentren ist die direkte industriennahe Auftragsbearbeitung, wie sie in dieser Form vom IAF nicht geleistet werden kann und wie sie den Intentionen des mehr im vorwettbewerblichen Bereich einzuordnenden IAFs widerspricht. Transferzentren und IAF ergänzen sich dabei hervorragend.

Weitere Mittel der Innovationsförderung sind Ausgründungen, bei denen Absolventen eigene Firmen mit Unterstützung, Know-how und teilweise direkter Förderung der Hochschule gründen. Das IAF ist hier ebenfalls Ansprechpartner und über das CTO (Campus Technology Oberrhein) Mitglied im baden-württembergischen Projekt „Gründerverbunde auf dem Campus“. Ein Dutzend Arbeitsplätze sind so in den letzten Jahren entstanden – mit wachsender Tendenz.

Im Folgenden sollen die möglichen Formen der Zusammenarbeit mit dem IAF der Hochschule Offenburg kurz dargestellt werden. Wegen weiterer Einzelheiten bitten wir, mit dem Leiter des IAF Kontakt aufzunehmen und sich beraten zu lassen. Wir werden so flexibel wie möglich versuchen, den wechselnden Bedürfnissen der Industrie gerecht zu werden.

Direkte Forschungsaufträge

Direkte Forschungsaufträge durch die Industrie kommen in Frage, wenn sich das Ziel der Entwicklung absehen lässt und das Risiko kalkulierbar bleibt. Das IAF erarbeitet hierzu ein Angebot, Umfang der Tätigkeit, Rechte und Pflichten werden vertraglich geregelt. Für kleinere Aufträge (z. B. Gutachten) wird auf Stan-

dardkonditionen verwiesen. Wegen der begrenzten Personalkapazität, der IAF-Intentionen und des administrativen Aufwands werden kleinere Projekte mit konkreten Arbeitszielen gewöhnlich an die Transferzentren weitergeleitet. Der Umfang sollte ausreichend sein, einen Mitarbeiter für einen gewissen Zeitraum zu bezahlen. Die Kalkulation stellt hierbei marktübliche Kosten für Personal in Rechnung, die Abrechnung erfolgt nach Aufwand oder pauschal. Die Lieferung von Waren ist gewöhnlich ausgeschlossen, es können nur Dienstleistung erbracht und allenfalls ein Prototyp oder Demonstrator gebaut und ausgeliefert werden. Der Auftrag muss notwendig den Charakter der Forschung und Entwicklung enthalten. Gewöhnlich werden nur Forschungsaufträge akzeptiert, die im jeweiligen Forschungsgebiet der Professoren liegen.

Kooperationen

Die Kooperation ist die häufigste und flexibelste Form der Zusammenarbeit zwischen Industrie und Hochschule. Sie ist gewöhnlich auf ein bestimmtes Arbeitsfeld und einen Zeitraum begrenzt und regelt die Vorgehensweise, Rechte und Pflichten der Kooperationspartner in einem Vertrag. Kooperationen werden eingegangen, um gemeinsam Anträge an Förderinstitutionen zu stellen, Projekte gemeinsam zu bearbeiten und Ergebnisse miteinander auszuwerten. Die Form der Zusammenarbeit kann sehr lose wie auch sehr eng sein, die Richtlinien sind gewöhnlich zu beachten oder werden als Leitlinie für Vertragsabschlüsse verwendet. Bei umfangreichen Kooperationen wird das IAF vom Technischen Lizenzbüro Baden (TLB) in Karlsruhe beraten.

Kooperationen beginnen meist mit einem „Letter of Intent“ (Absichtserklärung). Einzelheiten der Verträge werden gewöhnlich erst festgelegt, wenn eine verbindliche Förderzusage vorliegt. Die Fördermittel werden in den meisten Fällen von den Partnern separat beantragt, verwaltet und abgerechnet, ein Unterauftragnehmerverhältnis besteht nicht.

Kooperationen können auch strategisch, informativ und ohne Geldfluss in beiderseitigem Interesse geschlossen werden.

Kooperationen im Rahmen des MINT-Programms

Seit 2009 wurde in Baden-Württemberg ein Programm geschaffen, mit dem Absolventen aus Studiengängen des Mathematischen, Informatischen und Naturwissenschaftlichen Bereichs (MINT) in Form von Kooperationsarbeitsverträgen mit der Hochschule und der Industrie mit Forschungs- und Entwicklungsaufgaben beschäftigt werden können. Das Ministerium unterstützt diese Anstellungen im Umfang einer etwa halben Stelle, wobei die übrige halbe Stelle vom Industriepartner in einer nicht weiter definierten Form, gewöhnlich mit einem direkten Industriauftrag, übernommen wird. Dieses Programm ermöglicht damit Absolventen aus dem technisch-naturwissenschaftlichen Bereich in wissenschaftlichen Mitarbeiterpositionen mit Forschungs- und Entwicklungsaufgaben, die unmittelbar industriebezogen sind, zu beschäftigen. Die Förderung ist personenbezogen und zugleich projektbezogen und zunächst bis Ende 2010 limitiert gewesen. Hintergedanke des Programms ist es, einen Einbruch in der Beschäftigung von Absolventen aus dem Ingenieurbereich durch die Konjunkturkrise zu vermeiden und den Zugang von qualifizierten Mitarbeitern zur Industrie zu verstetigen. Das Programm ist hervorragend angefallen, die Betreuung der Mitarbeiter wird von der Hochschule übernommen. Wie weit dieses Projekt über die aktuelle Krise fortgesetzt wird, ist derzeit noch nicht zu übersehen.

Arbeitsgemeinschaften

Diese Form der Zusammenarbeit geht über Kooperationen hinaus, wobei ein Partner verantwortlich Projektleitung und finanzielle Abwicklung übernimmt. Der Partner kann sowohl im Industrials als auch Institutsbereich angesiedelt sein. Gewöhnlich umfasst eine AG mindestens drei und mehr – auch internationale – Partner und findet sich zur Bearbeitung von Großprojekten, bevorzugt im EU-Bereich, zusammen.

Lizenzen

Die Hochschulen erarbeiten im Rahmen von Projekten Ergebnisse, die dem Urheberrecht oder Patentrecht unterliegen. Soweit eigene Mittel der Hochschule aufgebracht wurden oder die Förderträge dies zulassen, können die Ergebnisse an Industrieunternehmen zur aus-

schließlichen oder nichtausschließlichen wirtschaftlichen Verwertung lizenziert oder auch verkauft werden. Hierbei werden marktübliche Konditionen angestrebt; das TLB berät bei der Vertragsgestaltung. Die Hochschule berücksichtigt dabei den Charakter der Lizenz nehmenden Firma. So werden bei Ausgründungen häufig sehr günstige Konditionen in der Anfangsphase vereinbart, um den Start-up des Unternehmens nicht zu belasten. Grundsätzlich erhebt die Hochschule aber den Anspruch auf Beteiligung am wirtschaftlichen Erfolg des lizenzierten Systems.

Grants, Stiftungen und Spenden

Eine strategische Zusammenarbeit der Industrie mit dem Institut wird durch Grants, im deutschen Sprachraum Stiftungen oder auch Spenden genannt, stark beflügelt. Stiftungen sind von Natur aus zweckgebunden und auf die Bearbeitung bestimmter Themen ausgerichtet, die Maximalform ist wohl die Stiftungsprofessur für ein bestimmtes Arbeitsgebiet. Stiftungen unterscheiden sich von Forschungsaufträgen dadurch, dass die erzielten Ergebnisse allgemein zugänglich sein müssen, z. B. veröffentlicht werden, also nicht exklusiv dem Auftraggeber zur Verfügung stehen. Der steuerrechtlich enger gefasste Begriff der Stiftung kommt nur in wenigen Fällen zum Tragen, z. B. wenn eine regelmäßige Summe zur Förderung von F&E in einem bestimmten Arbeitsgebiet auslobt wird. In den meisten Fällen handelt es sich um einmalige „Spenden“, die ebenfalls zweckgebunden sein können, z. B. zur „Förderung von F&E im Bereich der Mikroelektronik“ oder zur „Förderung der Forschung auf dem Gebiet der Chromatographieanalysetechnik“ usw. Der Sinn dieser Spenden von Industrie-seite aus ist der Aufbau eines entsprechenden Know-how-Trägers im Institut, auf den dann über direkte Forschungsaufträge zurückgegriffen werden kann. Über die Annahme einer Spende muss wegen der Implikationen und eventuellen Folgekosten durch die Hochschulleitung entschieden werden. Klassisch sind Gerätespenden, d. h. die kostenlose Überlassung oder auch Schenkung von Geräten und Anlagen zur weiteren Verwendung in der Forschung oder Lehre.

Grants sind in Deutschland bisher noch wenig entwickelt und ihr Wert für die Industrie noch nicht deutlich genug er-

kannt. Sie dokumentieren auch nach außen hin die Bedeutung, die die Hochschule für die Grants gebende Industrie hat. Die Wirtschaft übernimmt damit ein kleines Stück der Verantwortung für die Zukunft selbst und kann entsprechend eigene Schwerpunkte setzen. Verglichen mit den Kosten für eine eigene F&E-Abteilung, deren Auslastung auch zu sichern wäre, ist die Förderung eines entsprechenden Forschungsschwerpunkts an der regionalen Hochschule durch Grants überaus effektiv, steuerrechtlich vorteilhaft und kostengünstig.

Gutachten

Gutachten sind eine Standarddienstleistung von Forschungsinstitutionen. Das IAF leitet Anfragen direkt an geeignete Fachgutachter weiter, die gewöhnlich nach Gebührenordnung abrechnen. Das IAF wird dabei nicht direkt involviert. Umfangreichere Untersuchungen werden zunächst über die Transferzentren bearbeitet, soweit hier Kompetenz vorhanden ist, in selteneren Fällen, wenn bestimmte Einrichtungen benötigt werden, auch in der Hochschule. Wegen des persönlichen Bezugs wird das Gutachten immer vom zuständigen Professor auch persönlich erstellt, verantwortet und auch abgerechnet.

Beratung

Das IAF berät die Industrie in allen Fragen, in denen es kompetent ist. Ein erster Beratungskontakt ist nach Vereinbarung möglich und meist kostenfrei. Umfangreiche und mehrfache Beratungen werden nach Aufwand abgerechnet, wobei marktübliche Kostensätze zugrunde gelegt werden. Beratungen werden gewöhnlich an die TZ-Technische Beratung der Steinbeis GmbH weitergegeben; das IAF wird hier als Institution nicht tätig.

Beratungen werden neben Anfragen und Projektakquisitionen häufig in Verbindung mit Lizenzverträgen zur Begleitung einer Entwicklung in die Serie angefordert.

Schulungen

Das IAF führt auch Schulungen in den Kompetenzbereichen durch. Hier wird eng mit den TZ und weiteren im Weiterbildungsbereich tätigen Institutionen zusammengearbeitet.

Ausgründungen

Das IAF unterstützt bei Ausgründungen oder führt selbst Ausgründungen durch. Hierbei arbeitet es eng mit CTO, dem Gründerverbund der Hochschulen Offenburg, Furtwangen und Freiburg und der Katholischen und Evangelischen Hochschule Freiburg sowie Netzwerkpartnern aus der Wirtschaft zusammen. Die Unterstützung kann in unterschiedlichster Form erfolgen.

EXIST-Gründerstipendium, ein Förderprogramm der Bundesregierung für Existenzgründungen an Hochschulen.

Das EXIST-Gründerstipendium finanziert Gründungswilligen die Personal-, Sach- und Coachingkosten für die Dauer eines Jahres. Die Förderung richtet sich an einzelne Gründer/-innen ebenso wie an Gründungsteams; an Wissenschaftler/-innen, Absolventen und Studierende in der zweiten Hälfte des Studiums. Voraussetzung für die Förderung ist ein innovatives und technologieorientiertes Gründungsvorhaben oder eine innovative Dienstleistung. EXIST-Gründerstipendium erfordert einen entsprechenden Antrag, der von der Hochschule gestellt wird. Die Hochschule stellt darüber hinaus einen Mentor und einen Arbeitsplatz zur Verfügung und garantiert einen kostenlosen Zugang zu ihrer Infrastruktur. Unterstützung bei der Antragsstellung erhalten die Gründungsinteressierten beim Gründerverbund CTO. Förderanträge können jederzeit gestellt werden.

Junge Innovatoren (JI), das Förderprogramm des Landes Baden-Württemberg.

Das Programm „Junge Innovatoren“ fördert Unternehmensgründungen durch die Bereitstellung von Personalkosten für 50-Prozent-Stellen an der jeweiligen Hochschule; die Hochschule ihrerseits stellt Arbeitsplätze und benötigte Ressourcen zur Verfügung. Die bis zu zwei Jahre dauernde Förderung richtet sich an wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen, die sich mit eigenen Ideen selbstständig machen wollen. Die Antragsstellung erfolgt durch die Hochschule. Anträge können in der Regel im August/September gestellt werden. Auch hier unterstützt der Gründerverbund CTO.

Beratung und Begleitung sowie Bereitstellung von Räumen und Geräten zu stark ermäßigten Konditionen.

Diese Förderung läuft über den Gründerverbund CTO, die Regelungen fördern auch Teams von Ausgründer/-innen, die bereits eine Rechtsform haben (z. B. GmbH), in den ersten Jahren der Firmenexistenz. Das Programm kann nur so weit in Anspruch genommen werden, wie die Hochschule hierfür Kapazitäten bereitstellen kann. Darüber hinaus bietet CTO individuelle Beratung und Begleitung in allen Phasen der Unternehmensgründung.

Duale Gründer/-innen-Ausbildung.

Gefördert über die Bundesinitiative EXIST bietet CTO ein umfangreiches theoretisches und praxisorientiertes Aus- und Weiterbildungsprogramm zu allen gründungsrelevanten Themen an.

Direkte Ausgründungen als Transferzentrum der Steinbeis GmbH.

Hierbei wird der vereinfachte Mechanismus der Steinbeis GmbH verwendet. Dies hat den Vorteil, dass auf die Organisation der Steinbeis GmbH einschließlich Personalabwicklung, Material- und Angebotswesen zurückgegriffen werden kann, wofür ein pauschalierter Gemeinkostenanteil am Umsatz abzuführen ist. Der Weg über das Transferzentrum ist der einfachste und mit geringstem persönlichem Risiko für die Ausgründer verbunden, allerdings ist er nur als Zwischenstation geeignet, da kein eigener Firmenname und nur eine beschränkte Selbstständigkeit gegeben ist.

Volle Ausgründung mit eigener Rechtsform, eigenem Firmennamen und eigener Administration.

Die Hochschule kann solche Ausgründungen durch Übernahme eines Gesellschafteranteils, eigene Einlagen in Form von Kapital (seltener), Geräten oder durch Überlassung von Lizenzen fördern. Einzelheiten sind vertraglich in beiderseitigem Interesse zu regeln. Die klassische Form ist die Verwertung von an der Hochschule im Rahmen von Projekten erarbeiteter Programme, die durch die Firma vermarktet und zukünftig betreut werden.



Seit 1999 hat CTO in 425 Projekten mit 672 beteiligten Personen zu Firmengründungen beraten, 115 Firmengründungen sind erfolgt, von denen heute noch 85 Firmen am Markt tätig sind. 20 Vorhaben werden derzeit in diese Richtung konkret verfolgt.

Das CTO-Team steht allen Ratsuchenden aus den beteiligten Hochschulen auf dem Weg in die Selbstständigkeit zur Seite. Weitere Informationen zu CTO finden Sie auf der Internetseite des Gründerbüros:

www.cto.uni-freiburg.de

Gründerverbund Campus
Technologies Oberrhein (CTO)
Frau Dorothea Bergmann, MBA
Abteilungsleitung Gründerbüro
Albert-Ludwigs-Universität
Freiburg
Stefan-Meier-Straße 8
79104 Freiburg

Telefon: 07 61/2 03-52 14
E-Mail: Dorothea.Bergmann@zft.uni-freiburg.de

Der Bericht gibt die im Haushaltsjahr 2010 durchgeführten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten der Hochschule Offenburg, davon der überwiegende Teil im Institut für Angewandte Forschung (IAF) durchgeführt, wieder. Die Angaben über Umsatz- und Auftragsvolumen entsprechen dem Stand der Buchführung und sind aktuell. Hinsichtlich des Mitglieder- und Mitarbeiterbestands wird der im Dezember erreichte aktuelle Stand beschrieben. Der Beitrag der Professoren in Form von Deputatserlass ist soweit erfassbar in den Umsatz eingerechnet.

Kompetenzbereiche

Das IAF der Hochschule Offenburg pflegt folgende Kompetenzbereiche (Abb. 1):

- System- und Regelungstechnik
- Physikalische Sensorik
- Maschinenbau und Verfahrenstechnik
- Medien
- Wirtschaft

In den neu geschaffenen Kompetenzbereichen Medien und Wirtschaft werden die in den letzten Jahren erfolgten Erweiterungen der Hochschule im Bereich der Medientechnik wie auch die Aktivitäten in den Gebieten des Marketings, der Wirtschaftswissenschaften sowie der Logistik zusammengefasst.

Die Zahl der Mitglieder erhöhte sich auf 26, weitere Kollegen haben Anträge gestellt und werden in 2011 aufgenommen. Mit der Aufnahme der Lehre im neuen Studiengang Medizintechnik werden weitere forschungsaktive Kollegen erwartet, was wohl in naher Zukunft zur Ergänzung um einen weiteren Kompetenzbereich „Medizintechnik“ führen wird.

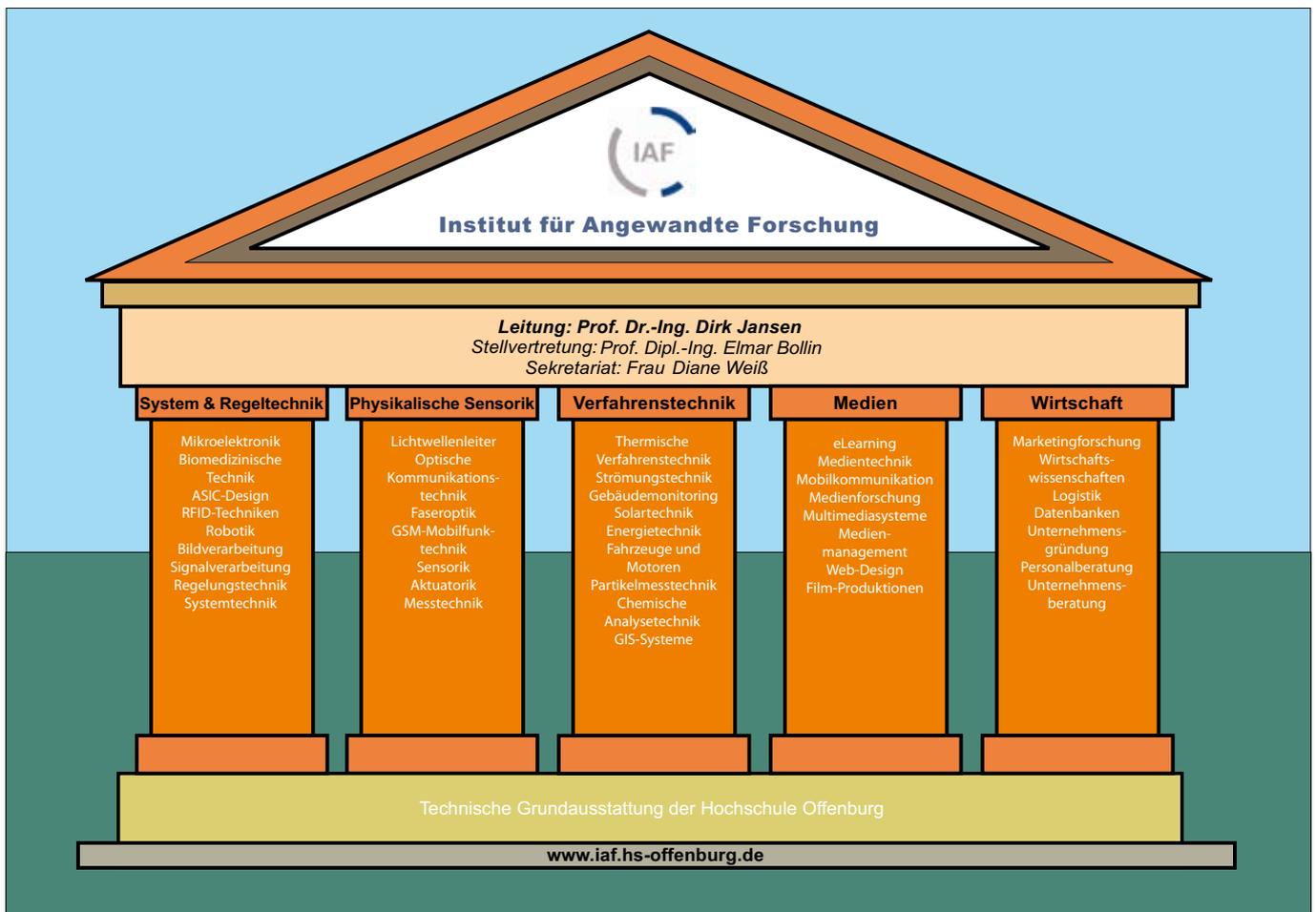


Abb. 1: Kompetenzbereiche des Instituts für Angewandte Forschung der Hochschule Offenburg

Dienstleistungen im IAF

Das IAF der Hochschule Offenburg versteht sich als zentrale Dienstleistungsinstanz in Forschungsangelegenheiten. Es bildet den Ansprechpartner für externe und interne Kommunikation. Abb. 2 zeigt eine Übersicht über die wesentlichen Angebote, die den forschenden Mitgliedern der Hochschule zur Verfügung stehen. Wie aus der Abbildung ersichtlich, werden insbesondere administrative und technische Hilfestellungen gegeben. Die eigentliche Forschung und Entwicklung erfolgen in den Laboratorien der Mitglieder. Nur größere Projekte, die den Einsatz mehrerer Mitarbeiter erfordern, werden in IAF-eigenen Räumen bearbeitet.

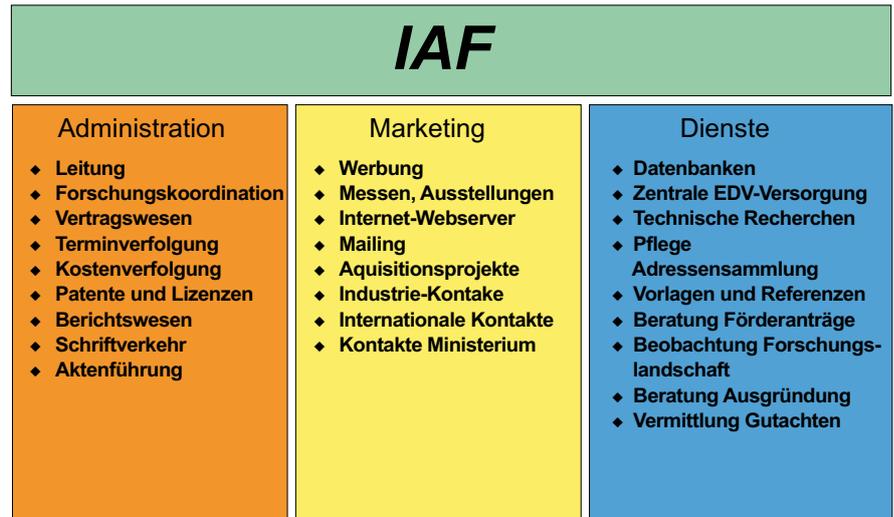


Abb. 2: Dienstleistungen

Forschungsgruppen

Wenn auch die offizielle Gliederung des IAF sich an Kompetenzbereichen orientiert, werden die eigentlichen Arbeiten inzwischen in Forschungsgruppen geleistet, Beispiele siehe Abb. 7 – 11, die sich um einzelne Kollegen oder Gruppen von Kollegen gebildet haben. Sie setzen sich zusammen aus den Professoren, die gewöhnlich formell und wissenschaftlich die Projekte leiten, einer Anzahl von Mitarbeitern, die aus den Projekten bezahlt werden, Tutoren, die die Entwicklungsarbeiten neben ihrem Studium unterstützen, sowie Master- und Bachelor-Studenten, die ihre Abschlussarbeiten in den Projekten bearbeiten. Die Arbeit in diesen Gruppen ist hocheffizient und sowohl für die Lehre als auch Forschung und Entwicklung ein Mittel der Forschungssozialisierung wie auch eine Heimat und ein Aufwuchszentrum für neue Mitglieder. So kann sich das Know-how der Gruppe trotz naturgegebener Fluktuation weiterentwickeln. Die Attraktivität der Themen und die persönliche Betreuung ist für Studenten oftmals der entscheidende Grund für die Bearbeitung ihrer Thesis an der Hochschule, woran wiederum die Forschung profitiert. Durch den Institutscharakter werden hier Vorgehens- und Verhaltensweisen vermittelt, die über die sachliche Wissensvermittlung hinausgehen und für den weiteren Lebensweg oft prägend wirken. Lehre ist damit ein weiterer zentraler Aspekt am Institut für Angewandte Forschung.

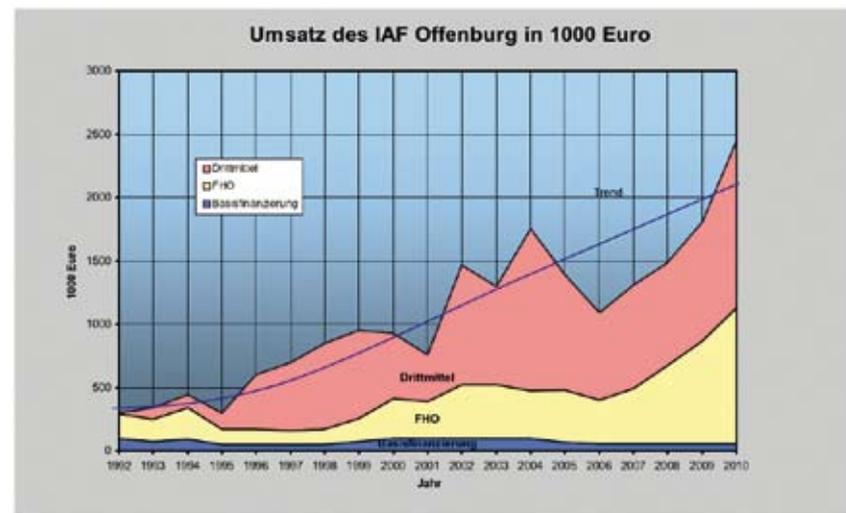


Abb. 3: Umsatzentwicklung des IAF Offenburg

Einnahmen 2010 nach Finanzierungsquellen

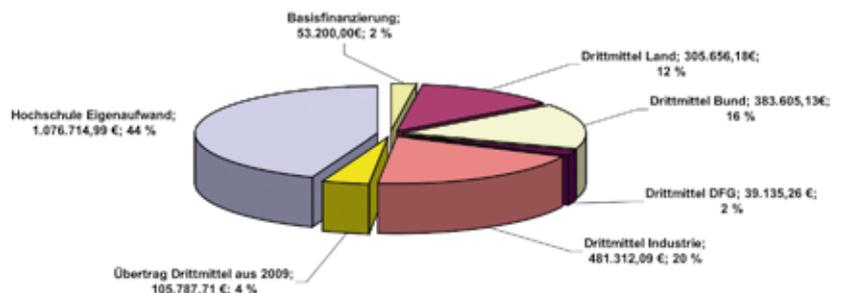


Abb. 4: Einnahmen des IAF Offenburg im Jahr 2010

Einnahmen und Umsatz

Einnahmen und Umsatz sind im Jahr 2010 gegenüber dem Vorjahr deutlich gestiegen.

Der Umsatz betrug im Jahr 2010 2,445 Mio. Euro.

Abb. 3 zeigt die Umsatzentwicklung seit 1992. Damit konnte der schon im vergangenen Jahr deutlich werdende Trend fortgesetzt, ja beschleunigt werden. Der Umsatz in 2010 wurde gegenüber 2009 um mehr als 33 % gesteigert. Damit übersteigt er deutlich den langfristigen und nun seit einigen Jahren stetig steigenden Trend, was auch auf die Aktivitäten des Forschungskordinators und damit verbundene breitere Beteiligung an Ausschreibungen und Kooperationen zurückzuführen ist. Maßgeblich für die Umsatzsteigerung war die Einwerbung mehrerer größerer Projekte im Umfang von 1.561.668,00 Euro

Mehrere große Industrieprojekte wurden fortgeführt sowie Projektüberstände aus dem Vorjahr abgearbeitet. Gleichzeitig konnten einige Großprojekte (µTRANS, Temperierregelung) neu akquiriert werden, die erst in den Folgejahren bedeutende Umsätze erzeugen werden. Das Projekt µTRANS wurde sowohl bei den Innovativen Projekten, eine Förderlinie des Landes, wie bei ProfUnt wettbewerblich gewonnen. Wegen der inhaltlichen Überschneidung wurde der kleinere Anteil bei der Landesförderung nach einem halben Jahr Laufzeit eingestellt, nachdem die Förderung durch den Bundesanteil über AIF gesichert war. In 2010 konnten deshalb nur 33.000,00 Euro für ein halbes Jahr abgerechnet werden.

Auch im Jahr 2010 wurden wieder zahlreiche Förderanträge gestellt, von denen ein Teil erfolgreich war und von denen in den folgenden Jahren profitiert werden wird. So wird mindestens ein Antrag (von vier) im Bundesprogramm „Junge Ingenieure“ erfolgreich sein, auch bei ProfUnt wurden drei Anträge mit Erfolgsaussichten gestellt. Inzwischen hat der Anteil der Industrieprojekte eine wesentliche Steigerung erfahren. Mit dem Projekt „Funkende Sitzschiene“ konnte ein wirtschaftlich bedeutendes und technisch anspruchsvolles Projekt aus der Luftfahrt eingeworben werden, das nun in die zweite und damit produktna-

he Phase gehen wird. Weitere Fortsetzungsprojekte sind zu erwarten. Die breit angelegten Werbe- und Akquisitonsaktivitäten haben zu einer Festigung des Umsatzes in den Förderprojekten beigetragen. Die eingeworbenen

Drittmittel in Höhe von 1.315 Mio. Euro

bilden nun 54 % der Gesamteinnahmen, Abb. 5. Die vom Land zum Betrieb des IAF gewährte Grundfinanzierung beträgt dabei nur noch 2 %. Etwa gleich geblieben ist der prozentuale

Hochschul-Eigenaufwand mit 1.076,00 Euro,

etwa 44 % des Umsatzes, obgleich hier Defizitausgleichszahlungen für abgelauene Projekte einfließen mussten. Hierzu wird weiter noch genauer Stellung genommen.

Im Folgenden soll auf die einzelnen Positionen der Bilanz näher eingegangen werden. Alle Zahlen beruhen auf der an der Hochschule Offenburg eingeführten Kostenstellenrechnung, mit der die ange-

fallenen Personal- und Sachkostenaufwendungen getrennt und nachvollziehbar erfasst werden. Die Kosten für die Arbeitsplätze der Mitarbeiter, Betreuung und administrative Unterstützung werden formal durch die Personalkostenansätze nach VVV berücksichtigt. Der Anteil der Professoren wird durch den Deputatsnachlass für 12 Kollegen kostenrelevant erfasst. Damit ist der persönliche Einsatz vieler Kollegen, die im Forschungsbereich aktiv sind und bisher nicht über Deputatsnachlass verfügen, immer noch nicht enthalten. Diese Art der Rechnung führt zu einer Aufstellung, bei der die Differenz zwischen den tatsächlich ausgezahlten Mitarbeitergehältern und den Kostenansätzen für die Mitarbeiter als Hochschul-Eigenanteil formal ausgewiesen wird. Wenn damit auch die Overheadkosten nicht detailliert erfasst werden konnten – dies wird in Zukunft durch Erfassen der Flächenanteile und sonstigen Umlagen noch erfolgen –, so ist das doch eine sehr realistische Rechnung. Im Vergleich mit industriellen Overheadkosten sind dabei die Zuschläge von etwa 50 % im Durchschnitt je nach Position und Alter des Mitarbeiters eher unter dem sonst üblichen Rahmen.

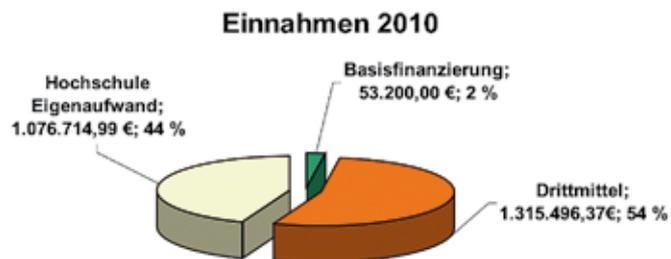


Abb. 5: Zusammensetzung der Einnahmen des Instituts für Angewandte Forschung

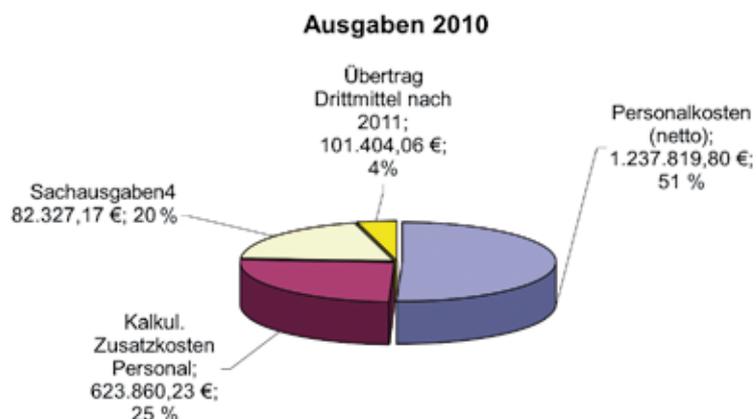


Abb. 6: Ausgaben des Instituts für Angewandte Forschung Offenburg im Jahr 2010

Das IAF investierte 2010 nur in geringem Umfang. Die eingesetzten Geräte wie Anlagen werden von der Hochschule Offenburg für die Forschungsarbeiten bereitgestellt. Dies gilt auch für den größten Teil der Arbeitsplätze der hauptamtlichen IAF-Mitarbeiter. Das IAF ist im April 2008 in die Räume des auf dem Hochschulgelände stehenden Gebäudes „Steinbeis“ eingezogen und konnte hier 2010 weitere Räume dazugewinnen. Damit stehen vier größere Verfügungsräume, Arbeitsplätze für Mitarbeiter und das Sekretariat nun in geschlossener Form zur Verfügung. Allerdings sind immer noch zahlreiche Mitarbeiter in den Laborräumen der Hochschule untergebracht. Sinn dieser Maßnahme ist, die administrative und operative Einheit des Instituts an einem Ort zusammenzufassen mit der Möglichkeit zur zukünftigen räumlichen Expansion. Damit sind die Wachstumsprobleme und Limitationen der Räumlichkeiten der vorangegangenen Jahre vorübergehend beseitigt.

Im Computerbereich kam es nur zu Ersatzbeschaffungen in nicht nennenswertem Umfang. Auf die Aufstellung einer Investitionsbilanz wurde verzichtet und die Kosten für die ausgeführten Maßnahmen unter Sachkosten verbucht.

Das IAF hatte 2010

**Drittmittel in Höhe von
1.315.496,00 Euro**

zur Verfügung, wobei 105.787,00 Euro noch aus dem Vorjahr übertragen wurden. Als Drittmittel werden hier nur Einnahmen verstanden, die tatsächlich von außerhalb der Hochschule dem IAF zugeflossen sind. Weiterhin sind die Mittel, die die Hochschule bzw. die Fakultäten in Projekten der Vorlaufphase, wenn auch in kleinem Umfang, zuschießt und die durch Bereitstellung von Arbeitsleistung (Stellen) ebenfalls zum Erfolg beitragen, unter Hochschulmitteln verrechnet.

Im Vergleich zum Vorjahr sind die Drittmittel (Abb. 4 und 5) sehr deutlich von 189.800,00 Euro auf 358.856,00 Euro gestiegen. Sie setzen sich zusammen aus 305.656,00 Euro Landesanteil zuzüglich Basisfinanzierung von 53.200,00 Euro. Der Landesanteil bildet 14 % der Einnahmen 2010 (2009: 14 %), der Anteil am Gesamtumsatz ist damit etwa gleich geblieben.



Abb. 7: Forschungsgruppe Jansen (IAF, Telemed, μ TRANS, SensoTag u. a.)

Der Anteil der Einnahmen aus Bundesmitteln ist 2010 stark zurückgegangen. Er beträgt nur noch 383.605,00 Euro entsprechen 16 % (Vorjahr 34 %), da mehrere Großprojekte im Bereich der Energieforschung, die aus Bundesquellen finanziert wurden, ausgelaufen sind. Der Einbruch wurde dadurch kompensiert, dass in vergleichbarem Umfang Projekte mit der Stadt Offenburg akquiriert wurden, die hier auch wegen des rechtlichen Charakters der Aufträge unter „Industriemitteln“ verbucht sind. Mit diesen bei großen Projekten verbundenen Schwankungen im Umsatz und letztlich in der Mannschaft hat die Hochschule gelernt umzugehen.

Die Einnahmen aus direkten Industrieauftragende Aufträge durch die Kommune Offenburg sind hier ebenfalls subsumiert, von 481.312,00 Euro haben einen neuen Höchststand erreicht. Hier wirkte sich die kontinuierliche Arbeit an Projekten, die inzwischen die Serienreife erreicht haben (SensoTag, Fa. Siemens), wie auch die aus eigenen Vorentwicklungen abgeleiteten Projekte im Bereich der Medizintechnik aus. Zu begrüßen ist auch, dass im Arbeitsgebiet der Verfahrenstechnik signifikante Industrieprojekte mit regionalen Industriepartnern erfolgreich begonnen wurden. Es ist allerdings zu beachten, dass bei vielen Industrieprojekten häufig massiv vorfinanziert werden muss, da die Rechnung oft erst nach Erbringung der Leistung gestellt werden kann, auch wenn Teilrechnungen und Vorauszahlung dies mildern. Aus den Zahlen kann man ab-

lesen, dass der Anteil der Industrieprojekte in 2010 stark zugenommen hat und bei den Einnahmen mit 20 % inzwischen den größten Posten vor Bundesmitteln 16 % und Landesmitteln 14 % ausmacht.

Aus 2009 wurden Drittmittel in Höhe von 105.787,00 Euro übertragen. Diese teilen sich im Verhältnis auf öffentlich geförderte Projekte und Industrieprojekte auf. Hierbei handelt es sich um im Vorjahr eingenommene Mittel, die noch nicht durch Forschungsleistung, also im Wesentlichen Personalkosten, abgedeckt sind. Genauso werden auch erneut Drittmittel im Umfang von 101.404,00 Euro nach 2011 übertragen, siehe Abb. 6.

Der große Bundesanteil von 383.505,00 EURO kommt durch die Großprojekte zustande wie SOLARTHERMIE-2000, UPAK, JAFFA und andere beteiligten Partner und spiegelt damit auch die aktuelle Situation auf dem Forschungsmarkt wieder, wo größere Projektsummen eigentlich nur in Bundesprojekten eingeworben werden können. Diese Projekte sind nahezu alle Kooperationsprojekte mit mehreren Partnern und werden thematisch zusammen mit den Partnern definiert. Demgegenüber sind die im Umfang geringeren Landesprojekte für das IAF interessant, da hier eigene Themen und Interessensgebiete bearbeitet werden können und somit eine Fortschreibung der eigentlichen Forschungskompetenz ermöglichen. Nach Auslauf der Förderung für die ZaFH-Zentren ZaFH.net und ZeMIS werden diese inhaltlich



Abb. 8: Forschungsgruppe Hochberg („Cityspecht“)

weitergeführt und die Kooperation gepflegt. Im Folgeprogramm ist Offenburg an einem weiteren ZaFH-Zentrum auf dem Gebiet der Opto-Elektronik PHOTON beteiligt, das 2010 in einer zweiten Phase verlängert wurde. Hieraus ist nur ein Mitarbeiter für die Hochschule finanziert, der aus diesen Mitteln seine Promotion erarbeitet.

Die ZaFH-Mittel kommen aus der Landesstiftung; die dort angesiedelten Projekte sind zunehmend als „Danaer“-Projekte zu bewerten und aufgrund der Auftragskonditionen eigentlich nicht empfehlenswert. Erfreulicherweise konnten 2010 auch wieder DFG-Mittel in dem von Prof. Dr. Michael Wülker bearbeiteten Roboterprojekt sowie in einem weiteren Projekt, bearbeitet von einem jungen Kollegen Prof. Dr. Andreas Mayer in Kooperation mit den Universitäten Freiburg und Heidelberg, in nennenswertem Umfang eingesetzt werden.

Bei den Industrieprojekten hat sich gezeigt, dass auch aus kleinen, anfänglich kaum bedeutsamen Miniprojekten auf Dauer erfolgreiche Projekte werden können, wenn das gewonnene Wissen konsequent weiterentwickelt und eingebracht wird. So ist aus dem für eine lokale Firma entwickelten Temperaturlogger-System SEAGsens inzwischen ein Serienprodukt entstanden, das von der Fa. SIEMENS unter dem Namen SensoTag in großen Stückzahlen vertrieben wird und in inzwischen 72 Ländern zur Überwachung hochpreisiger, temperaturempfindlicher Ware eingesetzt wird.

Das Projekt wird wohl mit der Weiterentwicklung von miniaturisierten Derivaten 2011 fortgesetzt. Ähnlich haben die im Wesentlichen aus Eigenmitteln durchgeführten Entwicklungen an der ePille inzwischen zu einem Projekt mit dem Medizintechnik-Unternehmen Tricumed geführt, wo die originale Telemetrie der ePille in modifizierter Form in einer Schmerzpumpe eingesetzt werden wird. Auch die bisher im Wesentlichen aus Eigenmitteln finanzierten Arbeiten an einem „Helicopter Unmanned Aerial Vehicle UAV“ lassen größere Umsätze in Zukunft erwarten, wenn eine kommerzielle Umsetzung und Verwertung gelingt. Aus dem „Schluckspecht“-Projekt wurde inzwischen das Industrieprojekt „EC-Wheel“, abgespalten, wo eine Schlüsselkomponente des „Schluckspechts“, der Radnabenmotor, industriell weiterentwickelt wird. Es gibt noch

zahlreiche weitere Beispiele. Insofern können auch aus ursprünglich eher in der Lehre geborenen und zur Motivation von Studenten geschaffenen Projekten umsatzstarke Innovationen hervorgehen. Die beteiligten Kollegen Professor Dr. Hochberg, Dr. Nuß, Dr. Kuhnt und Dr. Schröder wurden 2010 damit verdient mit dem **Landeslehrpreis Baden-Württemberg** ausgezeichnet.

Die Einnahmesituation (Abb. 5) zeigt, dass der Drittmittelanteil des IAF-Aufwands mit 56 % deutlich über die Hälfte der Kosten des IAF deckt. 44 %, also mehr als ein Drittel, beträgt der Hochschuleigenaufwand, die Basisfinanzierung durch das Land ist auf nur 2 % zurückgegangen. Die ausgebliebenen Mittel wurden also zum allergrößten Teil durch Ausgleich aus dem Hochschuletat aufgefangen.

Der Hochschuleigenaufwand beträgt mit 1.076.714,00 ca. 44 % des Gesamtumsatzes, wobei hier die Arbeitsplatzkosten einkalkuliert sind. Die Hochschule stellte dem Institut aus Eigenmitteln (Abb. 7) etwa **451.883,00 Euro als zentrale Mittel** zur Verfügung, hinzu kommen die kalkulatorischen Kosten nach der VWV für die eingesetzten Arbeitsplätze, Ausstattung, Räume usw. wie zuvor erwähnt. Diese direkt zugewiesenen Mittel enthalten die Kosten für den Forschungsordinator, eine Teilzeitsekretärin und Sachmittel, Re-Investitionen in geringem Umfang und einige die Forschung direkt unterstützende Tutorien.

2010 wurden aus diesen Mitteln auch die systemischen Defizite früherer Pro-Inno- und sonstiger Projekte gedeckt,



Abb. 9: Forschungsgruppe Schröder („Hubschrauber UAV“)



Abb. 10: Forschungsgruppe Bollin (Solarthermie u. a.)

was sich 2010 inzwischen auf 68.040,00 Euro und 66.158,00 Euro summiert hatte. Diese Summen entstehen durch die (manchmal verdeckte) Forderung der Mittelgeber nach einem Eigenbeitrag der Hochschule, der buchungstechnisch oftmals erst nach Endabrechnung erkennbar wird, und waren signifikant bei den unter PRO INNO (PROgramm „Förderung der Erhöhung der INNOvationskompetenz mittelständischer Unternehmen“) geförderten AIF-Projekten. Die Regeln sind beim Zentralen Innovationsprogramm (ZIM), dem Nachfolgeprogramm, etwas verbessert worden, man muss aber auch hier erst die Endabrechnungen abwarten, bevor ZIM abschließend bewertet werden kann. Die Gesamtkosten solcher Projekte im Sinn der VWV werden aber nie abgedeckt, Overheadkosten können nicht verrechnet werden, insofern sind solche Projekte immer von der Hochschule bezuschusst.

Es wird deshalb begrüßt, dass die Hochschule 2010 diese defizitären, aus vergangenen Jahren immer wieder übertragenen Kostenstellen glattgestellt hat. Die Hochschule hat zudem wieder Mittel für zwei Wissenschaftliche Mitarbeiterstellen, hiervon wurden zum Teil auch Tutoren bezahlt, bereitgestellt, die auch im nächsten Jahr wieder zur Verfügung stehen werden. Mit diesen Mitteln werden zentrale Vorphasenprojekte wie z. B. „Schluckspecht“ und „Helicopter UAV“ mit Ausstrahlung und Wirksamkeit in der Lehre unterstützt. Beim „Schluckspecht“ sind diese Förderungen inzwischen durch Spendeneinnahmen und Preise wieder hereingekommen. Ähnliches wird auch beim Heli-UAV-Projekt mittelfristig erwartet. Die eingesetzten Hochschulmittel stammen zum Teil auch direkt aus den Fakultäten, die ihre Kollegen damit in ihren Forschungsaktivitäten unterstützen. Hierzu gehören auch Unterstützung für Reisekosten zu Konferenzen, Tutoren und Sachkosten in den Labors, soweit Forschungs- und

Endwicklungsarbeiten betroffen sind. Den überwiegenden Teil bilden die kalkulatorischen Arbeitsplatzkosten, auf die schon eingegangen wurde. Als Substanz wurde von der Hochschule neben einer halben Verwaltungskraft und den beiden Mitarbeiterstellen der Forschungs-koordinator eingebracht. Die restlichen Mittel verteilen sich auf Deputate und einen Sachkostenbeitrag, der neben allgemeinen Verwaltungs-, Werbungs-, Messe- und sonstigen Kosten hauptsächlich für Tutoren eingesetzt wurde. Damit wurden wie schon in den Vorjahren keine Mittel und Personen aus dem Studiengebührenaufkommen eingesetzt, obgleich im IAF zahlreiche Lehraufgaben und Betreuungsleistungen erbracht werden. Der Anteil für sogenannte „Freie Entwicklung“ stand dieses Jahr im oben aufgeführten Umfang zur Verfügung, weitere zusätzliche Mittel wurden zum Mittelausgleich aufgewendet.

Bei den Ausgaben (Abb. 6) überwiegen wie auch in den Vorjahren die Personalkosten mit nahezu 76 %. Auf die Investitionen wurde schon zuvor eingegangen. Die übrigen Sachausgaben von 482.327,00 Euro betreffen Projektausgaben, wobei sich auch hier der Umfang

aus Verrechnungspositionen, hinter denen zum Teil Personalausgaben stehen (Tutoren), erklärt. Der Übertrag an Restmitteln für 2011 mit 101.404,00 Euro wird die kontinuierliche Arbeit im nächsten Jahr stützen. Die Ausgaben setzen sich zusammen aus den Personalnettokosten und kalkulatorischen Zusatzkosten von in diesem Jahr 50 % der Personalkosten, was ein vergleichsweise akzeptabler Wert für Overheadkosten ist. Der Prozentsatz ist aber stark gestiegen durch den größeren Teil der Industrieprojekte sowie die Deputatsstunden, die für Forschung eingesetzt wurden. Da wir an die VWV gebunden sind, die erst durch eine Vollkostenkalkulation in den nächsten Jahren abgelöst werden soll, sind die damit vom Institut für den Forschungs- und Entwicklungsmarkt angebotenen Kosten konkurrenzlos günstig. Auch dies ist eine Erklärung für den signifikanten Anstieg der Industrieaufträge. Allerdings ist ein beliebiges Anwachsen dieser Umsätze aus Kapazitätsgründen nicht möglich (auch im IAF sind die Ingenieure knapp geworden), und es ist auch nicht beabsichtigt, in die direkte Konkurrenz zu etablierten Forschungs- und Entwicklungsfirmen zu treten.

Bei den meisten im IAF durchgeführten Projekten handelt es sich um Großprojekte mit öffentlicher Förderung. Daneben gibt es Kleinprojekte, die nur auf einer schmalen Finanzierung fußen und wo Mitarbeiter nur zuarbeiten. Die Forschungsleistung muss durch den Kollegen selbst erbracht werden. Die Finanzierung erfolgt über allgemeine IAF-Mittel, Sponsorengelder oder sogar Preisgelder wie sie z. B. im Rahmen des Projekts



Abb. 11: Forschungsgruppe Dorer (RoboCup)

„Schluckspecht“ hereinkamen. Weitere Mittel fließen aus den Fakultäten direkt oder indirekt, ein Teil ist hiervon gar nicht erfasst, da nicht auf den entsprechenden Kostenstellen gebucht. Auch mit solchen kleinen Mitteln können bei großem Idealismus aller Beteiligten große Ziele erreicht werden. Hier sei an die mehrfach prämierte Entwicklung des Ökofahrzeugs und die damit verbundene Technologie erinnert. Allerdings sollte das nicht zur Regel werden und ist wohl auf attraktive Themen beschränkt.

Im IAF sind derzeit 44 Mitarbeiter angestellt, allerdings teilweise in Halbtagsstellen, wobei das einem Vollzeitäquivalent von etwa 31 Personen entspricht. Dies ist eine gewaltige Steigerung gegenüber dem letzten Jahr mit 35 Mitarbeitern. Die Halbtagsstellen sind zum Teil mit Doktoranden und neuerdings mit Master-Studenten besetzt, die neben ihrem Studium im IAF engagiert sind. Auch wenn hier nur mit „halber Kraft“ geforscht werden kann, können mit dieser Finanzierung exzellente Personen für die Tätigkeit am Institut gewonnen werden. Gleichzeitig ermöglicht die halbe Stelle den Studenten eine gewisse Selbstständigkeit und ein finanzielles Einkommen, durch das erst das Master-Studium finanziert werden kann. Bei einem Teil der Betroffenen (neun) handelt es sich um Studenten aus fernen Ländern, was die Forschungsaktivität international gestaltet. Diese Internationalisierung hat auch zu einem deutlichen Anwachsen der Vorträge auf internationalen Konferenzen und von Veröffentlichungen geführt, wodurch die Hochschule insgesamt an Sichtbarkeit gewonnen hat.

Eine bedeutende Stütze für die Ausweitung der Industrieprojekte war auch das 2010 vom Land Baden-Württemberg initiierte MINT-Programm, wodurch relativ unbürokratisch 11 (!) Mitarbeiter bei hälftiger Finanzierung durch die Industrie für interessante Forschungsprojekte an der Hochschule gehalten werden konnten. Damit wurden zahlreiche neue Themen angestoßen. Das Programm MINT wird bedauerlicherweise 2011 nicht fortgeführt.

Am Institut für Angewandte Forschung wurden im Sommer 2010 zwei kooperative Promotionen mit der Universität Freiburg im Schwerpunkt System- und Regelungstechnik sowie im Bereich Mo-



Abb. 12: Forschungsgruppe Dorer (ATTRACTIVE)

bilkommunikation mit der Universität Straßburg neu begonnen. Bei der Ausschreibung des Landes Baden-Württemberg „Promotionskolleg“ war die Hochschule zudem erfolgreich mit dem zusammen mit der Universität Freiburg gestellten Antrag „KleE, kleinskalige erneuerbare Energiesysteme“, über den in den nächsten Jahren Stipendien für vier weitere Doktoranden an der Hochschule finanziert werden. Damit nimmt der Anteil von Doktoranden im Forschungsbetrieb weiter zu, was die Qualität der erbrachten Arbeiten unterstreicht. Basis hierfür sind auch die nationalen und internationalen Kontakte der Hochschule und einiger forschungsorientierter Kollegen mit zahlreichen Universitäten im In- und Ausland. Weiterhin gab es 2010 fünf Patentanmeldungen, die auf Arbeiten im IAF beruhen.

Ein nicht unerheblicher Teil der detaillierten Forschungs- und Entwicklungstätigkeit wird von Studenten im Rahmen von Studien- und Diplomarbeiten sowie Tutorien geleistet. In diesen Arbeiten wird häufig die eigentliche „Kärnerarbeit“ durchgeführt, wobei sich hier Lehre und selbstständige Tätigkeit ergänzen. Hierfür ist allerdings ein erheblicher Umfang an Betreuung erforderlich, der von etablierten Assistenten und Mitarbeitern zu leisten ist. In diesem sogenannten Mittelbau wird das Defizit an festen Stellen, die allein die Kontinuität im personellen wie auch inhaltlichen Bereich sicherstellen können, immer schmerzhafter. Durch die hohe Personalfuktuation und Fraktalisierung der Personalstellen ist das sinnvolle Führen von Studenten sehr viel schwieriger ge-

worden. Es ist deshalb in hohem Maß wünschenswert, die Zahl der aus Hochschulmitteln finanzierten Wissenschaftlichen Mitarbeiter von bisher zwei (bei 26 IAF Mitgliedern und 42 Drittmittelbeschäftigten) deutlich zu erhöhen, hinzu käme noch eine ebenfalls erhöhte Anzahl von Tutoren. Damit werden aber noch nicht die Zahlen erreicht, wie sie im sonstigen Umfeld öffentlich geförderter Institute anzutreffen sind. Auf die aufwendige Betreuung der im Institut durchgeführten Abschlussarbeiten sei hier noch einmal hingewiesen. Der Anteil der Arbeiten am Institut, die unmittelbar lehr- und ausbildungsbezogen sind, ist jedoch letztlich vom Staat zu tragen. Das gebietet insbesondere die Fairness, wenn Evaluationen und Vergleiche mit anderen öffentlichen Forschungseinrichtungen angestellt werden, unter anderem auch mit den Universitäten. Nicht zuletzt ist auf die hohe Lehrbelastung der Professoren mit 18 Deputatsstunden hinzuweisen.

Mit der Gewinnung neuer Kollegen am Institut für Angewandte Forschung konnten die Forschungsaktivitäten insgesamt auf eine breitere Basis gestellt werden. Dies schlug sich 2010 noch nicht merklich im Umsatz nieder, da neue Projekte oft noch nicht begonnen oder erst in geringem Umfang umsatzrelevant wirksam geworden sind. Im Schwerpunkt Maschinenbau (EuDAF) und Verfahrenstechnik (Yaffa) ist jedoch schon mit mehreren öffentlich geförderten Projekten wie auch Industrieprojekten die Basis für eine weitere Steigerung gelegt. Mit der Aufnahme des Lehrbetriebs im neuen Studiengang Medizintechnik wird

sich auch hier in absehbarer Zeit ein sichtbarer Schwerpunkt im IAF entwickeln, wenn die Aufbauarbeiten beendet und die Medizintechniklabors eingerichtet und betriebsfähig sind. Damit wird der Anteil der medizintechnisch orientierten Forschungsarbeiten in Zukunft noch größer werden.

Damit hat sich erfreulicherweise die Basis von kompetenten forschungsaktiven Clustern in Offenburg verbreitert, sodass eine positive Entwicklung in den nächsten Jahren vorgezeichnet ist.

Einbettung in die Forschungslandschaft der Hochschule Offenburg

Es ist schwierig, wirklich alle an der Hochschule Offenburg durchgeführten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten vollständig zu erfassen. Der vorliegende Bericht beschreibt geschätzte 90 % dieser Aktivitäten, wobei die in den Steinbeis-Transferzentren durchgeführten Arbeiten hier nicht aufgeführt werden. Im Umkreis der Hochschule bestehen vier Zentren, die als selbstständige FuE-Einheiten operieren und mit der Hochschule nur durch Personalunion der Leiter verbunden sind. Auf diese Zentren, die mit dem IAF lose zusammenarbeiten

und sich auf die eigentliche auftragsbezogene Industrieentwicklung konzentrieren, sei hiermit hingewiesen. Adressen und Ansprechpartner dieser Zentren sind im Internet zu finden. Bei der Bewertung der gesamten Forschungs- und Entwicklungsleistung der Hochschule Offenburg sind diese Transferzentren mit einzubeziehen.

Energie-, Umwelt- und Reinraumtechnik

Leitung: Dipl.-Ing. (FH) Michael Kuhn
 Badstraße 24 a
 77652 Offenburg
 Tel. 07 81 7 83 52
 Fax 7 83 53
 E-Mail: stz94@stw.de

Technische Beratung

Leitung: Prof. Dr. Uwe Coehne
 Sternenstraße 10
 77656 Offenburg
 Tel. 07 81 7 01 17
 Fax 7 01 17
 E-Mail: stz29@stw.de

Für weitere Informationen sei auf die Website des IAF

www.iaf.hs-offenburg.de

mit detaillierten Informationen über die laufenden Projekte sowie den jährlichen Forschungsbericht der Hochschule Offenburg verwiesen.

System- und Regelungstechnik

Leitung: Prof. Franz Kolb
 Robert-Bosch-Straße 3
 77656 Offenburg
 Tel. 07 81 96 54-0
 Fax -11
 E-Mail: stz67@stw.de

Messtechnik und Verfahrenstechnik

Leitung: Dipl.-Ing. (FH) Franz Knopf
 Badstraße 24
 77652 Offenburg
 Tel. 07 81 2 24 48
 Fax 9 70 99 06
 E-Mail: stz218@stw.de



Steinbeis-Transferzentren an der Hochschule Offenburg

Projektübersicht

Nr.	Projektthema	Kategorie	Projektleiter
1.	System- und Regelungstechnik		
1.1	Prozessorientwicklung im ASIC-Design-Center	D	Prof. Dr. Jansen
1.2	Projekte aus dem Bereich der Medizintechnik	A	Prof. Dr. Jansen
1.3	Kann die Effektivität einer Resynchronisationstherapie der Herzschwäche gesteigert werden?	C	Prof. Dr. Ismer
1.4	Robotergestütztes Messsystem zur spektroskopischen Vermessung von Totenflecken	B	Prof. Dr. Wülker
1.5	Handhabung von Kleinteilen mit einem Industrieroboter	D	Prof. Dr. Wülker
1.6	Bow String Structure (BBS) – Aufbau einer Fahrzeugstruktur für ein batteriebetriebenes Leichtfahrzeug	A	Prof. Claus Fleig Prof. Dr. Hochberg
1.7	Modellierung menschlichen Entscheidungsverhaltens mit Extended Behavior Networks	D	Prof. Dr. Dorer
2.	Physikalische Sensorik		
2.1	In-Situ Leistungs- und Temperaturverteilung im Spleißvorgang	C	Prof. Dr. Lieber Prof. Dr. Curticapean Prof. Dr. Schröder
2.2	Mass Diffusion in Brain Tissues: a Theoretical Approach	D	Prof. Dr. Curticapean
2.3	Die „Sprechende Sitzschiene“ für In-flight-Entertainment-Systeme in Passagierflugzeugen	C	Prof. Dr. Schüssele Prof. Dr. Felhauer Prof. Dr. Christ
3.	Verfahrenstechnik		
3.1	Quantification of Diclofenac and Ibuprofen by a Vibrio Fischeri Bioluminescence Assay	D	Prof. Dr. Spangenberg
3.2	Substratvorbehandlung zur Steigerung in Biogasanlagen	C	Dr. Wilke
3.3	Raster-Elektronenmikroskop ermöglicht Untersuchungen mit höchster Auflösung und Präzision	D	Prof. Dr. Großhans
3.4	Prädiktiver Betrieb von thermisch aktiven Bauteilsystemen (TABS)	B	Prof. Bollin
3.5	Ergebnisse eines Feldtests mit Mikro-BHKWs	B	Prof. Bollin
3.6	Natürliche Gebäudeklimatisierung in Klassenzimmern	B	Prof. Bollin
3.7	Von der umströmten Scheibe zur optimierten Körperform	A	Prof. Dr. Bühler Prof. Dr. Kachel
3.8	Diesel-elektrischer Hybridantrieb für kommunale Arbeitsmaschinen	C	Prof. Dr. Zahoransky Prof. Dr. Nuß
3.9	Microwave assisted Plasma Generation for Exhaust Gas Treatment	D	Prof. Dr. Zahoransky
3.10	Vergleichende Analyse des europäischen Wärmepumpenmarkts	D	Prof. Dr. Sikorski
4.	Medien		
4.1	Täterkommunikation mit Instant Messaging Clients	D	Prof. Dr. Hammer
4.2	Webserver-Log Forensik	D	Prof. Dr. Hammer
4.3	MI-Learning und Informatik-Präsenzlehre – Ergänzung oder Ersatz?	D	Prof. Dr. Schmidt Prof. Dr. Sänger
4.4	M+I = Mediologie + Interdisziplinarität – Skizzen angewandter und anwendbarer Medienwissenschaften	D	Prof. Dr. Werner
4.5	Applied Information Technology opens Virtual Platform for the Legacy of Alexander von Humboldt	B	Prof. Dr. Doherr
4.6	Shell Eco-Marathon 2010 live vom EuroSpeedway Lausitzring	D	Prof. Dr. Curticapean
5.	Betriebswirtschaft		
5.1	Digitale Fabrikplanung bei KMUs	C	Prof. Dr. Köbler
5.2	Usabilityuntersuchung durch Eyetracking zur Steigerung der Conversion-rate	C	Prof. Dr. Rohbock
5.3	Logistik als Teilgebiet der BWL: Ein Streifzug durch 50 Jahre Ideengeschichte	D	Prof. Dr. Müller
5.4	Social Media als Herausforderung und Chance für Medienunternehmen und -marken	D	Prof. Dr. Breyer-Mayländer
5.5	Zur externen Validität der eignungsdiagnostischen Forschung	D	Prof. Dr. Weuster

Legende: A: Großprojekt, B: Kooperationsprojekt, C: Industrieprojekt, D: Vorphasenprojekt (Eigenmittel)

Prozessorentwicklung im ASIC-Design-Center

Prof. Dr.-Ing. Dirk Jansen

Fakultät Elektrotechnik
und Informationstechnik (E+I)
Leiter Institut für Angewandte
Forschung (IAF)

Badstraße 24, 77652 Offenburg
Tel. 0781 205-267
E-Mail: d.jansen@hs-offenburg.de



1948: Geboren in Wuppertal

1967: Nach dem Abitur Studium der Elektrotechnik
an der TH Darmstadt zum Diplom-Ingenieur

1972: Wissenschaftlicher Mitarbeiter von Prof. Ramsayer
im Institut für Flugnavigation der Universität Stuttgart

1978–1986: Industrietätigkeit beim Bodenseewerk
Gerätetechnik GmbH

Seit 1986: Professur an der Hochschule Offenburg; Reorganisation
der Laboratorien Bauteile der Elektrotechnik, Optoelektronik,
SMD-Technik und Schaltungstechnik, ASIC Design Center 1989

Seit 1995: Leiter des Instituts für Angewandte Forschung
der Hochschule Offenburg, Mitglied in den Senatsausschüssen EDV
und Forschung. Sprecher der Multi Project Chip-Gruppe (MPC)
der Hochschulen Baden-Württembergs, Member IEEE, VDE, europractice

Forschungsgebiete: Entwurf integrierter Anwenderschaltungen, Hardware/Software-Codesign,
integrierte Prozessorkerne, Hochsprachenentwurf digitaler Schaltungen (VHDL), Logiksynthese,
induktive Datenübertragung

1.1 Prozessorentwicklung im ASIC- Design-Center

Prof. Dr.-Ing. Dirk Jansen
Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Stickel
Fabian Seebacher, cand. M. Eng
Do Nguyen Dong Khahn, M.Sc.

Am Institut für Angewandte Forschung wird seit Jahren eine Prozessorfamilie unter dem Kurznamen SIRIUS entwickelt, die ursprünglich ausschließlich für die Lehre gedacht und inzwischen eine beachtliche Leistungsfähigkeit erreicht hat. Hierzu beigetragen hat vor allem die Entwicklung der sogenannten Tool-Chain, wo in einer Master-Arbeit die entsprechenden Werkzeuge zur Kompilierung und Assemblierung signifikant weiterentwickelt wurden, sodass jetzt auch umfangreiche Softwareprojekte realisiert werden können. So konnte inzwischen für unseren StudPod-PDA mit SIRIUS- JANUS-Prozessor ein Touch-controlled Betriebssystem erstellt (Abbildung 1.1-1) und kompiliert werden, das über ein Dateisystem grafische Ein- und Ausgabe sowie alle sonstigen Notwendigkeiten, die ein PDA braucht, verfügt. Inzwischen konnte sogar ein JPG-Decoder komplett übersetzt werden und ermöglicht nun das Anzeigen von Standard-JPG-Bildern auf dem StudPod.

Im Bereich der Prozessorarchitektur wurde am großen Bruder SIRIUS- HULK weiterentwickelt. Er verfügt über eine Harvard-Architektur mit einem Instruction- und einem Data- Cache, wodurch er in der Leistungsklasse mit aktuellem

Design kommerzieller Hersteller verglichen werden kann. Der Prozessor besteht derzeit allerdings als Softcore ausschließlich aus einer großen Zahl von Code-Zeilen in der Entwurfssprache VHDL (Softcore) und wird auf einem FPGA emuliert. Wenn die Entwicklung abgeschlossen sein wird, ist hier auch eine Siliziumausführung in CMOS-Technologie geplant. Die PDA-Entwicklung ist ein Vehikel, die Performance des SIRIUS-Kerns unter anspruchsvollen Zeitbedingungen zu demonstrieren. Die Entwicklung wird weitgehend von Studenten getragen. In der nächsten Generation

wird der SIRIUS-HULK in CMOS 0,18 µm- Technologie integriert und damit die Leistungswerte weiter bis in den kommerziellen Nutzungsbereich gesteigert.

Die Prozessorentwicklung wurde auf einer Postersession auf der Internationalen Konferenz DATE 2010 in Dresden im März 2010 in der University Booth demonstriert. Zum Thema SIRIUS und StudPod wird es auch in Zukunft weitere anspruchsvolle Bachelor- und Master-Arbeiten geben, sodass letztlich jeder Student im Institut für Angewandte Forschung seinen eigenen PDA entwickeln kann.



Abb. 1.1-1: StudPod-Menü

1.2 Projekte aus dem Bereich der Medizintechnik

Prof. Dr.-Ing. Dirk Jansen

Mayukh Bhattacharyya, M.Sc.

Dipl.-Ing. (FH) Waldemar Grünwald,
M.Eng.

Dipl.-Ing. (FH) Andreas Kreker, M.Eng.

Addo Twum-Boafo, M.Sc.

Dipl.-Ing. (FH) Tobias Volk, M. Eng.



Abb. 1.2-1: Grundteil Ventil

Elektronische Pille (ePille®)

Das Institut für Angewandte Forschung (IAF) der Hochschule Offenburg arbeitet seit mehreren Jahren an der Entwicklung einer elektronischen Pille, mit der Medikamente im Darm telemetrisch gesteuert auf Kommando freigesetzt werden können. Die Pille wird dabei von einem am Institut entwickelten hochintegrierten Schaltkreis (ASIC) gesteuert.

Im letzten Jahr konzentrierten sich die Arbeiten hierbei auf zwei Schlüsselkomponenten:

- ein elektronisch steuerbares und preiswert zu fertigendes Miniaturventil,
- auf die Entwicklung der Elektronikträgerplatine als mehrlagige hochintegrierte Polyimidschaltung.

Die beiden Themen sollen im Folgenden kurz vorgestellt werden:

Das Konzept der elektronischen Pille beruht auf der Freigabe von flüssigen Medikamenten über ein steuerbares Ventil. Das Medikament steht dazu unter einem Druck, der mechanisch oder über eine Gasfeder erzeugt wird. Anschließend wird eine Drosselstelle passiert, die auf Grund ihrer Eigenschaften einen gleichmäßigen Medikamentendurchfluss erzeugt. Diese Drosselstelle hat auch die Funktion einer Filterung, sodass nicht gewollte Ablagerungen in keinem Fall in den Körper gelangen können. Das Ventil hat so eine Ein-/Ausfunktion, was die Entwicklung wesentlich erleichtert. Zur Konstruktion dieses Ventils konnten zwei Patente angemeldet werden.

Die Idee ist, eine Bimetallmembrane, die wie bei einem „Knackfrosch“ mechanisch vorgespannt ist, oberhalb einer vorgegebenen Temperatur in die Gegenlage umschnappen zu lassen. Der dabei entstehende Weg von ca. 200 – 300 Mikrometer reicht aus, eine Ventildüse entweder abzudecken oder zu öffnen. Damit kann das Schalten des Ventils elektrisch auf das Erwärmen der metal-

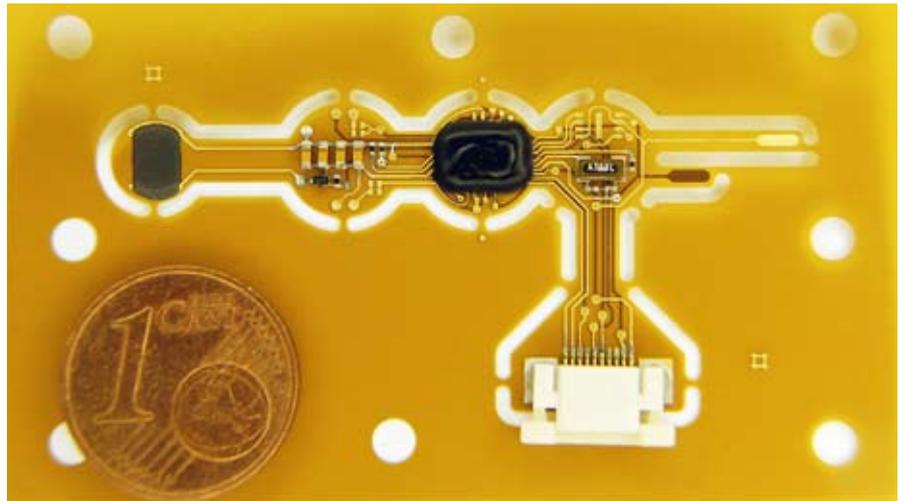


Abb. 1.2-2: Polyimid-Platine

lischen Membran zurückgeführt werden. Ein entsprechendes System in den erforderlichen Dimensionen wurde realisiert, erprobt und vermessen. Die wesentlichen Eigenschaften konnten nachgewiesen werden. Entsprechende Bauteile für die Umsetzung des Ventils wurden durch Rapid-Prototyping hergestellt (Abbildung 1.2-1).

In einer späteren Massenproduktion können diese Teile in Kunststoff gespritzt werden. Sie sind dann nur noch Cent-Artikel. Das gilt auch für die Membranen. Auch hier handelt es sich um ein Low-Cost-Bauteil aus der Fertigung von Thermostaten für Heizdecken. Die Konstruktion der Ventileinheit kann damit im Wesentlichen als gelungen gelten. Die Heizung für die Ventilmembrane erfolgt durch einen Karbonwiderstand auf der Elektronikplatine (Abbildung 1.2-2), auf die im Folgenden näher eingegangen werden soll.

Die Elektronikplatine (Abbildung 1.2-2) besteht aus einer Polyimidfolie mit in Feinleitertechnik hergestelltem zweilagigem Verdrahtungsmuster. Kern der Elektronik ist der ASIC, der aufgrund der

zur Verfügung stehenden Dimensionen von nur 8 mm Durchmesser nur „naked“ verarbeitet werden kann und unmittelbar auf die Platine gebonded wird (COB). Die zugehörigen Schaltungselemente wie Stützkondensatoren, der für die Zeitreferenz erforderliche Uhrenquarz wie auch der Treibertransistor für den Heizwiderstand sind auf zwei weiteren Trägerflächen angeordnet. Die Platine wird nach Bestückung gefaltet und zu einem massiven Block von ca. 2 bis 3 mm Dicke und circa 8 mm Durchmesser vergossen. Aus dem Block ragen eine Fahne mit dem Heizwiderstand, der mit dem Ventil verklebt wird, und zwei weitere Fahnen zum Anschluss der Batterie heraus.

Am Kern der Elektronik ist derzeit noch eine Nabelschnur mit einer Steckverbindung angeordnet, die zum Testen und Inbetriebnehmen verwendet wird. Diese Nabelschnur wird vor dem Verguss abgetrennt. Die Elektronik wird derzeit bestückt und die erforderliche Firmware zum Betrieb entwickelt. Damit ist eine wesentliche Komponente für den Bau eines Prototyps inzwischen der Realisierung nahe.

Das Projekt ePille wird derzeit auf der Basis von Bachelor- und studentischen Arbeiten vorangetrieben und ist ein hervorragendes Beispiel für ein smartes mechatronisches System.

MamoCheck

Aus der Kooperation mit der Dr. Osyka AG haben sich bei dem beschriebenen und später erwähnten Transösophagealen Stimulator weitere Studienmöglichkeiten ergeben. Eine Idee mit einem potenziell großen Nutzwert ist MamoCheck. Hierbei geht es um die Überwachung der Dichtigkeit von Silikonbrustimplantaten. Dazu muss die Impedanz zwischen der Implantatfüllung und dem Körpergewebe in der Umgebung gemessen werden. Beruhend auf einem von Dr. Osypka angemeldeten Patent kann dadurch eine Undichtigkeit als signifikanter Abfall der Impedanz erfasst werden.

Zur Messung der Impedanz wird eine Elektronik benötigt, die die Impedanz zwischen der im Inneren des Implantats angeordneten Elektrode und einer mit dem Äußeren das Körpergewebe verbundenen Elektrode misst. Diese Elektronik muss passiv arbeiten (ohne Batterie) und zudem sehr klein sein.

Basierend auf der am Institut entwickelten RFID-Technologie konnte im letzten Jahr eine solche vollständig passiv arbeitende Elektronik entwickelt werden, die diese Bedingungen erfüllt (Abbildung 1.2-3). Das System ist prozessorgesteuert und wird durch den Reader ausgelesen. Die Messgenauigkeit ist sehr hoch und die Übertragung ist digital. Das System ist in dieser Form derzeit einzigartig und wird auch noch für andere Anwen-

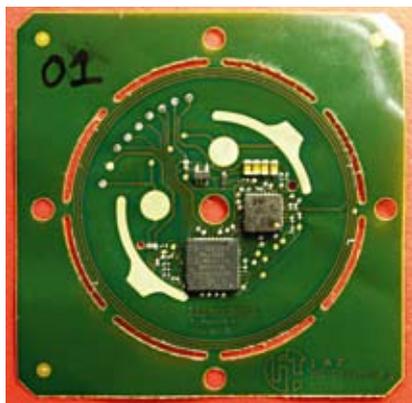


Abb. 1.2-3: MamoCheck-Elektronik, unvergossen

dungen, wo es um Impedanzmessung geht, im medizintechnischen Bereich an Bedeutung gewinnen. Basierend auf dieser Entwicklung werden noch weitere passiv arbeitende Sensoren entwickelt werden. Industrielle Anwendungen gibt es hierfür viele, auch außerhalb des medizintechnischen Bereichs.

Transösophagealer Stimulator

Die Arbeiten am Transösophagealen Stimulator wurden erfolgreich so weit zum Abschluss gebracht, dass eine Demonstration der Funktionalitäten möglich war. Das System zeichnet in zwei Kanälen das EKG-Signal und das von der Sonde erfasste LAE-Signal (Left Atrium Electrogram) auf und kann hiervon abgeleitet Stimulationsimpulse von 1 ... 20 mA bei bis zu 80 Volt über mehrere Millisekunden gezielt abgeben. Die medizinische Erprobung steht noch aus. Dafür müssen noch erhebliche Softwarearbeiten durchgeführt werden (Abbildung 1.2-4).

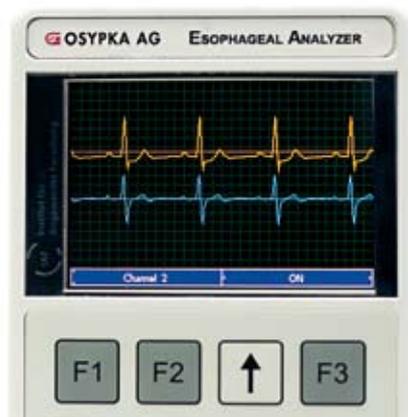


Abb. 1.2-4: Transösophagealer Stimulator

Das Projekt setzt zum ersten Mal den Arm-Cortex-M3-Prozessor ein. Ein sehr moderner und hochleistungsfähiger Prozessor, über den alles gesteuert wird und der auch ein grafisches Display bedienen kann. Die Auseinandersetzung mit diesen aktuellen modernen Konzepten aus der Embedded-Szene bedeutet für das Institut einen erheblichen Know-how-Gewinn. Die dort gewonnenen Erkenntnisse können in weitere Projekte ähnlicher Art einfließen.

µTrans

In der Entwicklung von Medikamenten, bei der Prüfung von Substanzen auf Verträglichkeit sowie für unzählige andere Zwecke werden in großem Umfang Ver-

suchstiere, hauptsächlich Ratten und Mäuse, verwendet, deren physiologische Reaktion auf die entsprechenden Stimulanzen gemessen werden müssen. Dies erfolgt entweder durch Töten der Tiere und anschließende Analyse oder durch Erfassung der physiologischen Parameter am Tier selbst, wozu die Tiere mit quälenden Anschlüssen und elektrischen Elektroden „verdrahtet“ werden müssen.

Die am Institut entwickelte RFID-Technologie und die damit verbundene extreme Miniaturisierungsmöglichkeit der Elektronik durch Integration in Silizium-Chips ermöglicht es nun, die Datenerfassung und Speicherung so zu verkleinern, dass sie in ein Implantat verlagert werden kann, das in das Versuchstier implantiert wird. Damit können alle elektrophysiologischen Daten berührungslos von außen über eine Käfigelektronik gelesen werden, siehe Abbildung 1.2-5.

Die Idee für ein solches System wurde an die Förderträger AIF im Rahmen der Förderlinie ProfUnt und parallel dazu als Innovatives Projekt beim Land Baden-Württemberg beantragt. Das Projekt unter dem Kurznamen µTRANS erhielt bei beiden eine Förderzusage. So konnte im Januar 2010 mit den Arbeiten und der Entwicklung der Sensorik begonnen werden. Wegen der starken Überschneidung beider Anträge, das Volumen und die vorgesehene Leistung beim Förderträger AIF war allerdings doppelt so groß, mussten wir leider nach einem halben Jahr auf die Weiterförderung des innovativen Projekts verzichten, nachdem der Zuschlag bei AIF-ProfUnt sicher war. Der dadurch gewonnene Vorlauf für µTrans hat dem Projekt jedoch gutgetan und zur aktuellen Leistung beigetragen.

Abbildung 1.2-5 zeigt den derzeitigen Stand für eine erste Generation der Implantate. Diese Generation ist noch etwas zu groß, aber die wichtigsten elek-



Abb. 1.2-5: Implantat µTrans

trischen und funktionalen Charakteristika sind bereits realisiert. Das Implantat hat keine Batterie, sondern nur einen kleinen Akkumulator, der für eine begrenzte Zeit die Datenerfassung sichert, wenn das Tier aus dem Käfig, z. B. für Versuche, entnommen ist. Solange sich das Tier im Käfig bewegt, wird die Elektronik über das Lesefeld elektronisch versorgt. Erfasst werden ein EKG-Signal, ein Blutdrucksignal, die Sauerstoffsättigung und die Temperatur. Ein zusätzlicher Initialsensor ermöglicht auch, die Bewegung des Tiers zu erfassen. Die Daten werden automatisch in regelmäßigen Abständen von der Käfigelektronik abgefragt, über einen lokalen Rechner gesammelt und an einen Internetserver übertragen. Über einen webfähigen hierzu entwickelten „NUTRIA-EXPLORER“ können die Daten von einer zentralen Datenbank abgerufen und ausgewertet werden. Dieses moderne Server-Client-Concept ermöglicht die Sammlung und Archivierung sehr großer Datenmengen, wie sie bei Tierversuchen typischerweise auftreten. So können in einem Käfig bis zu vier Ratten gehalten werden, die jeweils mit einem Transponder versehen sind. In einem Versuchsstand sind acht Käfige vorhanden. Möglicherweise gibt es sogar mehrere Versuchsstände. Bei einer regelmäßigen Abfrage der Daten in ungefähr 10-Minuten-Abständen entstehen so sehr große Datenmengen, die geordnet abgelegt werden müssen. Ein entsprechendes System wurde im IAF entwickelt und befindet sich derzeit im Probetrieb (Abbildung 1.2-6). Derzeit ist das Projekt in der Vorbereitung der 1. Versuchskampagne, die etwa Mitte 2011 an der Universität Heidelberg stattfinden soll.

TeleMed

Im Projekt TeleMed wird die Elektronik für eine steuerbare Schmerzpumpe in Kooperation mit der Firma Tricumed Medizintechnik GmbH/Kiel entwickelt (Abbildung 1.2-7). Hierbei wird die telemetrische Datenübertragung, wie sie für die ePille entwickelt worden war, in ein kommerzielles Produkt eingeführt. Das gesamte digitale Frontend für diese Telemetrie wurde in einem ASIC in 0,18 µm-UMC-Technologie integriert, Abbildung 1.2-8. Trotz der Komplexität kann der Stromverbrauch der Sende-/Empfangsschaltkreise sehr niedrig gehalten werden. Das Projekt geht jetzt von der Feasability-Phase in die eigentliche Entwicklungsphase über.

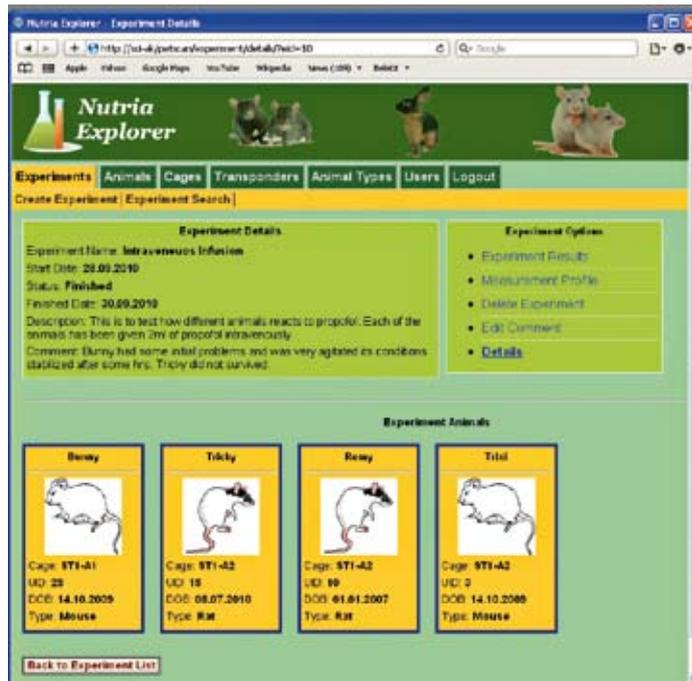


Abb. 1.2-6: Startseite des Nutria-Explorers



Abb. 1.2-7: CAD-Design der steuerbaren Schmerzpumpe (Firma Tricumed Medizintechnik GmbH, Kiel)

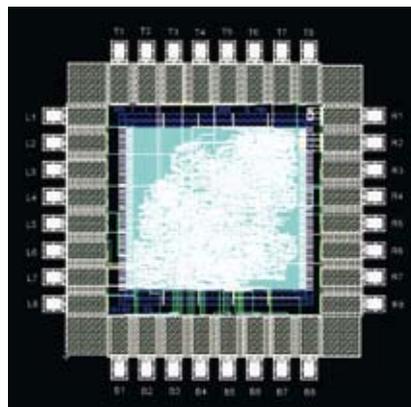


Abb. 1.2-8: Frontend-ASIC in 0.18 µm CMOS-Technologie (IAF)

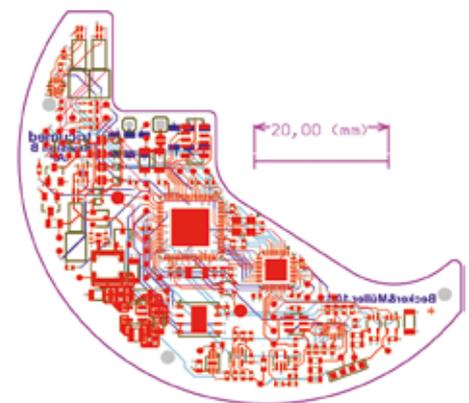


Abb. 1.2-9: Multilayer-Platinen Design für die Schmerzpumpe (IAF)

Kann die Effektivität einer Resynchronisationstherapie der Herzschwäche gesteigert werden?

Prof. Dr. rer. nat. habil. Bruno Ismer

Fakultät Elektrotechnik
und Informationstechnik (E+I)

Badstraße 24
77652 Offenburg
Tel. 0781 205-203
E-Mail: bruno.ismer@hs-offenburg.de



1949: Geboren in Hohen-Luckow

Studium der Physik sowie Postgradualstudium der Mikroprozessortechnik an der Universität Rostock

1972: Forschungsstudent an der Sektion Physik der Universität Rostock

1976: Wissenschaftlicher Mitarbeiter am der Sektion Physik der Universität Rostock, Promotion bei Prof. Dr. rer. nat. habil. E. Gerdes im Fachbereich Physikalische Elektronik über „Dielektrische Eigenschaften dünner Siliziumdioxid-Schichten“

1980–2010: Wissenschaftlicher Mitarbeiter bei Prof. Dr. med. habil. von Knorre an der Abteilung Kardiologie der Klinik und Poliklinik für Innere Medizin der Universität Rostock

1990–1996: Geschäftsführer der HI-TECH Gesellschaft für medizinische Technik mbH, Rudolstadt

2005: Habilitation über „Semiinvasive elektrokardiographische Ableitungen vom rechten und linken Herzvorhof in der Diagnostik und Therapie von Herzrhythmusstörungen“

2006: Assoziiertes Mitglied der Fakultät für Informatik und Elektrotechnik der Universität Rostock

2010: Professur für Medizintechnik mit Schwerpunkt Kardiologie/Elektrophysiologie an der Hochschule Offenburg

Forschungsgebiete: Methodische und apparative Verbesserungen zur Diagnostik und Therapie von Herzrhythmusstörungen, insbesondere nicht- und semi-invasive Verfahren sowie Verfahren zur individuell optimalen Programmierung elektronischer kardiologischer Implantate

1.3 Kann die Effektivität einer Resynchronisationstherapie der Herzschwäche gesteigert werden?

Prof. Dr. rer. nat. habil. Bruno Ismer
K. Kroll, K. Rotter, M. Langefeld, I. Akin,
S. Schell Dieckel, U. Trautwein [1]
M. Heinke [2]
C. Melzer [3]
F. Weber [4]

Abstract

Die kardiale Resynchronisationstherapie ist ein großer Segen für viele Patienten mit einer Herzschwäche, die auf einen krankhaften Verlust der synchronen Kontraktion beider Herzkammern zurückzuführen ist. Warum einige von ihnen jedoch nicht darauf ansprechen, wird gegenwärtig erforscht. Als eine neue Methode mit dem Ziel der Effektivitätssteigerung dieser Therapie mit elektronischen Implantaten demonstrieren wir die Nutzbarkeit von durch eine Schluckelektrode aus der Speiseröhre abgeleiteten Elektrokardiogrammen.

Einleitung

Bei Patienten mit einer Herzschwäche (Herzinsuffizienz), die durch einen Verlust der synchronen Kontraktion der rechten und linken Herzkammer (kardiale Desynchronisation) bedingt ist, lässt sich die Synchronie mit einem speziellen elektronischen Implantat, das individuell

abgestimmt Schlag für Schlag beide Herzkammern (Ventrikel) stimuliert, wiederherstellt und damit eine bedeutende Verbesserung der Leistungsfähigkeit und Lebensqualität erzielen. Diese kardiale Resynchronisationstherapie (CRT) genannte Behandlungsmethode ist inzwischen weit verbreitet. Über eine im rechten Herzvorhof platzierte Elektrode erkennt dabei das Implantat den natürlichen Herzrhythmus und erzwingt nach individuell genau zu vermessenden Verzögerungszeiten mit zwei weiteren Elektroden in der rechten und linken Herzkammer von Schlag für Schlag deren synchrone Kontraktion (Abb. 1.3-1). Zu erwähnen ist, dass diese Therapieform fast immer auch mit einer automatischen Erkennung und Behandlung plötzlicher Kammertachykardien und Kammerflimmern gekoppelt ist. Für den Fall ihres Auftretens gelingt dies durch automatische Abgabe spezieller Folgen nicht spürbarer elektrischer Stimulationsimpulse oder, im Extremfall, eines lebensrettenden Elektroschocks.

Obwohl dieses Behandlungsprinzip von seiner Logik her einleuchtet und darum auch überwiegend erfolgreich ist, haben Untersuchungen gezeigt, dass bis zu einem Drittel der Patienten, die nach den derzeit gültigen Leitlinien ein Implantat zur kardialen Resynchronisationstherapie (CRT) erhalten, als Nonresponder gelten.



Abb. 1.3-1: Prinzip der kardialen Resynchronisationstherapie (CRT) für Patienten mit einer Herzschwäche durch den Verlust der synchronen Kontraktion der rechten und linken Herzkammer. Über eine im rechten Herzvorhof platzierte Elektrode erkennt ein elektronisches Implantat den natürlichen Herzrhythmus und erzwingt nach individuell genau zu vermessenden Verzögerungszeiten über zwei weitere Elektroden in der rechten und linken Herzkammer bei jedem einzelnen Herzschlag deren synchrone Kontraktion. Zusätzlich wird bei dieser Therapie auch eine automatische Erkennung und Behandlung plötzlich auftretender Kammertachykardien oder von Kammerflimmern gewährleistet (Bildquelle: Medtronic)

Bei ihnen stellt sich nach der Implantation heraus, dass sie trotz großer Sorgfalt bei der Auswahl für diese Behandlung sowie während der Implantation des CRT-Aggregats und seiner Elektroden nur wenig auf diese Therapie ansprechen [5].

Bei Vergleichen fanden sich Therapieresponder, also Patienten mit einem deutlichen Nutzen durch die CRT, sehr viel häufiger unter denjenigen Patienten, bei denen vorab eine besonders stark ausgeprägte ventrikuläre Dyssynchronie nachweisbar war [6]. Dies deutet darauf hin, dass sowohl für die Indikation als auch für den Erfolg einer kardialen Resynchronisationstherapie eine genaue präoperative Vermessung der kardialen Dyssynchronie von besonderer Bedeutung ist. Der Erfolg einer CRT wird zudem wesentlich dadurch bestimmt, ob während der Implantation die linksventrikuläre Elektrode (LV-Elektrode) auch nahe genug zum desynchronisierten Areal der linken Herzkammer positioniert werden kann. Dies gestaltet sich aufgrund der sehr individuellen anatomischen Gegebenheiten der Herzgefäße zuweilen schwierig. Nach elektrophysiologischen Gesichtspunkten ist aber eine Platzierung der LV-Elektrode innerhalb oder sehr nahe zum desynchronisierten Areal des linken Ventrikels die sinnvollste. Dies leuchtet ein: Dort, wo über die Stimulationselektrode keine Desynchronisation erfassbar, d. h. keine linksventrikuläre Verzögerung messbar ist, ist auch keine wirkungsvolle Resynchronisation möglich!

Eine ventrikuläre Desynchronisation lässt sich im Oberflächen-EKG an einem deutlich verbreiterten QRS-Komplex in der Konfiguration eines Linksschenkelblocks erkennen. Zu ihrer quantitativen Charakterisierung ist eine aufwendige Herzultraschalluntersuchung nötig.

Eigene frühere Untersuchungen haben gezeigt, dass auch ein mit einer Schluckelektrode über die Speiseröhre (transösophageal) aus der unmittelbaren Nähe der linken Herzkammer semiinvasiv aufgenommenes linksventrikuläres Elektrogramm (LVE) zur raschen quantitativen Charakterisierung der kardialen Desynchronisation hilfreich ist. Diese Methode wurde darum auch als eine zusätzliche Entscheidungshilfe für die kardiale Resynchronisationstherapie vorgeschlagen [7], [8].

Zielstellung

Die Idee dieses Forschungsprojekts war es herauszufinden, ob die über eine Schluckelektrode in der Speiseröhre vermessbare Verzögerungszeit des linken Ventrikels (LV-Delay) im Rahmen einer vorgesehenen kardialen Resynchronisationstherapie als Orientierungshilfe für die Implantation der linksventrikulären Elektrode genutzt werden könnte.

Dazu waren Messungen bei Patienten mit bereits implantierten CRT-Systemen nötig. Deren vom Ort der implantierten linksventrikulären Elektrode über die Telemetriefunktion der Implantate zugängliche linksventrikuläre Verzögerungszeit sollte mit der über eine Schluckelektrode von der Speiseröhre aus messbaren linksventrikulären Verzögerungszeit verglichen werden.

Methodik

Alle Messungen erfolgten mit der von uns entwickelten Methode der gefilterten bipolaren transösophagealen Linksherzableitung. Diese wurde bereits als Standardoption in industrielle Programmiergeräte für Herzschrittmacher und Defibrillatoren vom Typ ICS3000 (Biotronik GmbH, Berlin) integriert. Als weltweit einziger Programmierer gestattet damit der ICS3000 über ein EKG-Kabel PK199 die Darstellung des transösophageal abgeleiteten linksventrikulären Elektrogramms simultan zu einem 3-kanaligen Oberflächen-EKG. Bei Patienten mit implantierten Biotronik-CRT-Systemen stehen zusätzlich auch die von den Implantaten telemetrisch bereitgestellten intrakardialen Elektrogrammen von den drei Elektroden sowie die daraus abgeleiteten Ereignismarkern simultan für wissenschaftliche Messungen zur Verfügung.

Bei 24 herzinsuffizienten Patienten mit bereits implantierten Biotronik-CRT-Systemen (15 m, 9 w, Alter $68,7 \pm 9,3$ Jahre) wurde die auf unserer Anregung hin [9] gefertigte Schluckelektrode vom Typ TOSlim (Dr. Osypka GmbH, Rheinfelden-Herten) peroral appliziert und in der Position der maximalen linksventrikulären Deflektion durch ein Pflaster am Mund fixiert. Dies bot die Voraussetzungen, um das transösophageal abgeleitete linksventrikuläre Elektrogramm simultan zu den telemetrischen rechts- und linksventrikulären Elektrogrammen der implantierten CRT-Aggregate am Programmiergerät ICS3000 aufzuzeichnen

und zu vermessen. Dabei interessierte der Vergleich des Zeitintervalls Q-LVeso, gemessen vom Beginn des QRS-Komplexes (Q) im Oberflächen-EKG bis zum Beginn der linksventrikulären Deflektion in der transösophagealen linksventrikulären Ableitung (LVeso), mit dem Zeitintervall Q-LV, gemessen vom Beginn des QRS-Komplexes (Q) im Oberflächen-EKG bis zum Beginn der linksventrikulären Deflektion in dem von der implantierten linksventrikulären Elektrode telemetrisch empfangenen linksventrikulären Elektrogramm (Abb. 1.3-2).

Ergebnisse

Bei den 24 untersuchten Patienten mit einer durch kardiale Desynchronisation bedingten Herzschwäche betrug die mittlere QRS-Breite $158,9 \pm 33,5$ ms. Sie liegt damit im Rahmen der derzeitigen für die Indikation zur kardialen Resynchronisationstherapie mit einem beide Herzkammern stimulierenden elektronischen Implantat heranzuziehenden EKG-Kriterien.

Bei allen 24 Patienten ließen sich mit dem Programmierer ICS3000 die Zeichen der elektrischen Desynchronisation problemlos über die Schluckelektrode transösophageal als Zeitintervall Q-LVeso und mit der telemetrischen Übertragung des linksventrikulären Elektrogramms als als Zeitintervall Q-LV erfassen (Abb. 1.3-3).

Das transösophageal mit der Schluckelektrode TOSlim am Programmierer ICS3000 messbare elektrische linksventrikuläre Delay Q-LVeso betrug im Mittel $55,9 \pm 29,9$ ms. Im Vergleich dazu war das telemetrisch von der implantierten LV-Elektrode gemessene linksventrikuläre Delay Q-LV mit $83,7 \pm 39,9$ ms im Mittel länger. Die Differenz zwischen den telemetrisch über die LV-Elektrode und den transösophageal über die TOSlim-Elektrode erfassten interventrikulären Delays (Q-LV – Q-LVeso) betrug im Mittel $27,0 \pm 24$ ms.

In 5 der 24 Fälle ergab sich hierbei eine negative Differenz. Die betreffenden Patienten unterschieden sich insofern von den anderen, als bei ihnen die telemetrisch erfasste linksventrikuläre Deflektion nicht später, sondern im Mittel $41,6 \pm 20,0$ ms viel früher als im transösophagealen linksventrikulären Elektrogramm erfasst (siehe Abb. 1.3-4) wurde.

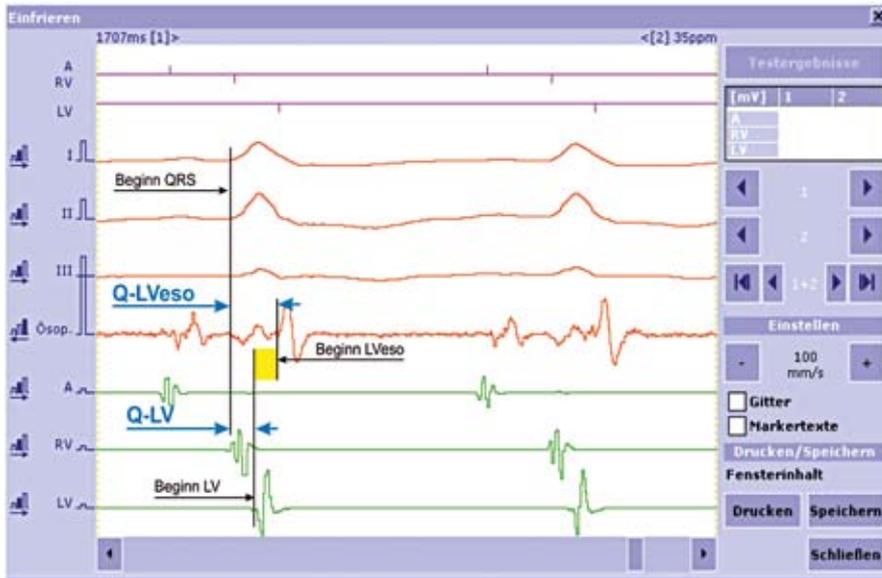


Abb. 1.3-2: Das mit einer Schluckelektrode TOSlim über die Speiseröhre abgeleitete linksventrikuläre Elektrogramm (Ösop.) erlaubt bei herzinsuffizienten Patienten die Vermessung der linksventrikulären Verzögerungszeit Q-LVeso. Deren Kenntnis bietet im Rahmen einer kardialen Resynchronisationstherapie einen anzustrebenden Mindestwert für den bei der intraoperativen Positionierung der linksventrikulären Elektrode anzustrebenden Wert Q-VL, der hier noch nicht erreicht ist



Abb. 1.3-3: Aufgrund der anterolateralen Lage des desynchronisierten Areals übersteigt in diesem Beispiel die mit der linksventrikulären Elektrode messbare linksventrikuläre Verzögerungszeit Q-LV den Wert ihres mit der Schluckelektrode vorab gemessenen Vergleichsintervalls Q-LVeso. Die linksventrikuläre Elektrode liegt somit in einem desynchronisierten Areal, was einen Erfolg der kardialen Resynchronisationstherapie in Aussicht stellt

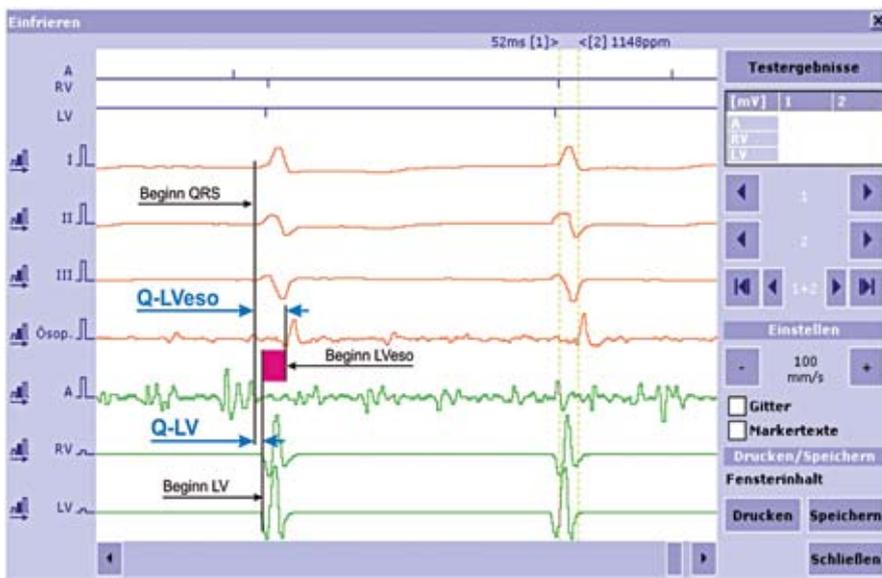


Abb. 1.3-4: Beispiel für eine ungünstige Lage der implantierten linksventrikulären Elektrode bei einem herzinsuffizienten Patienten mit Vorhofflimmern. Das transösophageale linksventrikuläre Delay Q-LVeso verdeutlicht die interventrikuläre Desynchronisation. Das von der linksventrikulären Elektrode gemessene Delay Q-LV fällt dagegen deutlich kürzer aus, was eine wirksame Resynchronisation infrage stellt und zur Suche nach einer günstigeren Position der linksventrikulären Elektrode motivieren sollte

Die Tatsache, dass ein über den Ösophagus erfasstes linksventrikuläres Delay kürzer als das über die implantierte Elektrode ausfallen kann, hat einen einfachen Grund. Weil der Ösophagus den posterioren Regionen des linken Ventrikels anliegt, kann eine Desynchronisation anterolateraler Areale durch die hier vorgeschlagene transösophageale Vermessungen nicht akkurat abgebildet werden. Dennoch lässt sich auch in diesen Fällen das transösophageal gemessene linksventrikuläre Delay als Mindestmaß für das bei Implantation der linksventrikulären Elektrode anzustrebende linksventrikuläre Delay nutzen.

Eine große negative Differenz zwischen Q-LV und Q-LVeso weist in jedem Fall eindeutig darauf hin, dass das desynchronisierte Herzareal mit der linksventrikulären Elektrode nicht erreicht werden konnte. Da der beabsichtigte Effekt einer kardialen Resynchronisation aber mit einer elektrisch ungünstigen Position der linksventrikulären Elektrode a priori infrage steht, sollten derartige Konstellationen stets zur Suche nach einer anderen, elektrisch günstigeren Elektrodenlage motivieren.

Schlussfolgerung

Die Ableitung eines linksventrikulären Elektrogramms über eine Schluckelektrode am Programmiergerät ICS3000 erlaubt bei herzinsuffizienten Patienten eine einfache, semiinvasive Quantifizierung der ventrikulären Desynchronisation.

Wenn das interventrikuläre Delay Q-LVeso vor der Implantation mit einer Schluckelektrode transösophageal gemessen wird, kann der Messwert als quantitatives Mindestmaß für das bei der Erstimplantation

eines CRT-Aggregats mit der linksventrikulären Elektrode anzustrebende interventrikuläre Zieldelay genutzt werden. Für den Fall, dass dieser Wert bei der intraoperativen Elektrodenpositionierung noch nicht erreicht ist, sollte seine Kenntnis im Sinn der Effektivitätssteigerung der kardialen Resynchronisationstherapie zur weiteren Suche nach einer elektrisch günstigeren LV-Elektrodenposition motivieren.

Der Bedeutung negativer Differenzen zwischen Q-LV und Q-LVeso für den Respons oder Nonrespons auf eine CRT können erst im Langzeit-Behandlungsverlauf beurteilt werden. Folgeprojekte sind darum geplant.

Ausblick

Die Thematik dieser Arbeit resultierte in ein aktuelles Drittmittelprojekt am Institut für Angewandte Forschung an der Hochschule Offenburg

Teile dieser Arbeit wurden als wissenschaftlicher Beitrag in der Hugo-von-Ziemssen-Posterpreis-Sitzung auf der Herbsttagung und Jahrestagung der Arbeitsgruppe Herzschrittmacher und Arrhythmie 2010 der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie vom 7.–9.10.2010 in Nürnberg vorgetragen [10].

Referenzen

- [1] Universitätsklinikum Rostock
- [2] Friedrich-Schiller-Universität Jena
- [3] Charité Berlin
- [4] Frankwaldklinik Kronach
- [5] Abraham W., Fischer W., Smith A. et al. (2002): Multicenter InSync Randomized Clinical Evaluation – Cardiac resynchronization in chronic heart failure. *N Engl J Med* 346 (24): 1845 – 1853

- [6] Breithardt OA., Stellbrink C., Kramer AP., Sinha AM., Franke A., Salo R., Schiffgens B., Huvelle E., Auricchio A. (2002): PATH-CHF Study Group. Pacing Therapies for Congestive Heart Failure. Echocardiographic quantification of left ventricular asynchrony predicts an acute hemodynamic benefit of cardiac resynchronization therapy. *J Am Coll Cardiol* 40: 536 – 45
- [7] Heinke M., Surber R., Kühnert H., Dannberg G., Prochnau D., Figulla HR. (2007): Transesophageal left ventricular posterior wall potential in heart failure patients with biventricular pacing. *Biomed. Techn.* 52. 173 – 179
- [8] Ismer B., Körber T., Voss W., von Knorre GH., Heinke M., Werwick K., Melzer C., Butter C., Nienaber CA. (2008): CRT bei Vorhofflimmern methodische und apparative Optionen zur Entscheidungsfindung. *Herzschr Elektrophys* 19 Suppl. 1: 60 – 68
- [9] Ismer B. (2005): Semiinvasive elektrokardiographische Registrierungen vom linken und rechten Vorhof in der Diagnostik und Therapie von Herzrhythmusstörungen. *Habilitationsschrift. Universität Rostock*
- [10] Kroll K., Rotter K., Ismer B., Heinke M., Akin I., Schell-Dieckel S., Trautwein U., Melzer C., Weber F., Nienaber C. (2010): Semiinvasives elektrokardiographisches Mindestmaß zur Positionierung der linksventrikulären Elektrode. *Clin Res Cardiol.* DOI 10.1007 /s00392-010-1200-0: PP68

Robotergestütztes Messsystem zur spektroskopischen Vermessung von Totenflecken

Prof. Dr. rer. nat. Michael Wülker

Fakultät Maschinenbau
und Verfahrenstechnik (M+V)
Studiengang Mechatronik

Badstraße 24
77652 Offenburg
Tel 0781 205-257
wuelker@hs-offenburg.de

1955 geboren in Freiburg i. Br.

1974 Studium der Physik an der Universität Freiburg

1976/77 Auslandsaufenthalt, New University of Ulster, UK

1982 Diplom in Physik an der Universität Freiburg

1987 Promotion an der Universität Freiburg am Lehrstuhl für Teilchenphysik und am CERN in Genf

1987–88 Wissenschaftlicher Mitarbeiter der Universität Freiburg

1988 Dornier GmbH mit Forschungsschwerpunkten in angewandter Supraleitung, physikalischen Messsystemen und Biomagnetismus

seit 1993 Professor an der Hochschule Offenburg, Dekan Fachbereich Grundlagen

seit 2004 stv. Studiendekan der Studiengänge in Mechatronik

Lehrgebiete: Messdatenerfassung, Physik, Mathematik, Informatik, Technische Mechanik, Robotik



Forschungsgebiete: Robotik, industrielle Messdatenerfassung

1.4 Robotergestütztes Messsystem zur spektroskopischen Vermessung von Totenflecken

Prof. Dr. rer. nat. Michael Wülker
Dipl.-Ing. (FH) Klaus Böhler
Rudi Kirn

Abstract

The intermittent and long-term spectroscopic observation of light reflected from livor mortis after death is hoped to help with the determination of the time of death or its circumstances, like e.g. CO poisoning. A mobile measurement system with a robot for the movements required has been assembled and thoroughly tested at the University of Applied Sciences Offenburg. It has been operated reliably for 36 h recording spectra and taking temperature and distance measurements every 20 min. The system has been delivered to the collaborating Institut für Rechtsmedizin at the University of Würzburg for field studies.

Einleitung

Die spektroskopische Beobachtung von postmortalen Hautveränderungen und insbesondere von Totenflecken ermöglicht potenziell eine genauere Bestimmung des Todeszeitpunkts oder der Todesursache (z. B. im Fall von CO-Vergiftungen). Für die grundlegende Charakterisierung dieser Veränderungen sind Langzeitbeobachtungen von Stunden oder gar Tagen wünschenswert.

Für die Spektrometernmessungen muss beachtet werden, dass das betreffende Hautareal zwischen den einzelnen Mes-

sungen ungehindert Sauerstoff mit der Umgebung austauschen kann. Es muss deshalb in regelmäßigen Zeitabständen die Spektrometersonde an möglicherweise unterschiedlichen Positionen aufgelegt und wieder weggenommen werden. Aus diesen Gründen wurde entschieden, die Sonde an einen Roboterarm zu montieren, dessen Bewegungsprogramm flexibel eingerichtet werden kann und der die Bewegungen präzise und zuverlässig durchführt.

Das geschilderte Roboterspektrometer wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft als Teil eines gemeinsamen Projekts von Prof. Dr. Michael Bohnert, inzwischen am Institut für Rechtsmedizin der Universität Würzburg, mit dem Freiburger Materialforschungszentrum beauftragt (DFG-Projekt Li 1799/1-2). In dem vorliegenden Artikel werden die endgültige Auslegung und verschiedene Messungen zur Verifikation der Funktionstüchtigkeit des Systems beschrieben. Ein vorausgegangener Artikel beschreibt die Konzeptionierung des Systems [1].

Hintergrund und Zielsetzungen

Nach ersten spektroskopischen Messungen zur Bestimmung der Farbe von Totenflecken [2] wurde mithilfe von Monte-Carlo-Methoden ein Modell für die optischen Eigenschaften der Haut entwickelt [3] und insbesondere der Einfluss von Sauerstoff und Kohlenmonoxid auf zeitliche Änderungen des Reflexionsverhaltens der Haut untersucht [4].

Ziel des gesamten Projekts ist es, die experimentellen Voraussetzungen für eine zeitlich engmaschige Dokumentation der

postmortalen Veränderungen von Leichenhaut zu schaffen und darauf basierend das physikalische Hautmodell insbesondere zur zeitlichen Entwicklung des reflexionsspektrometrischen Signals zu verbessern. Zudem soll die Dokumentation in Form eines elektronischen Laborbuchs [5] weiterentwickelt werden.

Aufbau

Das gesamte robotergestützte Messsystem ist mit allen erforderlichen Geräten auf einem Rollwagen montiert, damit es sowohl im Kühlraum als auch in anderen Bereichen eingesetzt werden kann. Es wird mit den üblichen rollbaren Wannengestellen, auf denen Verstorbene gelagert werden, fest verspannt, sodass die Positionierung des Untersuchungsgebiets relativ zum Roboter wohl definiert und konstant ist. Die mechanischen Voraussetzungen wurden im Rahmen einer Abschlussarbeit geschaffen [6], die sich auch mit der Inbetriebnahme und der Programmierung des verwendeten Roboters beschäftigte.

Abbildung 1.4-1 zeigt das vollständige Roboterspektrometersystem, wie es zum Zweck der beschriebenen Testmessungen im Labor aufgebaut war. Ein Roboter Mitsubishi RV3SDB, (1) trägt einen Messkopf (2), der den eigentlichen Spektrometerkopf, eine Kamera und einen Oberflächentemperaturfühler beherbergt. Ein weiterer Temperaturfühler (3) verbleibt an geeigneter Stelle dauerhaft auf der Leiche bzw. dem Testdummy (7). Zum Bedienen und insbesondere zum Einlernen („Teachen“) der Untersuchungsposition(en) (6) wird das Handbediengerät der Robotersteuerung (4)

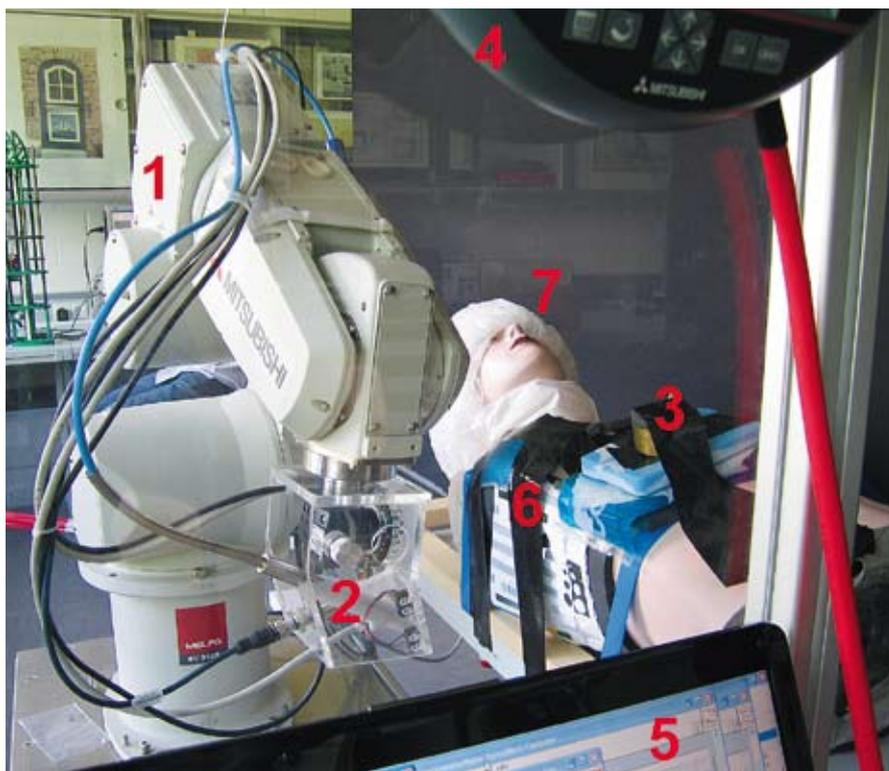


Abb. 1.4-1: Testaufbau im Messdatenerfassungslabor der Hochschule Offenburg

benutzt. Ist eine Messreihe gestartet, so kann auf dem Messdatenerfassungs-Notebook (5) der Ablauf verfolgt und die Konsistenz der Messungen über erste Online-Auswertungen beurteilt werden.

In Abbildung 1.4-2 ist der Messkopf am Ende des Roboterarms (1) im Detail zu sehen. Zur optischen Kontrolle des Untersuchungsgebiets und für die Dokumentation der Fleckenmorphologie ist eine Kamera (2) vorgesehen. Ein Ring von weißen LEDs dient zur Ausleuchtung, ist aber wegen der Diffusorfolie (3) nicht zu sehen. Zur Abstandskontrolle und möglicherweise zur automatisierten Annäherung an das Untersuchungsgebiet sind ein Ultraschallabstandssensor (4) und vier Berührungsschalter (5) montiert.

Die wichtigsten Elemente sind das Ende des Spektrometereinkopfs (6) und der Federbügel des Oberflächentemperaturfühlers (7), auf dessen Rückseite ein Pt100-Widerstandsthermometer befestigt ist. Diese Elemente sind nahe dem unteren Rand des Messkopfs platziert, damit an der Thoraxwand möglichst weit dorsal gemessen werden kann.

Nicht gezeigt sind die Robotersteuerung, das Messdatenerfassungssystem und die

Spektrometereinheit (Carl Zeiss MCS601, 3-nm-Auflösung), da diese entsprechend geschützt eingebaut sind. Der Spektrometereinkopf ist mit dem Spektrometer über einen Lichtwellenleiter verbunden. Weiterhin ist ein Bariumsulfat-Block installiert, dessen Oberfläche als Weißstandard dient.

Steuerungssoftware

Neben der Konzeption und dem Aufbau des gesamten Roboterspektrometersystems bestand die Hauptaufgabe darin, die sehr verschiedenen Programmierwelten der Robotersteuerung, des Spektrometers und des Messdatenverarbeitungssystems zu verbinden.

Aus Sicherheitsgründen liegt die Steuerung des gesamten Bewegungsablaufs bei der Robotersteuerung. Dadurch sind die Bewegungsgeschwindigkeiten, insbesondere beim Teachen, so weit reduziert, dass sich geschultes Personal im Bereich des Roboters aufhalten kann. Wird eine Messreihe durchgeführt, so übermittelt die Robotersteuerung über elektrische Signalleitungen Kommandos an das Messdatenerfassungsprogramm, das entsprechend reagiert.

Die Programme der Robotersteuerung sind in der spezifischen Programmier-

sprache des Roboterherstellers (Melfa-Basic V im Fall eines Mitsubishi-Roboters) formuliert. Zudem müssen Systemparameter, z. B. für die Einschränkung des Bewegungsraums oder für die Begrenzung von Maximalgeschwindigkeiten und -beschleunigungen, und die geteachten Positionsparameter verwaltet werden. Es werden dabei nur die Positionen mit direktem Hautkontakt gespeichert. Die Positionen für die Aufnahme eines Fotos werden entsprechend der Brennweite des eingesetzten Objektivs berechnet.

Wie schon erwähnt, werden die verschiedenen Aktionen des Messdatenerfassungsprogramms durch die Kommandosignale der Robotersteuerung getriggert. Das Messdatenerfassungsprogramm erfasst dann die gewünschten Signale wie z. B. Temperaturen oder den Abstand zum Untersuchungsgebiet. Im Fall einer Spektrumsmessung wird wiederum das Spektrometer getriggert und nach Beendigung der Messung die Spektrumsdaten transferiert. Hier dient ein Open-Process-Control-Server (OPC) zur Kommunikation, der das lokale Ethernet nutzt. Das Messdatenerfassungsprogramm ist in LabVIEW (National Instruments) formuliert und zeigt in seinen Bedienfenstern die Kommandofolge des Roboters, die Falldaten einer Messreihe wie z. B. Alter oder Geschlecht und die wichtigsten Messgrößen. Bei Bedarf können schon Programmteile der Offline-Analyse gestartet werden.



Abb. 1.4-2: Messkopf am Ende des Roboterarms

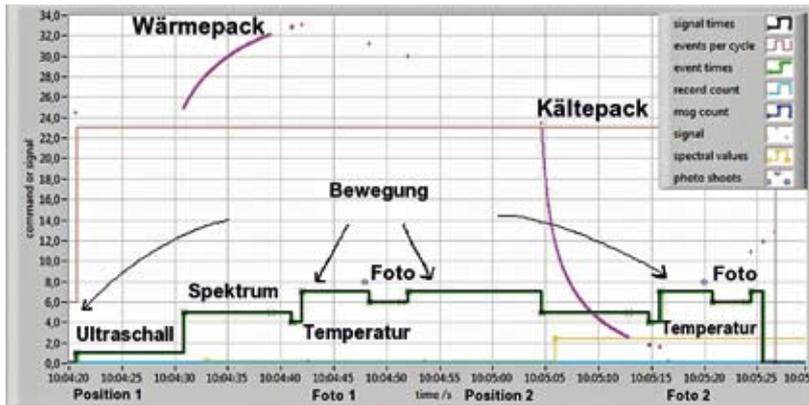


Abb. 1.4-3: Steuersignale der Robotersteuerung und Oberflächentemperatur während eines Messzyklus

Im Fall des Spektrometers wird während der Registrierung einer Messreihe die Software „processXplorer“ der Firma Carl Zeiss verwendet. Die gewünschten Messabläufe mussten entsprechend konfiguriert werden. Der OPC-Server wurde mit der Software „CZframework“ eingerichtet.

Messungen zur Verifikation des Systems

Wegen der Verwendung verhältnismäßig vieler komplexer Software- und Hardwareschnittstellen war es erforderlich, umfangreiche Testmessungen zur Verifikation des Gesamtsystems zu machen. Abbildung 1.4-1 gibt einen Eindruck des Messaufbaus. Als „Untersuchungsgebiete“ dienen ein Kältepack und ein Wärmepack, da insbesondere das Verhalten der Oberflächentemperaturmessung geklärt werden musste.

Abbildung 1.4-3 zeigt die verschiedenen Phasen eines einzelnen Messzyklus mit zwei Messpositionen. Die Treppenfunktion repräsentiert die verschiedenen Kommandos der Robotersteuerung. Nachdem der Roboter an die erste Messposition gefahren ist, werden eine Ultraschall-Abstandsmessung, eine Spektrumsmessung und eine abschließende Temperaturmessung gemacht. Dann wird der Messkopf in die erste Fotoposition bewegt, um eine Aufnahme zu machen. Anschließend steuert der Roboter die zweite Messposition an und macht dort eine Spektrumsmessung und die abschließende Temperaturmessung. Es wird wiederum an die Fotoposition gefahren, die Aufnahme gemacht und an dieser Stelle geparkt, bis der nächste Messzyklus ansteht.

Während der circa zehn Sekunden dauernden Spektrumsmessung wird parallel der Temperaturverlauf an der Kontaktstelle aufgezeichnet. In Abbildung 1.4-3 erkennt man an den mit „Wärmepack“ und „Kältepack“ markierten Stellen den exponentiellen Verlauf des Temperaturengleichs. Es folgen dann jeweils zwei weitere Temperaturmesspunkte, wovon der erste als „abschließende Temperaturmessung“ betrachtet wird. (Beim zweiten beginnt bereits die Bewegung zur Fotoposition.)

Für die Oberflächentemperaturmessung war zu klären, ob trotz der kurzen Kontaktzeit die Oberflächentemperatur noch

genau erfasst werden kann. Da der Temperaturengleichvorgang deutlich zu erkennen ist, wurde eine entsprechende Exponentialfunktion an die Daten angepasst. Abbildung 1.4-4 zeigt zusammengefasste Ergebnisse über einen Zeitraum von ca. 80 min. Die oberste Kurve ist die direkte „abschließende“ Temperaturmessung am Wärmepack, die Kurve unmittelbar darunter ist die über die Anpassung extrapolierte Endtemperatur, die selbstredend tiefer liegen muss. Für diese beiden Kurven ergibt sich, mit der Ausnahme zweier Ausreißer, insgesamt wieder ein exponentieller Verlauf, der durch den Wärmeaustausch des Wärmepacks mit der Umgebung verursacht ist. Aus dem vergrößerten Ausschnitt lässt sich für eine Kontaktzeit von 10 s eine systematische Temperaturabweichung von 0,4 K für die „abschließende Temperaturmessung“ ableiten. Dieser Wert ist mit einer vorab durchgeführten Messung der Zeitkonstante des Kontaktthermometers konsistent.

Die Ergebnisse für die Oberflächentemperatur des Kühlpacks zeigen zwar ähnliche Tendenzen, können aber nicht quantitativ ausgewertet werden, da eine Verformung des Kühlpacks, die letzten Endes dazu führte, dass das Kontaktthermometer nicht mehr berührte, nicht verhindert werden konnte.

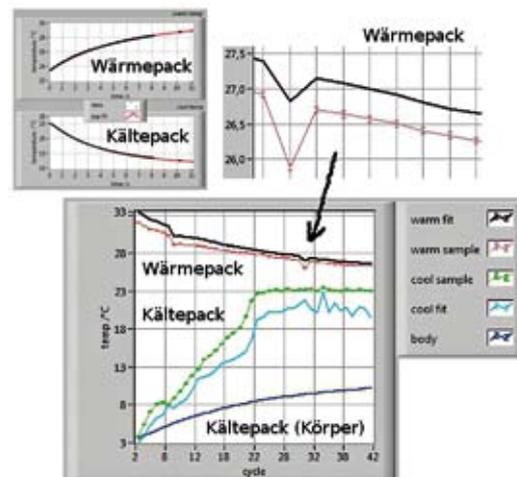


Abb. 1.4-4: Temperaturmessungen für 42 Messzyklen mit jeweils zwei Messpositionen über eine Zeit von 80 min. Links oben sind exemplarisch zwei Exponentialfits gezeigt und rechts oben ein Ausschnitt des Temperaturverlaufs gezeigt

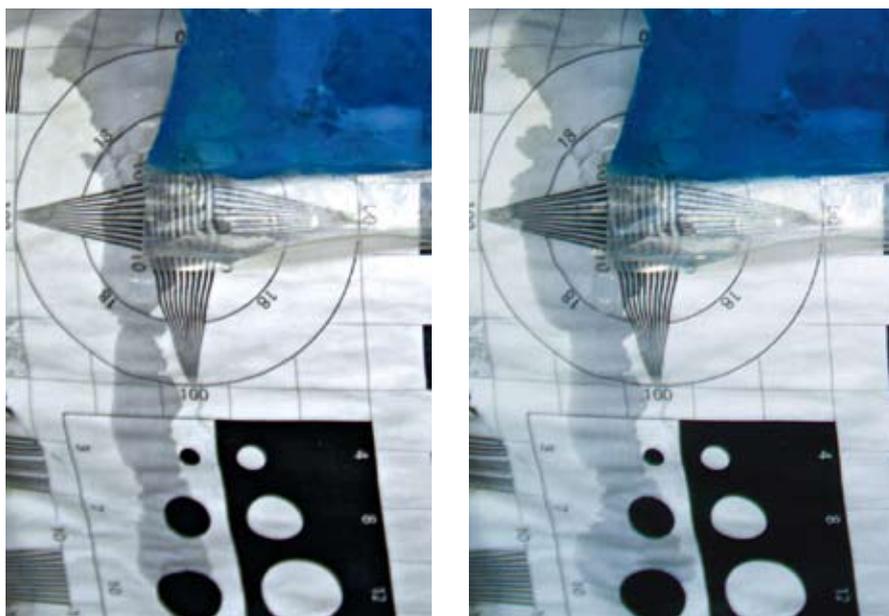


Abb. 1.4-5: Aufnahme von Flecken mit der Kamera des Messsystems mit einem Zeitabstand von 114 s

Die Verformung ließ sich eindeutig über die Fotos nachweisen. Ebenso sprechen die Fotos dafür, dass der erste „Ausreiber“ durch einen anhaftenden Tropfen verursacht ist.

Abbildung 1.4-5 deutet an, inwieweit die aufgenommenen Fotos zur Charakterisierung der Morphologie von Flecken geeignet sind. In diesem Fall sind die Flecken durch Schmelzwassertropfen des auftauenden Kühlpacks verursacht. Es handelt sich um Bildausschnitte von circa 25 % des Originalfotos.

Zum Nachweis der Langzeitstabilität wurde eine Messreihe über 36 h in Abständen von 20 min durchgeführt. Die Bewegungen und die einzelnen Schritte eines Messzyklus erfolgten mit der gewünschten Zuverlässigkeit.

Betrieb

Nach den erfolgreichen Labortests an der Hochschule Offenburg wurde das Roboterspektrometer im August 2010 an das Institut für Rechtsmedizin in Freiburg ausgeliefert und an einem Verstorbenen erfolgreich getestet. Bedingt durch den Wechsel des Projektleiters Prof. Dr. M. Bohnert an das Institut für Rechtsmedizin der Universität Würzburg wurde das Gerät im November 2010 dorthin gebracht. Für das Jahr 2011 sind demnach umfangreichere forensische Fallstudien zu erwarten.

Für den Betrieb des Personals am Institut für Rechtsmedizin wurde eine ausführliche Bedienungsanleitung verfasst, die insbesondere auf die Fragen der Sicherheit beim Betrieb eines Roboters eingeht.

Begleitend zu einer Messreihe stehen ausreichende Online-Darstellungen zur Verfügung, die bei Bedarf von ersten Auswertungen begleitet werden können. Zu diesen Auswertungen und weiterer Online-Darstellungen werden auf die Dauer weitere Wünsche zu berücksichtigen sein. Zudem ist die Ankopplung an das elektronische Laborbuch noch umzusetzen.

Fazit

Das robotergestützte Messsystem zur spektroskopischen Vermessung von Totenflecken ist vollständig entwickelt und aufgebaut. Umfangreiche Labortests haben die Funktionstüchtigkeit und Leistungsfähigkeit sichergestellt. Insbesondere für die Messung der Temperatur der Hautoberfläche wurde ein tragbarer Kompromiss zwischen Messdauer und Messgenauigkeit gefunden. Das Gerät muss sich nun bei umfangreicheren Messserien bewähren. Naturgemäß werden die Auswertungen noch ergänzt werden. Zudem müssen die Daten für das elektronische Laborbuch aufbereitet werden.

Referenzen/References

- [1] Wülker M, Ratajczak C. Entwicklung eines robotergestützten mobilen Messsystems zur spektroskopischen Vermessung von Leichenflecken. Beiträge aus Forschung und Technik 2010. Offenburg: Hochschule Offenburg. 2010. S. 31 – 4
- [2] Bohnert M, Weinmann W, Pollak S. 1999. Spectrophotometric evaluation of post-mortem lividity. Forensic Sci Int 99: 149 – 58
- [3] Bohnert M, Walther R, Roths T, Honerkamp J. 2005. A Monte Carlo based model for steady state diffuse reflectance spectrometry in human skin – estimation of carbon monoxide concentration in livor mortis. Int J Legal Med 199: 355 – 62
- [4] Bohnert M, Schulz K, Belenkaia L, Liehr AW. 2008. Reoxygenation of hemoglobin in livores after post-mortem exposure to a cold environment. Int J Legal Med 122: 91 – 6
- [5] Belenkaia L, Bohnert M, Liehr AW. 2006. Electronic laboratory notebook assisting reflectance spectrometry in legal medicine. arXiv DOI: <http://arxiv.org/abs/cs.DB/0612123>
- [6] Ratajczak C. 2010. Entwicklung eines robotergestützten, mobilen Messsystems zur spektroskopischen Vermessung von Leichenflecken. Bachelorabschlussarbeit. Offenburg: Hochschule Offenburg. Februar 2010

1.5 Handhabung von Kleinteilen mit einem Industrieroboter

Prof. Dr. Michael Wülker
Michael Quarti B. Eng., M. Sc.

Abstract

A set-up for the demonstration of robot-assisted handling of small parts is described. It comprises two workcells which are linked by a conveyer belt and two linear drive modules to feed and unload parts to one of the robots manually. So far one workcell with a system to automatically change between grippers has been fully operated. This includes image processing to find the locations of the parts before picking them.

Einleitung

Das Hauptziel dieses Projekts besteht darin, für Demonstrationszwecke ein umfangreiches Beispiel für ein mechatronisches System zu realisieren. Zentrale Komponente ist ein Industrieroboter (ABB IRB140T), dessen Peripherie um ein Teile-Zuführungssystem ergänzt wird. Bei einem solchen Demonstrationsbetrieb ist für Industrieroboter und deren bewegte Peripherie ein sicherer

Betrieb zu gewährleisten, bei dem weder bedienendes Personal noch Zuschauer gefährdet sind.

Dieses Demonstrationssystem dient vielfältigen Einsatzzwecken: So sind Vorführungen für Schüler und allgemein an den Mechatronik-Studiengängen Interessierte geplant. An dem System konnte und kann eine Vielzahl von Projekt- und Abschlussarbeiten durchgeführt werden und es ist Anschauungsobjekt für verschiedene Vorlesungen.

Für das Jahr 2010 war geplant, den mit einem Greiferwechselsystem ausgestatteten Industrieroboter (Jakob 2009) mit zwei Linearbewegungseinheiten und einem Paletten-Fördersystem auszustatten, sodass ein Demonstrationsbetrieb mit rundlaufenden Kleinteilen ermöglicht wird. Dazu mussten die bereits installierten Linearachsen mit Antriebsmotoren versehen und das Paletten-Fördersystem zwischen den beiden Roboterarbeitsbereichen montiert werden.

Für die Steuerung des Gesamtsystems wurde ein zentraler Schaltschrank aufgebaut, von dem aus die Linearbewe-

gungseinheiten und das Paletten-Fördersystem versorgt werden. Weiterhin muss mit der Robotersteuerung kommuniziert werden und die Sicherheitsschaltungen für beide Roboterzellen realisiert und koordiniert werden.

Systembeschreibung

Abbildung 1.5-1 zeigt eine CAD-Ansicht der beiden mit dem Paletten-Fördersystem verbundenen Roboterzellen. In der kleineren rechten Roboterzelle befindet sich der sechsachsige Knickarmroboter (ABB IRB140T), der mit einem Greiferwechselsystem (pneumatischer Parallel- und Zentrischgreifer, servoelektrischer Parallelgreifer) ausgestattet ist (Jakob 2009). Die Schlitten der Linearbewegungseinheiten in der rechten Roboterzelle können an der Stirnseite der Zelle manuell beladen werden. Zur Bestimmung der Lage der Kleinteile sind unter dem Schutzdach der rechten Roboterzelle vier Kameras installiert. Die Robotersteuerung der rechten Zelle, der zentrale Schaltschrank und weitere Elektronikkomponenten und Rechner sind nicht gezeigt.

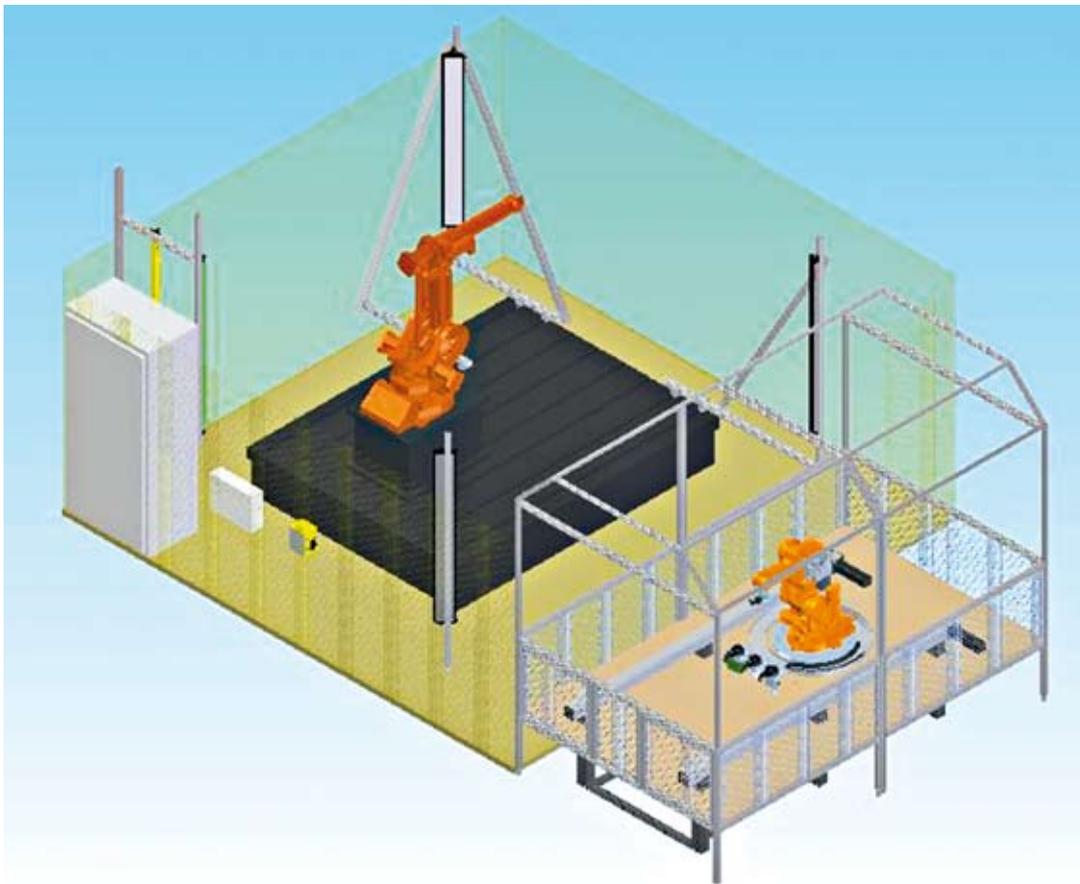


Abb. 1.5-1: Roboteranlage (im CAD-Programm). Die bisherige Roboterzelle (rechts) wurde um ein Paletten-Fördersystem ergänzt, das eine Verbindung zur neuen Roboterzelle (links) schafft (Binninger, Grafmüller et al. 2010)

Linearbewegungseinheiten

Die beiden Linearbewegungseinheiten in der Zelle des IRB140T-Roboters wurden mit Servomotoren ausgestattet. An jedem Ende sind Endschalter angebracht und zusätzlich ein Referenzschalter montiert, der zur absoluten Kalibrierung der Lage erforderlich ist.

In Abbildung 1.5-3 ist zu sehen, dass auf der linken Linearbewegungseinheit ein Schlitten angebracht wurde, der Kleinteile (hier DUPLO-Steine) aufnehmen kann. Der Schlitten, die Linearbewegungseinheit selbst und der Boden sind mit dunklen Oberflächen versehen, um die Erkennung der Kleinteile über eine Kamera und ein Bildverarbeitungsprogramm zu erleichtern.

Paletten-Fördersystem

Das Paletten-Fördersystem gestattet es, Kleinteile oder auch Werkstücke zwischen dem Arbeitsbereich des IRB140T-Roboters und dem eines zweiten Roboters, der auf einem Werkzeugbett befestigt ist, auszutauschen. Das Paletten-Fördersystem hat zwei Förderbänder, die gegensinnig bewegt werden und an jedem Ende eine „Wendestation“ sodass die Paletten insgesamt rundlaufen. Das Paletten-Fördersystem wurde beim Abbau einer nicht mehr einsatzfähigen CIM-Fertigungsstraße „ausgemustert“, ließ sich aber aufgrund seiner Modularität mit seinen noch funktionstüchtigen Teilen an die Gegebenheiten in der Roboteranlage anpassen (Biehlmann, Schuldes et al. 2010). Das Förderband kann im Prinzip verlängert werden.

Die Paletten werden jeweils kurz vor einer Wendestation im Arbeitsbereich der Roboter durch einen pneumatischen Stopper gesammelt. Die Wendeeinheiten haben pneumatische Hubeinheiten, die mit Bändern zu Querförderung ausgestattet sind. Entlang des gesamten Paletten-Fördersystems sind Näherungs-sensoren verteilt, mit denen die Präsenz einer Palette detektiert werden kann. Alle Steuer- und Sensorsignale wurden in mehreren Schaltkästen gesammelt und gebündelt an den zentralen Schaltschrank weitergeleitet.

Für die Paletten wurden Träger entwickelt, die jeweils eine DUPLO-Grundplatte fixieren, so dass diese beim Lösen eines Steins durch den Roboter nicht angehoben wird.

Sicherheitseinrichtungen

Die Einrichtungen zum Schutz des bedienenden Personals und von Zuschauern mussten angepasst und erweitert werden (Binninger, Grafmüller et al. 2010).

Die kleinere Roboterzelle mit den zwei Linearbewegungseinheiten ist zuschauerseitig mit zwei kleinen Schiebetüren versehen, damit Kleinteile manuell auf die Schlitten der Linearbewegungseinheiten platziert werden können. Diese Schiebetüren sind mit Türkontakten ausgestattet, sodass bei geöffneter Schiebetür die Bewegungsgeschwindigkeit auf ein sicheres Maß reduziert wird.

An Stellen, wo die kleine Roboterzelle den Zugang zum Werkzeugbett, auf das weitere Roboter gesetzt werden können, nicht begrenzt, wurden zusätzliche Sicherheitszäune aufgestellt. Zwei direkt an die kleine Roboterzelle angrenzende Türen erlauben den Zugang hinter das Paletten-Fördersystem und zu einem Bereich zwischen den beiden Robotern.

Dieser Bereich gilt als „Kooperationsbereich“ und ist sicherheitstechnisch so konzipiert, dass dem Roboter auf dem Werkzeugbett Teile auch manuell zugeführt werden können. Dies ist möglich, da der Bereich direkt um den Roboter mit einem Lichtvorhang gesichert ist. Nur innerhalb dieses Lichtvorhangs können dem Roboter schnelle Bewegungsabläufe gestattet werden. Außerhalb dieses Lichtvorhangs darf der Roboter sich entweder gar nicht oder nur langsam bewegen. Dies geschieht abhängig davon, ob ein Laserscanner die Präsenz einer Person im Kooperationsbereich feststellt. Der Lichtfächer des Laserscanners ist zudem so positioniert, dass er für große Teile des zentralen Arbeitsbereichs des Roboters ein virtueller Boden ist.

Alle sicherheitsrelevanten Signale werden von einer Sicherheitssteuerung im zentralen Schaltschrank verarbeitet. Auf der Tür des zentralen Schaltschranks und an den Ecken der gesamten Roboteranlage sind Leuchtanzeigen für den Sicherheitsstatus montiert.

Zentraler Schaltschrank

Zusätzlich zu den Robotersteuerungen wurde ein zentraler Schaltschrank durchgeplant, aufgebaut und ausgestattet. Wichtigste Komponenten sind eine SPS (Speicherprogrammierbare Steue-

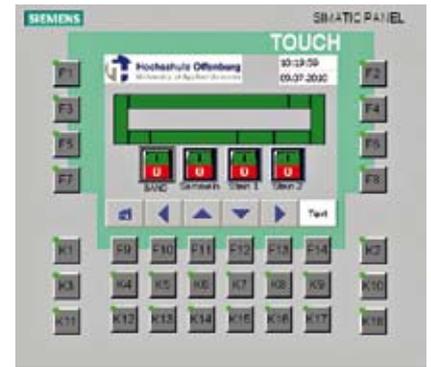


Abb. 1.5-2: Bedienoberfläche des Touchpanels am Schaltschrank. Die Anzeige ist für das Paletten-Fördersystem. (Quarti 2010)

rung) und eine Sicherheits-SPS, bei der Ein- und Ausgänge redundant ausgelegt sind und deren algorithmische Möglichkeiten auf die Programmierung sicherheitskritischer Anwendungen zugeschnitten sind. Für die manuelle Bedienung der SPS wurde ein Touchpanel in der Tür des zentralen Schaltschranks eingebaut.

Für die Kommunikation der Speicherprogrammierbaren Steuerungen mit der Robotersteuerung und den Frequenzumrichtern wurde ein Profibusnetz installiert. Die Kommunikation mit dem Rechner zu der Parametrierung und Programmierung erfolgt über eine lokale TCP/IP-Vernetzung.

Testbetrieb und Parametrierung

Jede einzelne Komponente des Systems, also insbesondere die Linearbewegungseinheiten und das Paletten-Fördersystem, wurden einem umfangreichen Testbetrieb unterzogen. Dabei wurden vor allem die vielfältigen Bewegungsparameter der Linearbewegungseinheiten für den konkreten Einsatzfall konfiguriert und die Sensoren und Stopper des Paletten-Fördersystems justiert. Zudem mussten die SPS und die Frequenzumrichter der Lineareinheiten für die gegenseitige Kommunikation konfiguriert und anschließend getestet werden.

Programmierung

Programmieraufgaben fielen im Lauf dieses Projekts in vielfältigen Bereichen an wie z. B. bei der Ausgestaltung des Sicherheitssystems, der Ablaufprogrammierung für die Linearbewegungseinheiten und das Paletten-Fördersystem und bei der Festlegung des Roboterhaltens.

Mit der Sicherheits-SPS werden die Signale der Tür- und Schiebetürkontakte, der Notaus-Schalter, des Lichtvorhangs und des Sicherheitslaserscanners entgegengenommen und verarbeitet. Entsprechend der Sicherheitssituation werden an die Robotersteuerungen und die Frequenzumrichter Freigaben erteilt und die Farben der Ampel- und Schaltschrankanzeigen gesetzt. Für das Kennenlernen des Umgangs mit der Sicherheits-SPS und deren Programmierung war eine umfangreiche Einarbeitung erforderlich.

Durch die Ablauf-SPS werden alle übrigen Vorgänge für die Linearbewegungseinheiten und das Paletten-Fördersystem festgelegt. Hier lag die Herausforderung mehr im Umfang und damit bei der Strukturierung des Gesamtprogramms. Zudem musste die Kommunikation mit der Robotersteuerung und dem Touchpanel realisiert werden.

Im Fall der Robotersteuerung musste das bisherige Programm, das für das Greiferwechselsystem erstellt wurde (Jacob 2009), entsprechend geändert und ergänzt werden. Die weiter unten beschriebenen Demonstrationsprogramme erforderten natürlich auch die Anpassung fast aller vom Roboter anzufahrenden Positionen. Weitere Programmierarbeit musste für die Darstellung und Bedienung der Anlage über das Touchpanel geleistet werden (s. Abb. 1.5-2). In diesem Fall erfolgte die Programmierung mit dem grafischen Programmierwerkzeug WinCC der Firma Siemens.

Integration zum Gesamtsystem

Um das reibungslose Zusammenspiel aller Einzelkomponenten zu erproben, wurden mehrere Demonstrationsprogramme erstellt. So konnten die Programmmodule der Einzelgeräte Zug um Zug optimiert werden. Ebenso wurde

die Dokumentation, insbesondere die Schaltschrankpläne, überprüft und soweit wie möglich die Bezeichnungen in den Plänen und den Programmen angeglichen (Quarti 2010a).

Zum Einstieg wurde ein Rundlauf der Paletten auf dem Fördersystem umgesetzt (s. Abb. 1.5-2). In der nächsten Stufe wurde auf die Mittelposition der DUPLO-Grundplatten der Paletten ein einziger quadratischer Stein gesetzt, der dann vom Roboter abgenommen und auf den Schlitten der in Abbildung 1.5-3 gezeigten Linearbewegungseinheit abgelegt wurde. Der Stein wird dann zur Entnahme an die Schiebetür transportiert. Im nächsten Schritt wurden quadratische Einzelsteine über die zweite Linearbewegungseinheit am Schiebetürende zugeführt, in den Arbeitsbereich des Roboters bewegt und dann von diesem auf die leere DUPLO-Grundplatte mittig aufgesteckt.

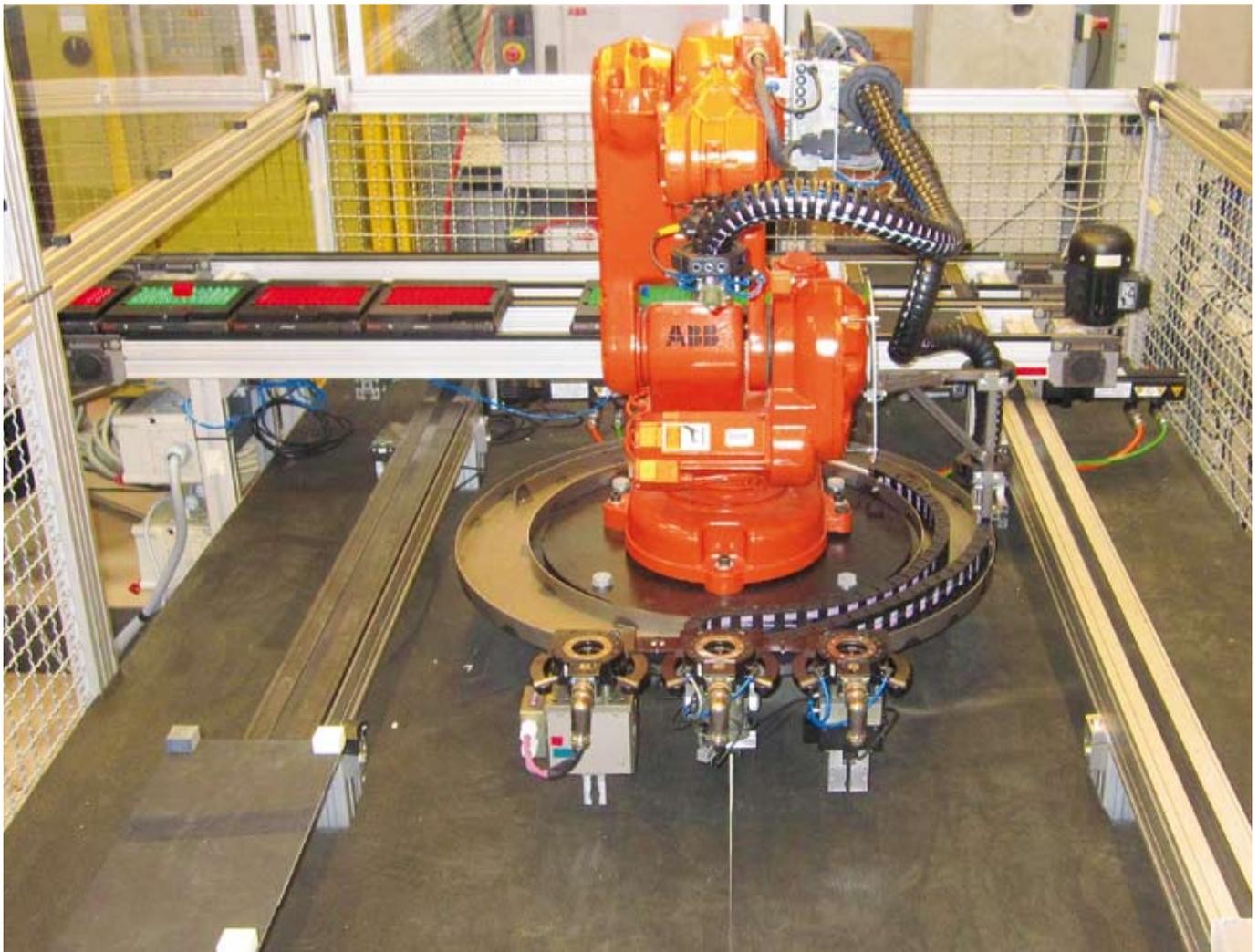


Abb. 1.5-3: Gesamtansicht der kleinen Roboterzelle. Im hinteren Teil ist das Paletten-Fördersystem mit einer Reihe von Paletten an der Sammelposition zu erkennen. Die Greifer befinden sich am Fuß des Roboters

In der endgültigen Programmversion für diesen Demonstrationsbetrieb laufen die Paletten auf dem Paletten-Förder-system um, wird der mittig sitzende Stein von der vorletzten Palette in der Sammelstation entfernt und dann der zugeführte Stein auf der Palette, die als Nächstes in den Rundlauf startet, aufgesetzt. Die händische Zufuhr und Entnahme von Steinen an den Schiebetürchen kann in weiten Grenzen unsynchronisiert zum übrigen Ablauf erfolgen.

In einer noch komplexeren Variante wird mit fünf quadratischen Steinen gearbeitet, die in der Mitte einer DUPLO-Grundplatte in Kreuzform angeordnet werden.

Abbildung 1.5-3 gibt einen Gesamteindruck von der Situation in der Roboterzelle während der Erprobung der Demonstrationsprogramme. In allen Fällen werden die Steine abgenommen bzw. aufgesetzt, solange die Palette bzw. der Schlitten ruht. Das Abnehmen der Steine erfolgt grundsätzlich mit dem (schnell arbeitenden) pneumatischen Parallelgreifer, während das Aufsetzen immer mit dem servoelektrischen Parallelgreifer erfolgt, da die Präsenz und in Grenzen die Größe gegriffener Steine ermittelt werden kann.

Ein weiterer Knickarmroboter (ABB IRB 1400) wurde auf dem Werkzeugbett in der großen Roboterzelle aufgebaut und getestet – ist aber derzeit noch nicht in das Gesamtsystem integriert.

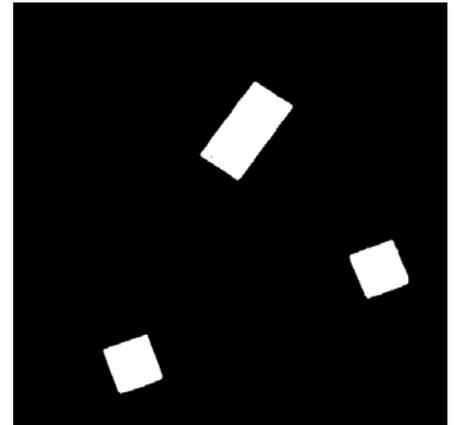
Greifen in der Bewegung

Es wurde untersucht (Quarti 2010), inwieweit sich Steine in Bewegung greifen lassen, nachdem ihre Lage über eine Kamera in Verbindung mit einem Bildverarbeitungsprogramm bestimmt wurde. Ein beispielhaftes Ergebnis der Bildverarbeitung ist in Abbildung 1.5-4 rechts zu sehen. Dabei war beabsichtigt, im linken Bild der Abbildung 1.5-4 den gelben Stein zu lokalisieren. Gleichzeitig werden die beiden weißen Referenzmarken identifiziert, über die dann die Positionsberechnung erfolgt.

Zur Übergabe der Kameradaten an die SPS und somit an die Robotersteuerung dient ein OPC-Server. So gelang es mit entsprechenden Ergänzungen und Änderungen an den Programmen, den lokalisierten Stein in der Bewegung zu



Abb. 1.5-4: Bestimmung der Lage von DUPLO-Steinen über ein Bildverarbeitungssystem (Quarti 2010)



greifen und anschließend entsprechend seiner Farbe in einen Auffangbehälter einzusortieren.

Geplante Erweiterungen

In der bestehenden Form haben die Arbeiten an der Roboteranlage im Wesentlichen ihren Abschluss gefunden. Der gewünschte Demonstrationsbetrieb ist möglich. Die einzige Einschränkung stellen bisher noch nicht vollständig gelöste Zuverlässigkeitsfragen im Fall des servoelektrischen Greifers dar. Dies hat zur Folge, dass die Anlage „warmgefahren“ werden muss, bevor eine sinnvolle Demonstration erfolgen kann.

Dennoch könnte das Projekt in mehrerer Hinsicht sinnvoll erweitert werden.

Dies betrifft einerseits die Beobachtung und Stützung durch vier vorhandene Kameras, zwei davon mit fester Einstellung und Brennweite und die übrigen zwei als Schwenk-Neige-Kameras mit Zoomfunktion.

Weiterhin kann der Roboter auf dem Werkzeugbett in das Gesamtsystem vollständig integriert werden. Anstelle des ABB IRB1400-Roboters könnte zudem ein ähnlich großer Manutec-Roboter älteren Baujahrs eingesetzt werden, der den Vorteil hat, dass dessen Antriebssystem gerade modernisiert wird und dass die zugehörige Steuerung vor Ort entwickelt wird. Dadurch erschließt sich in Kombination mit einem vorhandenen Kraft-Momenten-Sensor ein Kooperationsbetrieb zwischen dem Roboter und einer bedienenden Person. Hierbei müssen die Vorgaben der Maschinenrichtlinie vertieft überprüft werden.

Danksagung

Der Baden-Württemberg-Stiftung und der Firma Stöber Antriebstechnik wird für ihre Unterstützung bei diesem Projekt gedankt.

Referenzen/References

- [1] Biehlman N, Schuldes B, Schulmeister S, Winterer M. 2010. Projekt Mechatronik: Lineareinheit/Transfersystem. Offenburg: Hochschule Offenburg. 2010-05
- [2] Binniger S, Grafmüller JO, Köbele L, Wolk F. 2010. Projekt Mechatronik: Roboterzelle für Industrieroboter-Farm. Offenburg: Hochschule Offenburg. 2010-04
- [3] Jakob A. 2009. Simulation und Integration eines Greiferwechselsystems in eine Roboterzelle: Master-Thesis. Offenburg: Hochschule Offenburg. 2009-08
- [4] Quarti M. 2010. Greifen von bewegten Teilen mit einem Knickarmroboter: Projektbericht. Offenburg: Hochschule Offenburg. 2010-08
- [5] Quarti M. 2010a. Schaltpläne: Roboterzellen ABB IRB 140T / ABB IRB 1400. Offenburg: Hochschule Offenburg. 2010-09

Bow String Structure (BSS) – Aufbau einer Fahrzeugstruktur für ein batteriebetriebenes Leichtfahrzeug

Prof. Dipl.-Ing. Claus Fleig
Fakultät für Maschinenbau
und Verfahrenstechnik

Badstraße 24
77652 Offenburg
Tel. 0781 205-47 46
claus.fleig@hs-offenburg.de

1976: geboren in Ettenheim

1996–2001: Studium Allgemeiner Maschinenbau an der Universität Karlsruhe (TH), Schwerpunkte: Kraftfahrzeugbau, Verbrennungsmotoren

2001–2003: Entwicklungsingenieur in der Motorenentwicklung bei Stihl, Waiblingen

2003–2009: Entwicklungsingenieur bei der Robert Bosch GmbH Schwieberdingen, Tätigkeitsfelder: Konzeptkonstruktion Abgasurbolader, Konstruktion und Fertigung von elektrohydraulischen Aktuatoren. Zuletzt Teamleiter der Mechanikentwicklung elektrische Luftverdichter für mobile Brennstoffzellenanwendungen

Seit 2009: Professor für Maschinenelemente, Technische Mechanik und Grundlagen des Maschinenbaus an der Hochschule Offenburg



Forschungsgebiete: Technische Mechanik, Maschinenelemente, Produktentwicklung

1.6 Bow String Structure (BSS) – Aufbau einer Fahrzeugstruktur für ein batteriebetriebenes Leichtfahrzeug

Prof. Dipl.-Ing. Claus Fleig*
Prof. Dr. Ulrich Hochberg*
B.Sc. Jörg Lienhard* **
B.Sc Markus Jung**
Dipl.-Ing. Frank Huberth**
*Hochschule Offenburg
**Fraunhofer EMI, Freiburg

Einleitung

Das Team „Schluckspecht“ stellte sich im September 2010 einer besonderen Herausforderung. Neben der jährlichen Teilnahme am Shell Eco-Marathon ging das Team mit einem neu entwickelten Elektrofahrzeug an den Start der South Africa Solar Challenge. Für die Nutzung von Akkumulatoren als Energielieferant im Leichtfahrzeug „Schluckspecht E“ (im weiteren Verlauf als Batterien bezeichnet) wurde ein neues Strukturkonzept in Zusammenarbeit der Hochschule Offenburg mit dem Fraunhofer-Institut für Kurzzeiddynamik, Ernst-Mach-Institut, EMI entwickelt.



Abb. 1.6-1: „Schluckspecht E“ in Südafrika

Rohrbogen tragen Batterien und Fahrer wie eine Hängebrücke die Fahrbahn. Dieses Konzept führte zur Namensgebung Batterie Bow String Structure (BBSS) oder allgemein Bow String Structure (BSS).

Die steife und sichere Rahmenstruktur erfüllt die Anforderungen einer kurzfristigen Zulassung des Fahrzeugs für den öffentlichen Straßenverkehr. Die Sicherheit für den Fahrer im Crashfall und die statische Belastungssimulation wurden durch FEM-Simulationen überprüft.

Das Leichtfahrzeug (Abbildung 1.6-1) erreichte mit diesem Konzept ohne Nachladen der Batterien 626,6 km auf Südafrikas Straßen. Somit ist der „Schluckspecht E“ das erste Elektrofahrzeug, das diese Reichweite im öffentlichen Verkehr erreicht und sogar noch weiteres Potenzial hatte, da die Batterien noch Restkapazität aufwiesen.

E-Mobilität: Herausforderung an das Fahrzeugkonzept

Seit der Entwicklung der Verbrennungsmotoren vor über einem Jahrhundert werden Automobile angepasst auf diese Aggregate entwickelt und gefertigt. Es hat sich in den meisten Fällen durchgesetzt, den Motor im Frontbereich vor der Fahrgastzelle zu platzieren. Strukturelle Maßnahmen wurden im Lauf der Zeit verbessert, um die Sicherheit im Crashfall zu erhöhen.

Um mit Elektrofahrzeugen die gewünschte Reduktion der CO₂-Emissionen zu erreichen, müssen diese konse-

quent umgesetzt werden. Ein möglichst hoher Gesamtwirkungsgrad kann nur erreicht werden, wenn die Antriebskomponenten auf ein Minimum reduziert werden. Der Antriebsstrang eines Fahrzeugs mit Verbrennungsmotor kann komplett entfallen. Effiziente Radnabenmotoren, Leistungselektronik und Batterien mit einer hohen Leistungsdichte ersetzen diesen. Damit sind die Sicherheitsanforderungen an die Rahmenstruktur des Fahrzeugs eine grundlegend andere, als dies bisher der Fall war.

Da der Antrieb direkt im Rad integriert ist, muss nur dessen Energieversorgung und elektronische Steuerung in der Struktur untergebracht werden, um das Fahrzeug fahrbereit zu machen.

Bei der Verwendung von Batterien zur Energiebereitstellung, können diese nach Wunsch verteilt werden. Für die Fahrdynamik wird jedoch an verschiedenen Stellen auf die Vorteile der Batterieunterbringung im Fahrzeugboden hingewiesen [1, 2].

Die Reduktion der Antriebskomponenten lässt auch eine Verminderung des Gesamtfahrzeuggewichts und eine erhöhte Designfreiheit erwarten. Gegenüber der strukturellen Neuentwicklung für den Elektrofahrzeugtyp wird mit der Integration eines Elektroantriebs in ein vorhandenes Verbrennungsfahrzeugkonzept lediglich ein kleiner Teil dieser Erwartungen erfüllt [3].



Abb. 1.6-2: Rahmenstruktur des „Schluckspechts E“ – „Bow String Structure“

Prinzip „Bow String Structure“

Das Cityfahrzeug des Teams „Schluckspecht“ wurde schon als Elektrofahrzeug mit Radnabenmotoren entwickelt. Für die Integration von 120 kg Lithium-Ionen-Batterien musste das Fahrzeugkonzept grundlegend überarbeitet werden. Der Umbau des „Schluckspecht City“ zum Elektroauto mit Batterien wurde wegen des 10-fachen Gewichts der Batterien gegenüber der bisherigen Wasserstoff-Brennstoffzelle verworfen. Daraufhin entwickelte und fertigte das Team innerhalb von acht Wochen eine komplett neue Struktur für den „Schluckspecht E“, die „Bow-String-Structure“ (BSS), die speziell auf die Abmaße und das Gewicht der Li-Ionen-Batterien angepasst wurde (Abbildung 1.6-2). Dabei wurde das Team besonders bei der Konstruktion der Struktur durch das Fraunhofer EMI unterstützt. Die Außenhaut des „Schluckspecht-Citys“ blieb als einzige erhalten und diente als Designraum.

Das Prinzip bisheriger Fahrzeugkonzepte basiert auf zwei Grundträgern, die im Fahrzeugboden als Hauptankerpunkt für das Chassis dienen. Sie tragen das gesamte Fahrzeuggewicht und müssen entsprechend stabil ausgelegt werden. Die Abmaße der zwölf Li-Ionen Batteriepacks (30 kWh), die jeweils etwa die Größe einer normalen Autobatterie haben, verhinderten die Unterbringung zusammen mit zwei Grundträgern im Fahrzeugboden des „Schluckspechts“. Die Sitzposition des Fahrers wäre in diesem Fall zu hoch und würde die Anforderungen an die Sicherheit und das Reglement der Federation Internationales de l'Automobile (FIA) [4] zur Kopffreiheit nicht erfüllen.

Je leichter das Fahrzeug ist, desto wichtiger ist die gleichmäßige Verteilung der Batterien, um eine straßentaugliche Fahrdynamik und Sicherheit zu gewährleisten. Im „Schluckspecht E“ gab es keine Alternative zur Unterbringung der Batterien im Fahrzeugboden. Aus diesem Grund wurde das Prinzip einer Hängebrücke verwendet. Bogen tragen die darunter aufgehängte Last. Zwei U-Profile dienen als Batterieboxen und sind links und rechts neben dem Fahrersitz positioniert. Diese werden ebenso wie der Fahrer und die Elektronikbauteile von der Bogenkonstruktion getragen. Die beiden Bogen spannen sich zwischen dem vorderen und dem hinteren Fahrwerk auf. Um eine hohe Verwindungssteifigkeit des Fahrzeugs zu gewährleisten, kreuzen sich diese Bogen hinter der Kopfposition des Fahrers. An diesen Bogen aus Aluminium-Rundprofilen, vom Durchmesser 40 mm und 2 mm Wandstärke sind zwei weitere Querbogen im vorderen Bereich und als Überrollschutz hinter dem Fahrer befestigt. Diese sind mit den Batterieboxen und den Querstreben im Bodenbereich fest verbunden und hängen diese Komponenten in der BSS auf. Zusätzliche Steifigkeit bietet ein zentraler aus Aluminium gefräster Ringverbinder, der als Anbindung der Längs- und Querbogen im Kreuzungspunkt dient.

Die BSS vereint mehrere Funktionen in einem. Sie trägt nicht nur das gesamte Gewicht des Fahrzeugs von 320 kg und gewährleistet eine gute Fahrdynamik durch hohe Verwindungssteifigkeit und einem niedrigen Schwerpunkt, sie bietet auch eine bessere Verteilung der auftretenden Spannungen. Die Lasten werden

über die Bogen abgeleitet und verteilen sich über die gesamte Struktur. Durch die Verwendung von Bogenprofilen konnte die Anzahl der Knotenpunkte minimiert und dadurch hohe lokale Biegemomente vermieden werden. Somit ist eine erhöhte Sicherheit gegen Versagen im Crashfall erreicht worden.

Verbindungen

Bei der Anbindung der Bogen untereinander sowie an den Komponenten der Batterieunterbringung, der Fahrwerke und des Bodenbereichs wurde größtenteils auf einen Stoffschluss verzichtet. Der Leichtbauwerkstoff Aluminium EN AW 6082 T6 hat den Nachteil, dass er unter Temperatureinfluss beim Schweißen an Festigkeit verliert. Seine Streckgrenze von 310 N/mm² wird stark reduziert. An allen wichtigen Anbindungsstellen wurde daher der Form- und Reibschluss durch Flansche und Klemmen bevorzugt. Ein von der FIA vorgegebener Belastungstest [4] der Struktur wurde durch statische FEM-Untersuchung durchgeführt, um die Stabilität der Struktur zu verifizieren. Dabei wurden an dem Ringverbinder je eine Last von vorn, von oben und der Seite aufgebracht. Vereinfacht wurde nur der obere Teil der BSS untersucht und diese an den Anbindungspunkten zu den Fahrwerken und Batterieboxen gegen alle Freiheitsgrade gesperrt (Abbildung 1.6-3).



Abb. 1.6-3: Randbedingungen für die statische Belastungssimulation nach FIA-Reglement

Die Untersuchungsergebnisse, abgebildet in Tabelle 1, zeigten ausreichende Sicherheiten für alle Belastungen zu der Zugfestigkeit des Materials, aber auch der Verformung der Rahmenstruktur. Die angeführten Sicherheiten beziehen sich auf lokal auftretende Spannungsmaxima.

	Last [kN]	Spannungen (GEH) [N/mm ²]	Sicherheitsfaktor	max. Verschiebung [mm]
von oben	16,3	215	1,44	5,7
von vorne	12,3	256	1,21	14,7
von der Seite	3,3	67	4,62	2,6

Tabelle: Ergebnisse der statischen Belastungssimulation

Crashsicherheit

Die Unterbringung der Li-Ionen-Batterien links und rechts des Fahrersitzes bergen ein Risiko im Crashfall für den Fahrer. Durch die Aufteilung der Batterien in zwei getrennte Stränge ist das Gefährdungspotenzial beim Seitenaufprall bereits deutlich reduziert. Die Batteriekästen sind aus Sicherheitsgründen zum Fahrer geschlossen.

Der Extremfall eines Crashes musste für diese Konfiguration analysiert und entsprechende Maßnahmen daraus abgeleitet werden.

Die Simulation eines Seitenpflaupralls nach EURO-NCAP (Abbildung 1.6-4) wurden am Fraunhofer EMI ebenso wie eine Untersuchung der Batteriemodule bei dynamischer Belastung durchgeführt [5]. Neben anderen möglichen Maßnahmen wurde zunächst zwischen Batteriekästen und Außenhaut ein Crashabsorber aus einem in extrudiertem Polypropylenschäum (EPP) eingelassenes Aluminium-Vierkantprofil an der Rahmenstruktur des „Schluckspecht E“ angebracht (Abbildung 1.6-4).

Diese Maßnahme verhindert ein Versagen der Batteriekästen bei den in der Simulation untersuchten Belastungen. Die Schutzwirkung bleibt somit im Fall einer Zellreaktion trotz der Deformation erhalten.

Zusammenfassung

Mit der Rekordfahrt des „Schluckspecht E“ in Südafrika wurde die BSS-Fahrzeugstruktur erfolgreich einem Härtestest unterzogen.

Durch konsequenten Einsatz rechnerunterstützter Methoden wie CAD und FEM konnte in kürzester Zeit ein Prototyp mit entsprechender Steifigkeit und Sicherheit realisiert werden, der den Praxistest hervorragend bestanden hat.

Im Hinblick auf den Shell Eco-Marathon 2011 dient dieses Konzept als Grundlage für die Entwicklung eines neuen, wesentlich leichteren Fahrzeugs mit einem kleinen Batteriepack für die Wettbewerbsstrecke von nur 30 km, das ein vergleichbares Sicherheitsniveau aufweisen wird. Dazu werden wieder die virtuellen Entwicklungswerkzeuge CAD und FEM intensiv genutzt. Das Konzept

wurde beim Shell Eco-Marathon am 28.5.2011 auf dem Eurospeedway Lausitz mit dem Technical Innovation Award, vergeben von dem Southwest Research Institute of Illinois, ausgezeichnet

Referenzen

- [1] Mitchell W. J., Borroni-Bird C. E., Burns L. D. (2010): Reinventing the Automobile – Personal Urban Mobility for the 21st Century. Massachusetts Institute of Technology (MIT)
- [2] Krinke S., Koeffler C., Deinzer G., Heil U.: Automobil Leichtbau unter Einbezug des gesamten Lebenszyklus. ATZ 06/2010
- [3] Kraus W.: Fahrzeugdesign und alternative Antriebskonzepte. ATZ, 06/2009
- [4] Federation Internationale de l'Automobile: Technical Regulations for Alternative Vehicles. FIA Sport – Technical Department, 10/2009
- [5] Huberth F. et al: Crashsicheres Leichtbaukonzept für Elektrofahrzeuge - Umsetzungen an dem Beispiel des Niedrigenergiefahrzeugs „Schluckspecht E“. Würzburger Automobil Gipfel, Würzburg, 11/2010

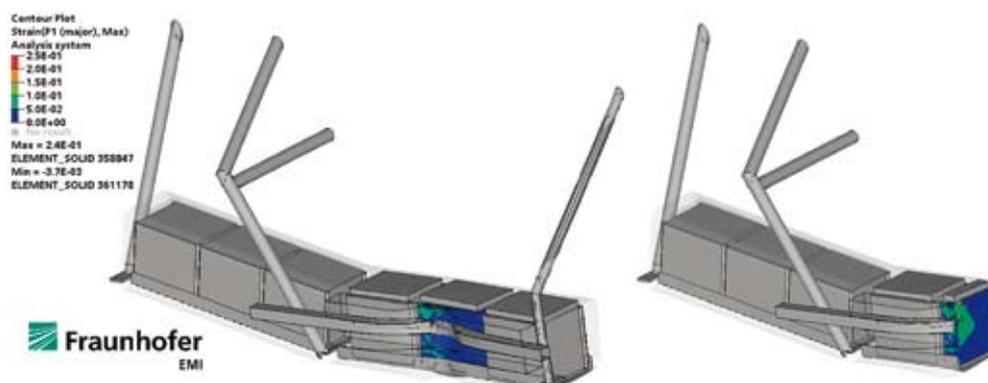


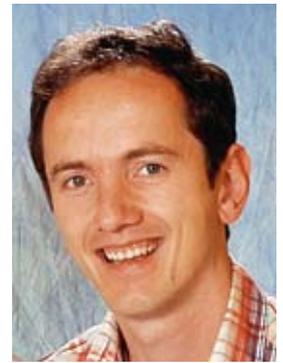
Abb. 1.6-4: Simulation eines Seitenpflaupralls nach EURO NCAP mit Crashabsorber

Modellierung menschlichen Entscheidungsverhaltens mit Extended Behavior Networks

Prof. Dr. rer. nat. Klaus Dorer
Fakultät Elektrotechnik
und Informationstechnik (E+I)

Badstraße 24
77652 Offenburg
Tel.: 0781 205-385
E-Mail: klaus.dorer@hs-offenburg.de

1971: Geboren in Furtwangen
1992–1996: Allgemeine Informatik / Künstliche Intelligenz,
Fachhochschule Furtwangen
7. Semester De Montfort University Leicester/England
1996–2000: Promotionsstudium Informatik, Albert-Ludwigs-
Universität Freiburg
2000–2003: Senior Software Engineer, living systems AG,
Donaueschingen
2003–2007: Senior Researcher, Whitestein Technologies GmbH,
Donaueschingen
seit 2007: Professur für Software Engineering, Algorithmen
und Datenstrukturen sowie Grundlagen der Informatik
an der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Medien Offenburg
Lehrgebiete: Software Engineering, Algorithmen und Datenstrukturen,
Objektorientierte Programmierung, Künstliche Intelligenz



Forschungsgebiete: Autonome Systeme, Transportoptimierung, Künstliche Intelligenz

1.7 Modellierung menschlichen Entscheidungsverhaltens mit Extended Behavior Networks

Prof. Dr. rer. nat. Klaus Dorer

Einleitung

Seit 1997 finden jährlich Weltmeisterschaften im Roboterfußball statt. Das Ziel ist es dabei, bis 2050 eine Mannschaft aus Robotern zu stellen, die gegen den menschlichen Fußballweltmeister gewinnt (Abbildung 1.7-1). Dazu müssen die Roboter in der Lage sein, das Verhalten ihrer menschlichen Gegner einzuschätzen und ihre Entscheidungen vorauszuahnen. Während die gängigen Verfahren zur Entscheidungsfindung in unsicheren Umgebungen in der Regel auf rationalen Entscheidungen nach der Entscheidungstheorie basieren, zeigt sich, dass menschliches Entscheiden teilweise nicht dieser Rationalität folgt. Daniel Kahneman und Amos Tversky zeigten das in vielen Studien und entwickelten daraus die bekannte Prospect Theory [4] für die Kahneman 2002 den Wirtschaftsnobelpreis erhielt.

In diesem Artikel wird beschrieben, wie Extended Behavior Networks (EBNs) [1] auf einfache Weise erweitert werden können, um menschliches Entscheidungsverhalten auch in Situationen reproduzieren zu können, die von der rationalen Entscheidungstheorie abweichen. Dazu wird ein kurzer Überblick über die Prospect-Theorie sowie EBNs gegeben.



Abb. 1.7-1: Nao-Roboter der Standard Plattform Liga

Danach erläutern wir die notwendigen Erweiterungen von EBNs, um menschliches Verhalten zu reproduzieren. Schließlich zeigen wir anhand der von Kahneman und Tversky an Menschen durchgeführten Experimente, dass die EBNs das Entscheidungsverhalten der Menschen in diesen Experimenten reproduzieren können.

Prospect-Theorie

Die Entscheidungstheorie genauso wie die Spieltheorie oder gängige Motivationstheorien basieren auf dem Prinzip der Maximierung des erwarteten Nutzens, der sich als Summe aller Produkte aus Wahr-

scheinlichkeit des Eintretens und Wert des Ergebnisses berechnet. Wenn also z.B. bei „Wer wird Millionär?“ die 125.000 Euro-Frage richtig beantwortet wurde, aber keine der vier Antworten der 500.000-Euro-Frage ausgeschlossen werden kann, hat man die Wahl zwischen 125.000 Euro sicher ($W_s=1$) oder 500.000 Euro zu 25 % und 16.000 Euro zu 75%, wenn man falsch geraten hat. Die Entscheidungstheorie würde also für Variante A 125.000 für Variante B $500.000 \cdot 0.25 + 16.000 \cdot 0.75 = 137.000$ liefern und sich damit fürs Zocken entscheiden. Menschen wählen in dieser Situation aber typischerweise Variante A, die sichere Variante.

Name	Prospect (Wert, Wahrscheinlichkeit)	Erwarteter Nutzen	Entscheidung Versuchspersonen
A	(2500,0.33; 2400,0.66; 0,0.01)	2409	18
B	(2400, 1.0)	2400	82*

Tabelle 1: Experiment 1, eine unsichere und eine sichere Alternative (*=signifikant)

Name	Prospect (Wert, Wahrscheinlichkeit)	Erwarteter Nutzen	Entscheidung Versuchspersonen
C	(2500,0.33; 0,0.67)	825	83*
D	(2400, 0.34; 0,0.66)	816	17

Tabelle 2: Experiment 2, beide Alternativen unsicher

Kahneman und Tversky haben in zahlreichen Experimenten das menschliche Entscheidungsverhalten untersucht. Dabei zeigten sich verschiedene systematische Abweichungen von der rationalen Entscheidungstheorie.

In einem ersten Experiment stellten sie Studenten vor die Wahl, 2.500 israelische Dollar (knapp ein Monatsgehalt) mit 33 % Wahrscheinlichkeit, 2.400 Dollar mit 66 % Wahrscheinlichkeit und gar nichts mit 1 % Wahrscheinlichkeit zu gewinnen oder mit Sicherheit 2.400 Dollar. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 dargestellt. Während die Entscheidungstheorie Variante A bevorzugt, wählten 82 % der Versuchspersonen Variante B. Das zweite Experiment wiederholt das erste, eliminiert aber in beiden Alternativen die Möglichkeit 2.400 mit 66 % Wahrscheinlichkeit zu gewinnen. Waren beide Alternativen mit Unsicherheit

verbunden, entschied sich die Mehrheit der Versuchspersonen für die erste Variante analog der Entscheidungstheorie. Mit diesen und anderen Experimenten konnte gezeigt werden, dass Menschen niedrige Wahrscheinlichkeiten überschätzen und hohe Wahrscheinlichkeiten unterschätzen wie in Abbildung 1.7-2 dargestellt.

Auf dieselbe Weise konnte nachgewiesen werden, dass menschliche Entscheider hohe Werte geringer einschätzen als entscheidungstheoretisch erwartet und Verluste weniger schlimm, was in einigen Experimenten sogar zu intransitivem Entscheidungsverhalten führte. Eine qualitative Wertfunktion zeigt Abbildung 1.7-3.

Extended Behavior Networks

Extended Behavior Networks (EBNs) wurden 1999 zur situationsangepassten und planenden Verhaltenssteuerung vor-

geschlagen [1]. EBNs bestehen aus den Zielen und Wahrnehmungen des Roboters sowie aus sogenannten Kompetenzmodulen. Die Ziele bestehen aus einer Zielbedingung (fuzzy-Proposition), einer Wichtigkeit und einer situationsabhängigen Relevanzbedingung. Damit lassen sich z. B. unterschiedliche Wichtigkeiten von Zielen wie „Tor erzielen“ für Stürmer und Abwehrspieler modellieren. Außerdem kann mithilfe der Relevanzbedingung z. B. der Einfluss dieses Ziels auf die Verhaltensauswahl reduziert werden, wenn sich der Ball in der Nähe des eigenen Tors befindet. Ziele definieren den Nutzen einer (Teil-)Situation.

Die Wahrnehmungen sind fuzzy-Propositionen, die zur Ermittlung der Ausführbarkeit von Kompetenzmodulen dienen. Die Verknüpfung mehrerer Wahrnehmungen wird durch ein fuzzy-und bewerkstelligt.

Die Kompetenzmodule enthalten Verhaltensregeln mit Vorbedingungen (und verknüpfte fuzzy-Propositionen), Aktion und Effekten mit Eintrittswahrscheinlichkeit. Eine Regel kann z. B. lauten: Wenn naheAmTor und habeBall, dann schießeAufTor mit Effekt torErzielt 0.4 und nicht habeBall 0.96.

Ziele, Wahrnehmungen und Kompetenzmodule werden in ein Netzwerk verknüpft. Die Verbindungen dienen dazu, einerseits die Ausführbarkeit jedes Kompetenzmoduls zu berechnen, andererseits den erwarteten Nutzen zu bestimmen. Das Kompetenzmodul mit dem höchsten Produkt aus Ausführbarkeit und erwartetem Nutzen (Aktivierung) kommt zur Ausführung. Die Aktivierung, die ein Kompetenzmodul von einem Ziel erhält, entspricht dabei dem Produkt aus Wahrscheinlichkeit und Nutzen entsprechend der Entscheidungstheorie. Weiterhin werden Kompetenzmodule, die nicht erfüllte Vorbedingungen anderer Kompetenzmodule wahr machen können zu Unterzielen dieser und senden ebenfalls Aktivierung an diese. So wird durch einen Prozess des Aktivierungsaustauschs ständig berechnet, welches Kompetenzmodul und damit welches Verhalten das Nützlichste in der aktuellen Situation ist. Dieses kommt dann zur Ausführung.

Das rationale Entscheidungsverhalten von EBNs kann nun leicht dem menschlichen Entscheidungsverhalten ange-

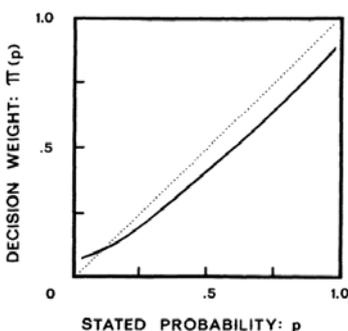


Abb. 1.7-2: Hypothetische Gewichtungs-funktion der Wahrscheinlichkeiten [1]

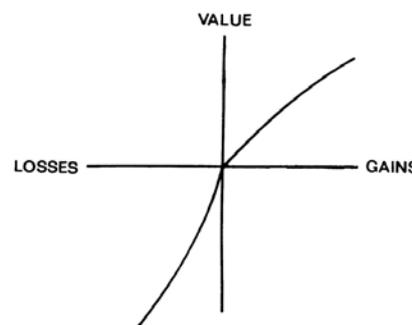


Abb. 1.7-3: Qualitative Wertfunktion bei Gewinnen und Verlusten [1]

passt werden, wenn man für die Nutzenfunktion von Zielen eine nicht lineare Abbildung vom objektiven Nutzen auf den subjektiven Nutzen verwendet wie in Abbildung 1.7-3 und für die Wahrscheinlichkeiten der Effekte ebenfalls eine nichtlineare Abbildung von objektiven auf subjektive Wahrscheinlichkeiten einführt, wie in Abbildung 1.7-2 dargestellt. Mithilfe dieser Anpassung an menschliches Entscheidungsverhalten wurden die Experimente, die Kahneman und Tversky mit Menschen durchführten, mit EBNs wiederholt.

Ergebnisse

Zunächst wurden die Experimente A-D mit EBNs und rationaler Entscheidungstheorie durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Abbildung 1.7-4 dargestellt. Die oberen Knoten des Netzwerks stellen die Ziele dar, die Zahl deren objektiven Nutzen. Die unteren Knoten sind die Kompetenzmodule, sind also Entscheidungsalternativen für den Roboter. Die Zahlen sind deren Aktivierung, in diesem Fall also der erwartete Nutzen nach der Entscheidungstheorie. Entsprechend würde sich der Roboter für Alternative „a“ in Experiment 1 und Alternative „c“ in Experiment 2 entscheiden. Die Verbindungen zwischen den Knoten entsprechen den Effekten der Handlungsalternativen, deren Zahlen den Wahrscheinlichkeiten des Eintritts.

Abbildung 1.7-5 zeigt, wie sich das EBN mit nicht-linearen Wert- und Wahrscheinlichkeitsfunktionen entsprechend der Prospect-Theorie verhält. Hier bevorzugt das EBN die Alternativen „b“ und „c“ in gleicher Weise, wie es die Versuchspersonen in den Experimenten taten. Auf die gleiche Weise konnten die EBNs alle modellierten Experimente von Kahneman und Tversky aus [4] und [6] reproduzieren. Weitere Details hierzu finden sie in [2].

Für die Modellierung der menschlichen Gegner eines Fußballspiels ist diese Modifikation von EBNs sicher eine interessante Alternative, um menschliches Verhalten besser einschätzen zu können. Spannend bleibt die Frage, ob auch der Roboter selbst sich besser rational entsprechend der Entscheidungstheorie verhalten soll oder doch für die eigenen Entscheidungen dem menschlichen Entscheidungsverhalten folgen sollte.

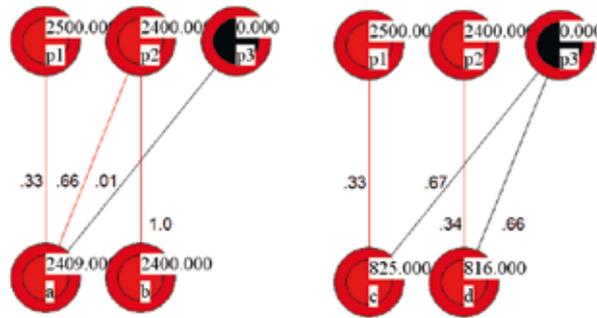


Abb. 1.7-4: Entscheidungstheoretisches EBN für Experiment 1 (links) und Experiment 2 (rechts)

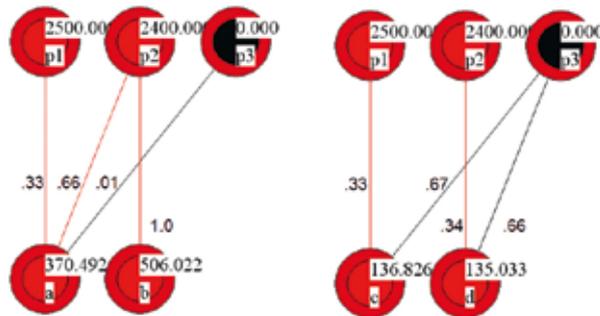


Abb. 1.7-5: EBN analog der Prospect-Theorie für Experiment 1 (links) und Experiment 2 (rechts)

Literatur

- [1] Dorer K.: Behavior Networks for Continuous Domains using Situation-Dependent Motivations. Proceedings of the 16th International Conference of Artificial Intelligence (1999), pp. 1233 – 1238
- [2] Dorer K.: Modeling Human Decision Making using Extended Behavior Networks. J Baltes et al. (Eds.): RoboCup 2009, LNAI 5949, pp. 81 – 91. Springer, Heidelberg, 2010
- [3] Eisenführ F., Weber M: Rationales Entscheiden. Springer Verlag, Berlin; Heidelberg, 1999
- [4] Kahnemann D., Tversky A.: Prospect theory: An analysis of decision under risk. Econometrica, 47: 263 – 291, 1979
- [5] Maes P.: The dynamics of action selection. Proceedings of the International Joint Conference on Artificial Intelligence, pages 991 – 997, 1989
- [6] Tversky A., Kahneman D.: The framing of decisions and the psychology of choice. Science, 22:453 – 458, 1981

In-situ Leistungs- und Temperaturverteilung im Spleißvorgang

Prof. Dr.-Ing. Winfried Lieber

Fakultät Elektrotechnik
und Informationstechnik (E+I)
Rektor der Hochschule Offenburg

Badstraße 24
77652 Offenburg
Tel. 0781 205-200
E-Mail: lieber@hs-offenburg.de

1955: Geboren in Kandel
1976: Studium der Elektrotechnik an der Universität Kaiserslautern
1983: Diplom
1983–1987: Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Optische Nachrichtentechnik an der Universität Kaiserslautern
1987: Promotion über Messung und Analyse von Ausbreitungseigenschaften dispersionsoptimierter Einmodenfasern
1987: Eintritt in die Siemens AG, Unternehmensbereich Öffentliche Kommunikationsnetze München, Gruppenleiter: Lichtwellenleiter-Verbindungstechnik und zugehörige Messtechnik, Referatsleiter: Lichtwellenleiter-Ortsnetze und Aktive LAN-Komponenten
1992: Professur an der Fachhochschule Offenburg, Leiter des Labors für Optoelektronik und optische Nachrichtentechnik
Seit 1994: Mitglied des Instituts für Angewandte Forschung (IAF) der Hochschule Offenburg
1995–1997: Studiengangleiter Medien- und Informationswesen
1995: Berufung in den Fachausschuss 5.4 der ITG (Informationstechnische Gesellschaft) im VDE: Informationstechnische Gebäudesysteme
Seit 1997: Rektor der Hochschule Offenburg
Seit 2007: Vorsitzender der Rektorenkonferenz der Fachhochschulen Baden-Württembergs



Forschungsgebiete: Physik, Optoelektronik, Optische Nachrichtentechnik, Kommunikationsnetze

2.1 In-situ Leistungs- und Temperaturverteilung im Spleißvorgang

Prof. Dr.-Ing. Winfried Lieber
Prof. Dr. Dan Curticapean
Prof. Dr. rer. nat. Werner Schröder

Der Bedarf an Bandbreite für Internetanwendungen ist in den letzten Jahren so stark gestiegen, dass Kupferleitungen diesen Anforderungen nicht mehr entsprechen können. Aus Expertensicht ist die Lösung dieses Problems ein optisches Netzwerk aus Lichtwellenleitern (LWL), das bis in die Wohnung zum Endkunden reicht – das sogenannte „Fiber to the Home“ (FttH)-Konzept.

Verglichen mit Kupferkabelnetzwerken erfordern optische Netzwerke einen aufwendigeren Aufbau, da LWL nicht einfach wie Kupferleitungen gelötet werden können. Der dem Löten entsprechende Vorgang, das dauerhafte Verbinden von LWL, wird Spleißen genannt. Dieser Vorgang ist technisch anspruchsvoll, da die entstehenden Spleißverbindungen hohen Qualitätsanforderungen gerecht werden müssen: Die durch eine solche Verbindung bedingte Dämpfung beispielsweise soll einen Wert von weniger als 0,1 dB erreichen. Für den Spleißvorgang müssen die LWL entsprechend vorbereitet werden, um dann mit einer Genauigkeit von 0,1 µm ausgerichtet zu

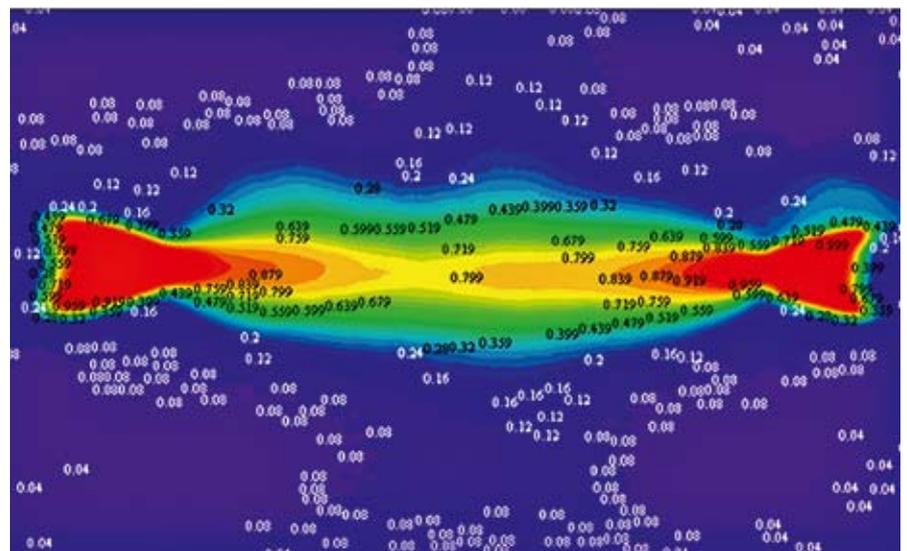


Abb. 2.1-1: Normierte Leistungsverteilung im Lichtbogen

werden und anschließend in einem elektrischen Entladungsbogen (Lichtbogen) bei einer Temperatur von ca. 2000°C (Abb. 2.1-1) geschweißt zu werden.

Eine optimale Temperaturverteilung im Lichtbogen ist eine wesentliche Voraussetzung für einen hochwertigen Spleiß. Das Quarzglas, aus dem der LWL-Mantel besteht, hat den Softening Point (Littleton) bei einer Temperatur von 1726°C [1] und der LWL-Kern (Quarzglas dotiert mit

GeO₂) Entsprechend ist der Flow Point etwas höher bei 2257°C [1] und 2117°C.

Direkte in-situ Temperaturmessungen während des Spleißvorgangs sind so gut wie unmöglich, bedingt durch die sehr hohe Temperatur des Lichtbogens, aber auch durch die geringe Größe des Lichtbogens. Eine alternative Methode zur Messung der Temperaturverteilung im Lichtbogen bietet erstaunlicherweise die Astrophysik.

So wird in der Astrophysik die radiale Massenverteilung in einer Galaxie durch eine mathematische Integralmethode, die sogenannte Abel-Transformation, bestimmt [2]. Der interessierte Leser kann eine detaillierte Beschreibung der Abel- bzw. Inversen-Abel-Transformation unter [3]-[6] finden.

Eine entsprechende Anwendung der Abel- bzw. Inversen-Abel-Transformation ist auch in der Bestimmung der Leistungs- und Temperaturverteilung in Lichtbögen möglich, wie in Abbildung 2.1-2 schematisch dargestellt.

Der dreidimensionale Lichtbogen kann mit einer guten Annäherung als zylindersymmetrisch betrachtet werden (wie in Abb. 2.1-2 dargestellt) und entspricht einer Leistungsverteilung $p(x,y,z)$. Durch die Aufnahme, die einer Projektion auf die x -Achse entspricht, wird die nach y integrierte Leistungsverteilung $P(x,z)$ (Abb. 2.1-2) gemessen bzw. aufgezeichnet. Aus dieser Messung wird die radiale Verteilung der Leistung $P(r,z)$ mithilfe der Inversen-Abel-Transformation berechnet. Eine normierte Leistungsverteilung im Lichtbogen ist in Abbildung 2.1-1 dargestellt. Mithilfe einer Kalibrierungsmessung kann die Temperaturverteilung ermittelt werden.

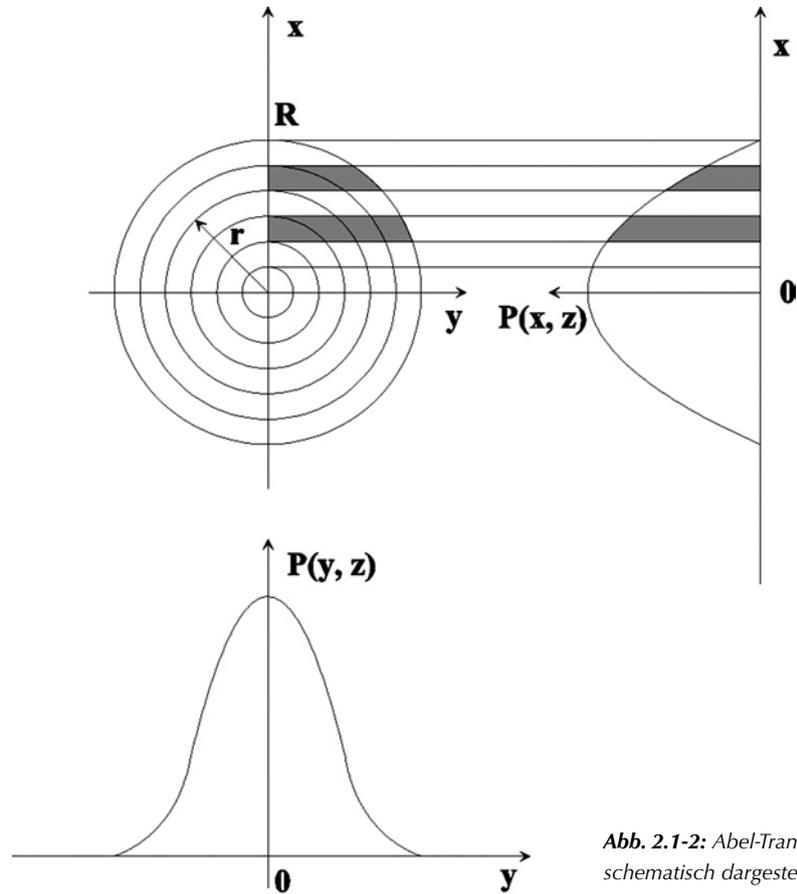


Abb. 2.1-2: Abel-Transformation schematisch dargestellt

Referenzen

- [1] Matthes, Allgemeine Glastechnik 1, Ingenieurschule für Glastechnik, Weisswasser, 1968
- [2] Binney J., Tremaine S., Galactic Dynamics, Princeton, New Jersey, Princeton University Press, p. 651, 1987
- [3] G. Anger, Inverse Problems in Differential Equations, Plenum Press, 1990
- [4] W. Hackbusch, Integralgleichungen: Theorie und Numerik, Teubner, Stuttgart, 1999
- [5] J. Hadamard: Le problème des Cauchy et les équations aux dérivées partielles linéaires hyperbolique, Hermann, 1932

**2.2 Mass Diffusion in Brain Tissues:
a Theoretical Approach**

*Prof. Dr. Dan Curticapean [1]
Prof. Dr. Dr. Adrian Neculae*

*Prof. Dr. Dr. Adrian Neculae lehrt und
forscht an der West University Timisoara
in Rumänien. Der vollständige Beitrag
wird vom American Institute of Physics
AIP im Laufe des Jahres veröffentlicht.*

Diffusion plays a decisive role in brain function. In treating brain disorders, where diffusion is often compromised, understanding the transport of molecules can be essential to effective drug delivery. It became apparent that the classical laws of diffusion, cast in the framework of porous media theory, can deliver an accurate quantitative description of the way that molecules are transported through the brain tissue [2-3].

The diffusion-generated concentration distributions of well-chosen molecules also reveal the structure of brain tissue. This structure is represented by the volume fraction (void space) and the tortuosity (hindrance to diffusion imposed by local boundaries or local viscosity).

Transport phenomena through porous media have been the subject of various studies due to an increasing need for a better understanding of the associated transport processes. The brain contains a complicated network of specialized cells called neurons (or nerve cells) and glia (glial cells), each of which is bounded by a thin membrane. The membrane separates the brain into two compartments: extra cellular space (ECS), and intracellular space (ICS). From the perspective of the transport equations, the densely packed cells of the brain and their interstitial spaces can be regarded as resembling a porous medium with two phases, one permeant and one impermeant. The interstitial spaces remain open under most conditions and the ECS, from a topological viewpoint, is a multiply connected three-dimensional domain. The averaged mass diffusion equation is [2]:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D^* \nabla^2 C + \frac{S}{\varepsilon}$$

where we noted $D^* = \frac{D}{\lambda^2}$ D - the diffusivity in pure fluid, D^* - effective diffusivity in porous medium, λ - tortuosity, t - time, C - concentration of species, ε - volume fraction (porosity) and s - source term.

It can be shown by numerical evaluation of equation [2] with realistic parameters that usually it holds only when $C(r,t)$ as a dependence of position and time the condition $r > 2b$ is satisfied. If it is assumed that the injected material forms a cavity and in this case a numerical solution is required [2]. A set of numerical simulations concerning the concentration profile evolution for three types of idealized cells, considering two possible injection mechanisms will be presented.

The computations were performed for three different idealized cell configurations, for which the tortuosity versus diffusion coefficient variation was reported [5]. The three types of cells are presented, together with their characteristics, in Figure 2.2-1.

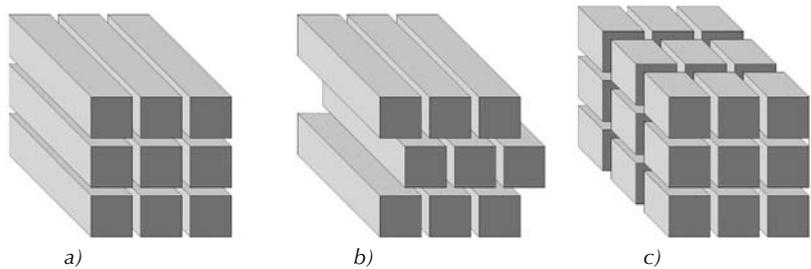


Abb. 2.2-1: Schematic 3-D structures used in computations a) Type 1: $\varepsilon=0.2166, \lambda=1.25$, b) Type 2: $\varepsilon=0.3, \lambda=2.4$, c) Type 3: $\varepsilon=0.2, \lambda=2.1$ [4]

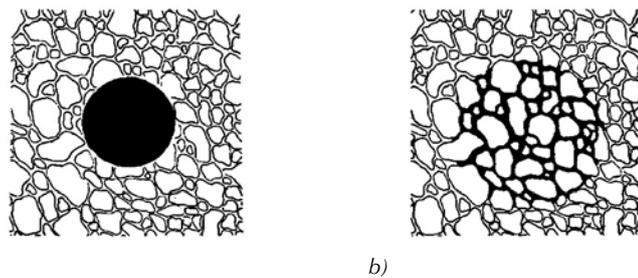


Abb. 2.2-2: Models of injection source; (a) The injected substance forms a spherical cavity, (b) The injected substance is confined to the pore space [2]

Two types of injection source were considered: the case when the injected substance forms a spherical cavity (Figure 2.2-2 a) and the case when the injected substance is confined to the pore space (Figure 2.2-2 b).a)

Figures 2.2-3 a-c present the calculated time evolution of concentration as a function of distance from center of cavity, when the injection is of type (a).

The same type of dependencies, but in the case of an injection of type (b), is depicted in Figures 2.2-4 a-c. The same volume of substance injected as in (a), but it is now confined to the pore space and so initial radius will modify, according to the corresponding porosity value.

A comparison of concentration profiles at two different time values, $t= 10$ and 100 s, for an injection of type (b) is presented in Figures 2.2-5. The type of comparison between the concentration profiles at the same moment of time gives a better image of the influence of cell parameters on the transport inside the brain tissue.

We can conclude that brain tissues can be treated as a permeable medium for describing the transport of drugs and nutrient substances. The mathematical modelisation and the numerical simulations are successfully applied in the investigation of diffusion processes in tissues, replacing the costly laboratory investigations. By measuring the time evolution of the concentration profile of an injected substance and using suitable fitting procedures, the main parameters (tortuosity, volume fraction) which characterize the tissue can be determined, analyzed and optimized.

References

- [1] Der Autor wurde bereits unter 4.6 vorgestellt
- [2] Ch. Nicholson, Diffusion and related transport mechanisms in brain tissue, Rep. Prog. Phys. 64 (2001) pag.815-884 doi: 10.1088/0034-4885/64/7/202
- [3] A.W. El-Kareh, S.L. Braunstein, T.W. Secomb, Effect of cell arrangement and interstitial volume fraction on the diffusivity of monoclonal antibodies in tissue, Biophys. J. © Biophysical Society, Volume 64, May 1993 pag.1638-1646
- [4] A.-R.A. Khaled, K. Vafai, The role of porous media in modeling flow and heat transfer in biological tissues, International Journal of Heat and Mass Transfer, Volume 46, Issue 26, December 2003, Pages 4989-5003, doi:10.1016/S0017-9310(03)00301-6
- [5] L. Dai, R.M. Miura, A Lattice Cellular Automata Model for Ion Diffusion in the Brain-Cell Microenvironment and Determination of Tortuosity and Volume Fraction, SIAM J. Appl. Math. 59, (1999) pp. 2247-2273
- [6] www.freefem.org (Dez. 2010)

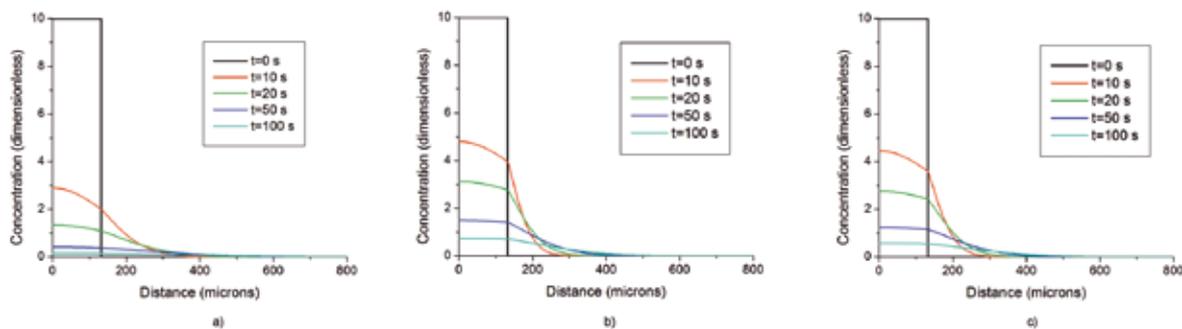


Abb. 2.2-3: Time evolution of concentration as a function of distance from center of cavity when the injection is of type (a) for the three types of schematic cells

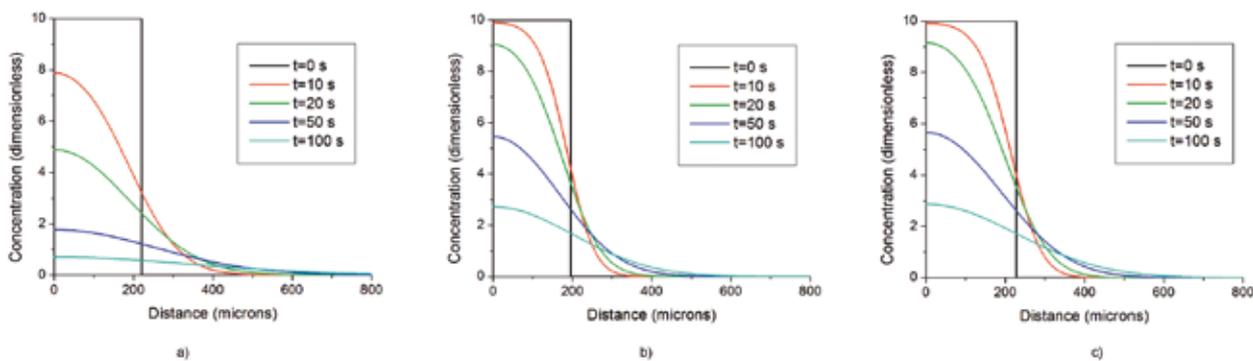


Abb. 2.2-4: Time evolution of concentration as a function of distance from center of cavity when the injection is of type (b) for the three types of schematic cells

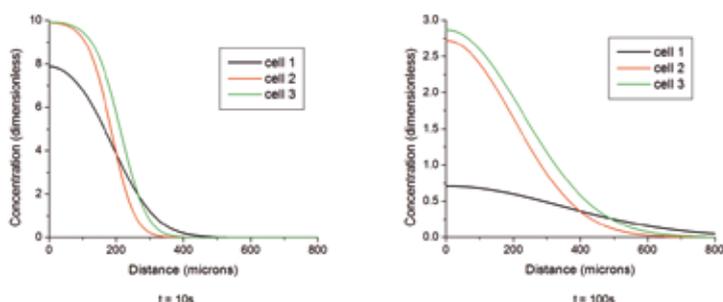


Abb. 2.2-5: Comparison of concentration profiles at two different time values $t = 10$ and 100 s, In the case of a (b)-type injection

Die „Sprechende Sitzschiene“ für In-flight-Entertainment-Systeme in Passagierflugzeugen

Prof. Dr.-Ing. Lothar Schüssele

Fakultät Elektrotechnik
und Informationstechnik (E+I)
Studiendekan Communication
and Media Engineering (CME)

Badstraße 24, D-77652 Offenburg

Tel.: 0781 205 - 296

E-Mail: l.schuessele@hs-offenburg.de

1950: geboren in Freiburg i. Br.

1971–1978: Studium der Elektrotechnik an der Universität Karlsruhe mit den Schwerpunkten Hochfrequenztechnik und Quantenelektronik

1978–1984: Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Theoretische Elektrotechnik und optische Nachrichtentechnik der Universität Kaiserslautern

1984: Promotion auf dem Gebiet der optischen Nachrichtentechnik

1984–1986: Industrietätigkeit bei der Firma Inovan, Pforzheim; Entwicklung von Verfahren zur Materialbearbeitung mit Lasern

1986–1989: Firma Dornier GmbH, Friedrichshafen; Projektmanagement im Bereich Raumfahrt-Großprojekte

01.04.1989: Berufung an die Fachhochschule Offenburg für die Lehrgebiete Hochfrequenztechnik, Mikrowellentechnik und optische Nachrichtentechnik

seit 1997: Leiter des internationalen Master-Studiengangs „Communication and Media Engineering“ (CME)

seit 2000: Wissenschaftlicher Leiter der Graduate School der Hochschule Offenburg und Mitglied des Hochschulrats



Forschungsgebiete: Hochfrequenztechnik, Elektromagnetische Verträglichkeit

2.3 Die „Sprechende Sitzschiene“ für In-flight-Entertainment-Systeme in Passagierflugzeugen

Prof. Dr.-Ing. Lothar Schüssele

Prof. Dr.-Ing. Tobias Felhauer

Prof. Dr.-Ing. Andreas Christ

Dipl.-Ing. (FH) Tobias Klausmann

Abstract

The „Speaking Seat Rail“ is a research project about a novel communication system for aircraft in-flight entertainment. The key innovation is to use structures that are essential parts of the airframe for data transfer such as seat rails. Those rails can easily be formed to fulfill the function of a hollow waveguide that transports microwaves signals without any wire. A waveguide as part of the seat rail would provide enormous benefits for aircrafts, such as a large bandwidth and consequently high data rates, no problems with electromagnetic compatibility, unlimited flexibility of seat configuration, mechanical robustness with associated increase of reliability and additional advantages related to aircrafts such as reduction of weight and costs. A demonstrator was developed and exposed at the trade fair Aircraft Interiors Expo 2010 in Hamburg.

Zusammenfassung

Das In-flight Entertainment (IFE) in Flugzeugen, also die mediale Unterhaltung

der Passagiere mit Musik, Filmen oder Videospielen während des Flugs, wird für die Fluggesellschaften immer wichtiger. Somit steigen auch die Anforderungen an das IFE-System hinsichtlich Datenraten, Zuverlässigkeit und Flexibilität.

Im Forschungsprojekt „Sprechende Sitzschiene“ an der Hochschule Offenburg wird ein neuartiges Kommunikationssystem für das In-flight Entertainment in Passagierflugzeugen entwickelt. Das Besondere und Innovative daran ist die Verwendung von Strukturelementen des Flugzeugs wie Sitzschienen als Übertragungsmedium. Diese Schienen können einfach zu einem sogenannten Hohlleiter geformt

werden. Dadurch können Hunderte von Metern Kabel eingespart werden. Hinzu kommen im Vergleich zu bisherigen Systemen Vorteile wie mechanische Robustheit, unbegrenzte Flexibilität in der Sitzkonfiguration, keine Probleme mit elektromagnetischer Verträglichkeit und eine Gewichtseinsparung.

Das Projektteam untersuchte die Übertragungseigenschaften realer Sitzschienen und entwickelte den Demonstrator für die Übertragung von 400 Videokanälen. Der Demonstrator wurde u. a. auf der Fachmesse Aircraft Interiors Expo 2010 in Hamburg vorgestellt und fand großes Interesse beim Fachpublikum.



Abb. 2.3-1: Projektteam „Sprechende Sitzschiene“ der Hochschule Offenburg, v. l. Alexander Kurtschenko, Tobias Klausmann, Prof. Lothar Schüssele, Christian Weber, Prof. Andreas Christ und Prof. Tobias Felhauer mit Demonstrator zur drahtlosen und breitbandigen Videoübertragung für das In-flight Entertainment über die Sitzschiene eines Flugzeugs

„Sprechende Sitzschiene“

Die aktuellen IFE-Systeme bestehen aus Hunderten von Metern Kabel und vielen Steckverbindungen, die aufwendig montiert werden müssen und ein Problem für die Ausfallsicherheit ist. Auch den Wunsch der Fluggesellschaften und Leasingfirmen nach einem einfachen, schnellen und flexiblen Umbau der Passagiersitze können kabelgebundene Systeme nicht erfüllen. Drahtlose Technologien wie WLAN oder Mobilfunk sind für diese Anwendungen im Flugzeug auch wegen der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) ungeeignet.

Unter dem Projektnamen „Sprechende Sitzschiene“ wird eine zukunftsweisende drahtlose Übertragungstechnik für IFE-Applikationen entwickelt und untersucht. Auftraggeber für dieses Drittmittelprojekt ist die Firma PFW Aerospace AG in Speyer. PFW stellt Rohrleitungssysteme und Strukturkomponenten, u. a. Sitzschienen, für Flugzeuge her. Ein Team der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik aus Professoren, Studenten und Mitarbeitern hat umfangreiche Analysen, Simulationen und Messungen durchgeführt, um zu ermitteln, wie die Sitzschiene für die Datenübertragung innerhalb eines IFE-Systems in optimaler Weise genutzt werden kann, und hat ein für das Medium optimales Übertragungskonzept entwickelt und realisiert.

Abbildung 2.3-1 zeigt die Projektgruppe mit dem im Verlauf des Projekts entwickelten Demonstrator für die „Sprechende Sitzschiene“, an dem alle Übertragungseigenschaften getestet werden können. Das im Internet unter [1] verfügbare Video verdeutlicht die Grundidee des Projekts.

Revolutionäre Idee

Die Innovation ist die Nutzung von vorhandenen Strukturelementen im Flugzeugrumpf auch zur Signalübertragung. In diesem Projekt werden die Signale von einer zentralen Sendeeinheit zu den IFE-Monitoren in den Passagiersitzen übertragen. Die Sitzschiene ist zur Befestigung der Sitze notwendig und bietet sich durch ihre Einbauposition für diese Aufgabe an. Mit einer einfachen Modifikation kann eine Sitzschiene zu einem sogenannten Hohlleiter werden, in dem sich elektromagnetischen Wellen im Mikrowellenbereich ausbreiten können. Dieser Wellenleiter kann somit eine



Abb. 2.3-2: System mit typischer Sitzschiene und Sitzreihe eines Flugzeugs

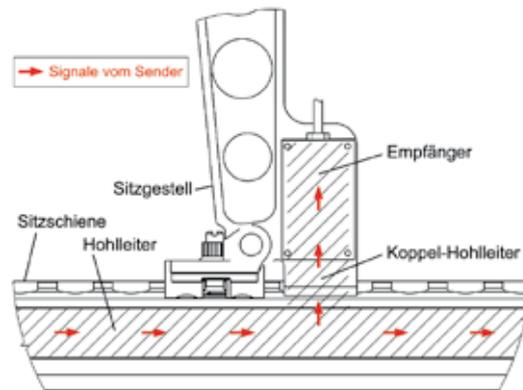


Abb. 2.3-3: Signalübertragung vom Sitzschienen-Hohlleiter zum Empfänger im Sitzgestell

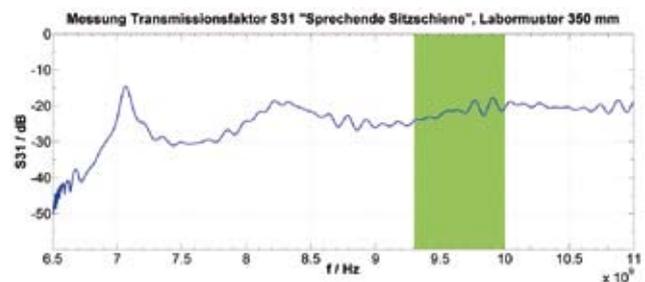


Abb. 2.3-4: Messung der Transmission S_{31} vom Eingang Sitzschienen-Hohlleiter zum Ausgang Koppel-Hohlleiter am Koaxial-Übergang

drahtlose Übertragungsstrecke für hochfrequente Signale bilden. Die Vorteile von Hohlleitern sind ihre hohe Bandbreite und die niedrige Dämpfung.

Abbildung 2.3-2 zeigt das Systemkonzept in typischer Kabinenumgebung. Eine Zentraleinheit verteilt Videodaten in Rundsendetechnik (broadcast) über den in der Sitzschiene integrierten Hohlleiter. Die Koppereinheit im Sitzgestell empfängt die Signale und leitet sie zu einem Empfänger, an den ausgangsseitig der Sitzmonitor angeschlossen ist. Eine Skizze der Koppereinheit und der drahtlose Übergang von Sitzschienen-Hohlleiter zum Empfänger sind in Abbildung 2.3-3 dargestellt. Die Hochfrequenzsignale werden kontaktlos und berührungsfrei auf einen Koppel-Hohlleiter übertragen und dem Empfänger-Frontend zugeführt. In Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber PFW Aerospace AG wurden bereits

mehrere Patente für die Nutzung der Sitzschiene im Flugzeug zur Signalübertragung in verschiedenen Ausführungsformen angemeldet.

Die Untersuchung der Hohlleiter-Struktur

Bedingt durch die Abmessungen der Sitzschiene konnte für den Demonstrator ein Hohlleiter mit dem Normquerschnitt von 22,9 mm x 10,2 mm verwendet werden. Sein Übertragungsfrequenzbereich liegt im X-Band von 8,2 GHz bis 12,4 GHz. Das Projektteam der Hochschule Offenburg führte ausgiebige Versuche und Tests durch, in denen die Verwendbarkeit der Sitzschiene für die Signalübertragung untersucht wurde.

Die Sitzschienen bestehen aus speziellen Legierungen, die eine hohe mechanische Festigkeit bei gleichzeitig geringem Gewicht und hoher Korrosionsbeständigkeit



Abb. 2.3-5: Prototyp der „Sprechenden Sitzschiene“ mit flexibler und robuster Koppereinheit im Sitzgestell

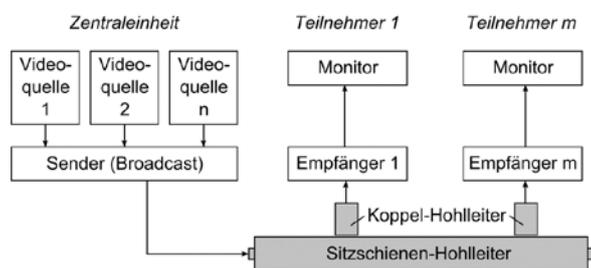


Abb. 2.3-6: Vereinfachte Systemstruktur mit Sender, Sitzschienen-Hohlleiter, Koppel-Hohlleiter und Empfängern

Technische Daten	
Frequenzbereich	9,3 GHz ... 10 GHz
Sendeleistung	1 mW
Modulationsverfahren	COFDM
Kanalbandbreite	8 MHz
Garantierte Datenrate pro Teilnehmer	32 Mbit/s
Videokanäle (PAL)	400

Tabelle 1: Übertragungstechnische Parameter des Demonstrators

haben. Daher war am Anfang die spannende Frage nach der Signaldämpfung des Sitzschienen-Hohlleiters zu beantworten. Denn an einer zu großen Dämpfung könnte das ganze Projekt scheitern. Die Messungen und Analysen haben allerdings ergeben, dass selbst unter den ungünstigsten Bedingungen die Dämpfung kleiner als 1,5 dB/m beträgt. Auch ein horizontaler, vertikaler oder axialer Versatz am Übergang von einer Sitzschiene zur anderen von einigen Millimetern führt zwar zu erhöhter Dämpfung, ist aber im Rahmen des Powerbudgets unkritisch.

Eine Herausforderung war der Koppelmechanismus dar, mit dem die Signale berührungslos von der Sitzschiene ausgekoppelt werden. Dieser Mechanismus ist besonders kritisch, da er mechanisch robust sein muss, keine HF-Leistung abstrahlen darf und vor allem im gesamten Frequenzbereich eine nahezu konstante

Signalauskopplung von -25 dB liefern soll. Die Lösung des Problems gelingt mithilfe der Maxwellgleichungen unter Berücksichtigung der recht komplexen Randbedingungen. Mithilfe von Feldsimulationen, u. a. mit CST-Microwave-Studio, konnte das Problem wie gewünscht doch gelöst werden. Die Simulationen zeigen auch den Einfluss von Fertigungs- und Aufbautoleranzen.

Das Übertragungsverhalten des so entwickelten und realisierten Koppellements zeigt Abbildung 2.3-4, wo der gemessene Betrag des S-Parameters S_{31} dargestellt ist. S_{31} ist die Transmission vom Sitzschienen-Hohlleiter zum 50 Ohm-Koaxialausgang, an den das Empfänger-Frontend angeschlossen wird. Wie man sieht, ist die Kurve über den großen Frequenzbereich von 4 GHz und insbesondere im markierten, für die Signalübertragung verwendeten Nutzfrequenzbereich flach. Der Rippel ist wegen des digitalen Übertragungsverfahrens problemlos tolerierbar.

quenzbereich flach. Der Rippel ist wegen des digitalen Übertragungsverfahrens problemlos tolerierbar.

Einen Prototyp der Koppereinheit als Schnittstelle zum Teilnehmer zeigt Abbildung 2.3-5. Die Koppereinheit ist mechanisch stabil und hermetisch dicht, sodass keine Flüssigkeiten wie Getränke eindringen können. Die Koppereinheit kann als Teil der Struktur des Sitzgestells ausgeführt sein. Durch die kontaktlose Signalübertragung ist im Gegensatz zu bisherigen Systemen keine zusätzliche Montagezeit für die Datenverbindung mehr nötig. Dabei ist die Signalverbindung an jedem Rasterpunkt der Sitzschiene verfügbar.

Broadcast-System

Das Blockschnittbild des Broadcast-Systems zur Übertragung von Videodaten über die „Sprechende Sitzschiene“ ist in Abbildung 2.3-6 dargestellt. Zusammenfassend besteht das System aus mehreren Videoquellen (1 ... n), einem Sender, dem Übertragungskanal aus Sitzschienen-Hohlleiter und mehreren Koppereinheiten (1 ... m) sowie aus vielen Empfängern und Monitoren.

Um gegenüber Störungen ebenso wie gegen Reflexionen der HF-Signale möglichst unempfindlich zu sein, wurde die digitale Mehrträger-Modulation COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing) gewählt. Die COFDM-Parameter des Broadcast-Systems wie Anzahl der Unterträger, Symbolalphabet in den Unterkanälen, Länge der Schutzzeit (Guard Period) und Codierate der Fehlerschutzcodierung (FEC) wurden dabei im Hinblick auf das Übertragungsmedium Hohlleiter als auch im Hinblick auf die Anforderungen des IFE-Systems optimiert. Aufgrund der hohen spektralen Effizienz des COFDM-Verfahrens konnte beim Demonstrator mit einer Kanalbandbreite von 8 MHz eine garantierte Datenrate von 32 Mbit/s pro Teilnehmer realisiert werden.

In Tabelle 1 sind die wichtigsten technischen Daten des Demonstrators zusammenfassend aufgelistet.

Für den Demonstrator hat man sich auf vier Videoquellen und vier Koppereinheiten beschränkt. Das realisierte Broadcast-System ist aber so ausgelegt, dass die Übertragung über jeden der 400 Kanäle erfolgen kann.

Aus Kostengründen werden für den Demonstrator verfügbare MPEG2-Encoder Module für analoge Composite-Videosignale verwendet. Der COFDM-Modulator überträgt auf einem 8 MHz breiten Kanal zwei MPEG2-Datenströme im Zeitmultiplex (Programm A und Programm B). Die Videokanäle werden zusammengeführt und zur Übertragung in das X-Band hoch gemischt. Die Mittenfrequenzen der Kanäle sowie die Modulationsparameter und damit die Datenrate können über eine Bedieneinheit eingestellt werden.

Die Koppereinheit, bestehend aus dem Koppel-Hohlleiter und einem rauscharmen Vorverstärker (LNA), empfängt die Signale. Das hochfrequente Signal wird im Empfänger wieder abwärts in den Frequenzbereich des COFDM-Modulators gemischt. Die Empfangsfrequenz kann über eine Bedieneinheit am Empfänger eingestellt werden. Mit einem Schalter kann zwischen den beiden im Zeitmultiplex übertragenen Programmen A und B innerhalb eines Frequenzkanals umgeschaltet werden. Der MPEG2-Decoder setzt die digitalen Videodaten wieder in ein analoges Composite-Videosignal für den Anschluss eines Monitors um.

Die Hochfrequenz-Elektronik wurde in Zusammenarbeit mit der Firma HBH Microwave GmbH entwickelt und aufgebaut.

Mit den beschriebenen Komponenten wurde der Demonstrator aufgebaut und getestet. Die verwendete Sitzschiene hat eine Länge von 4 m. Der Hohlleiter ist hermetisch dicht abgeschlossen. Die Auskopplung des Hochfrequenzsignals kann an beliebiger Stelle im Zollraster erfolgen. Bei Verwendung einer hochfrequenten Sendeleistung von 1 mW ergab sich eine Systemreserve von 40 dB. Die gesamte in die Kabine abgestrahlte Leistung beträgt 10 % der Eingangsleistung, in diesem Fall also 0,1 mW. Diese geringe Abstrahlung erfüllt mit großer Reserve die Anforderungen für Flugzeuge. Darüber hinaus ist das System robust gegenüber mechanischen Toleranzen in der Fertigung, im Aufbau und im Betrieb.

Vergleich mit dem Stand der Technik

Die „Sprechende Sitzschiene“ vereint die Vorteile der Übertragungsmedien

	„Sprechende Sitzschiene“	WLAN	Mobilfunk	Kabel (Ethernet)	Glasfaser
Sendeleistung	++	-	--	NA	NA
Datenrate	++	+	-	+	++
Anzahl der Teilnehmer	++	-	-	+	+
Abstrahlung in die Kabine	+	-	--	+	++
elektromagnetische Störfestigkeit	+	-	-	+	+
Montage	+	0	0	--	--
schnelle Rekonfiguration der Sitze	++	++	++	--	--
Reparatur, Wartung, Reinigung	+	+	+	-	-
mechanische Robustheit und Zuverlässigkeit	++	NA	NA	-	--

Tabelle 2: Die „Sprechende Sitzschiene“ im Vergleich zu bisherigen IFE-Übertragungstechnologien

Kupferkabel und Glasfaser sowie von Funktechnologien und meidet deren Nachteile für die Anwendung in der Flugzeugkabine. Ein Vergleich der Systeme zeigt Tabelle 2.

Funkbasierte Systeme haben Probleme mit der Datenrate bei vielen Teilnehmern sowie mit der elektromagnetischen Verträglichkeit. Auf der anderen Seite sind kabelgebundene Systeme aufwendig bei der Montage, durch die feste Verdrahtung unflexibel, teuer in der Wartung, und die Steckverbindungen sind störanfällig.

Die „Sprechende Sitzschiene“ zeichnet sich durch eine hohe garantierte Datenrate und eine große Anzahl von Teilnehmern bei gleichzeitig flexibler und zuverlässiger Handhabung aus. Die Montagezeit bei den Flugzeugherstellern kann deutlich verkürzt werden, und Fluggesellschaften sowie Leasingfirmen können schnell und einfach die Sitze neu anordnen.

Ausblick

Neuere IFE-Applikationen können nicht nur Videos übertragen, sondern auch den Passagieren Internet, E-Mail oder

Computerspiele anbieten. Auch kann es dem Passagier erlaubt sein, eigene netzwerkfähige Geräte anzuschließen. Daher arbeitet das Projektteam gegenwärtig zusammen mit der Firma PFW Aerospace AG an einem Demonstrator mit bidirektionaler Netzwerkfunktion mit Ethernet-basierter Datenübertragung.

In Kombination mit einer flexiblen oder drahtlosen Energieversorgung der Sitze, an der andernorts gearbeitet wird, ist die „Sprechende Sitzschiene“ die ideale Lösung für die nächste Flugzeuggeneration. Mit einer Datenrate von mehr als 10 Gbit/s auf dem Sitzschienen-Hohlleiter ist die „Sprechende Sitzschiene“ für zukünftige IFE-Applikationen wie hoch auflösende 3D-Videoübertragung bestens geeignet.

Referenzen

- [1] Video „Sprechende Sitzschiene“, Hochschule Offenburg, <http://tklab.et-it.fh-offenburg.de/sitzschiene.htm>, 2010

Quantification of Diclofenac and Ibuprofen by a *Vibrio Fischeri* Bioluminescence Assay

Prof. Dr. rer. nat. Bernd Spangenberg

Fakultät Maschinenbau
und Verfahrenstechnik (M+V)

Badstraße 24

77652 Offenburg

Tel. 0781 205-101

E-Mail: Spangenberg@hs-offenburg.de

1955: Geboren in Remscheid

Studium der Chemie und Philosophie an der Universität Marburg

1983: Diplom in Chemie, 1987 Promotion über neue Reaktionen von Sulfenen am Pharmazeutischen Institut der Universität Marburg

1988: Eintritt in die E. Scheurich Pharmwerk GmbH als Laborleiter, Leiter der Abteilung analytische Forschung und Entwicklung, stellvertretender Kontrollleiter

1990: Wechsel zur EBULON AG, Basel als Leiter der Entwicklungsanalytik

1991: Professor an der Hochschule Offenburg, Leiter des Labors für Analytik und Umweltanalytik

Seit 2007: Editor-in-Chief von Journal of Planar Chromatography



Lehrgebiete: Analytik, Umweltanalytik, Abfall- und Recyclingtechnik

Mitglied des Instituts für Angewandte Forschung (IAF) der Hochschule Offenburg

Forschungsgebiete: Chemometrie, Trenntechniken, Dünnschichtchromatographie

3.1 Quantification of Diclofenac and Ibuprofen by a *Vibrio Fischeri* Bioluminescence Assay

Prof. Dr. rer. nat. Bernd Spangenberg

Andrea Seigel

Alexandra Schröck

Rebekka Hauser

Abstract

We present a video-densitometric quantification method for the pain killer known as diclofenac and ibuprofen. These non-steroidal anti-inflammatory drugs were separated on cyanopropyl bonded plates using CH₂Cl₂, methanol, cyclohexane (95+5+40, v/v) as mobile phase. The quantification is based on a bio-effective-linked analysis using *vibrio fischeri* bacteria. Within 10 minutes a CCD-camera registers the white light of the light-emitting bacteria. Diclofenac and ibuprofen effectively suppress the bacterial light emission which can be used for quantification within a linear range of 10 to 2000 ng. The detection limit for ibuprofen is 20 ng and the limit of quantification 26 ng per zone. Measurements were carried out using a 16-bit ST-1603ME CCD camera with 1.56 megapixels [from Santa Barbara Instrument Group, Inc., Santa Barbara, USA]. The range of linearity covers more than two magnitudes because the extended Kubelka-Munk expression is used for data transformation [1]. The separation method is inexpensive, fast and reliable.

Ibuprofen is named after its chemical description: iso-butyl-propanoic-phenolic acid. Both pain killers are world-wide

in use and both substances are stable in aqueous solution. Both substances are mainly excreted in the urine.

Diclofenac and Ibuprofen in the Environment

Ibuprofen is the third most consumed drug in the world. It is well known that wastewater treatment plants only remove 60 to 90 percent of this drug. The concentration of ibuprofen in wastewater exceeds 1 µg per L [2]. The same is true for diclofenac. Both substances can be detected at low levels (1-6 ng per L) even in drinking water [2]. In Germany, diclofenac and ibuprofen have been particularly identified as widespread contaminants of the water cycle [2]. In long-term monitoring investigations of sewage and surface water samples, diclofenac was identified as one of the most important pharmaceutically active compounds present in water. [2 - 4]

Diclofenac is known as a very problematic compound. The use of diclofenac in animals has been reported to have led to a sharp decline in the vulture population in the Indian subcontinent, 95 % decline in 2003, [5] 99.9 % decline in 2008. The loss of tens of millions of vultures over the last decade has had major ecological consequences across the Indian subcontinent, posing a potential threat to human health [5]. The purpose of this work is to present a simple but very sensitive Thin-Layer Chromatography method for the quantification of ibuprofen and diclofenac in aqueous environmental samples.

Exoerunebtak secction

For direct video-densitometric evaluation a ST-1603ME CCD camera with 1.56 megapixels from Santa Barbara Instrument Group, Inc., Santa Barbara, USA was used. The camera was mounted with a Kodak KAF-1603ME CCD pixel array containing 1530 X 1020 pixel. The array size is 13.8 X 9.2 mm with a pixel size of 9 X 9 microns. The camera uses a 16 bit A/D converter and a high speed USB interface. The camera was used in combination with a Schneider SKR KMP Xenoplan 28/2,0 – M30,5 lens. For plate evaluation the CCD-array was cooled to –5°C. After separation and staining the HPTLC-plate is placed below the camera at a distance of 30 cm. This distance is adjusted so that 8.5 cm are detected by 1020 pixel providing a resolution of 83.3 µm per pixel. A single mm separation distance is measured by 12 diodes producing 12 data points. The time of 600 seconds is necessary to measure the full 16 bit range.

Results and discussion

The compounds ibuprofen and diclofenac were separated on cyanopropyl-bonded HPTLC-plate to a distance of 70 mm from the starting point, using CH₂Cl₂, methanol, cyclohexane (95+5+40, v/v) as mobile phase. All zones were measured by averaging 9 diodes to single densitograms. Paracetamol was measured at 300 nm and the compounds chloramphenicol and diclofenac were measured at 240 nm. Ibuprofen shows nearly no light absorption. Even at an amount of 2000 ng per zone the signal height is so small that noise is clearly visible.

In Figure 3.1-1 the ibuprofen peak at 42.5 mm separation distance is plotted for an amount of 767 ng but looks really tiny. The detection limit (LOD) for ibuprofen is 180 ng per zone, using UV-spectra for evaluation. The limit of quantification (LOQ) for ibuprofen was calculated to 210 ng. The detection limit for diclofenac (the peak at left, beside the ibuprofen signal) was estimated to 33 ng per zone and its LOQ-value is 42 ng per zone. All data were calculated according to the Funk-algorithm [9].

Dipping the plate in a vibrio fischeri solution, wiping the surface to remove all the water and measuring over a period of 10 minutes gave no light suppression of chloramphenicol and paracetamol zones. In contrast to that, luminescences of the vibrio fischeri bacteria were strongly suppressed by ibuprofen and diclofenac. This effect is clearly visible in Figure 3.1-1. The peaks for of diclofenac at 39 mm and ibuprofen at 42.5 mm separation distance show no noise in comparison to the non-dipped zones detected at 224 nm. It can also be seen that ibuprofen suppresses the vibrio fischeri bacteria more effectively than diclofenac. Both zones contain nearly the same amount of pain killer but the ibuprofen peak in Figure 3.1-1 is larger than the diclofenac signal.

Treatment with luminescence bacteria seems to be a specific and very sensitive method to obtain linear calibration plots for the quantification of ibuprofen and diclofenac (see Figure 3.1-2). The limit of detection (LOD) for ibuprofen is 20 ng per zone and for diclofenac 89 ng per zone. The limit of quantification (LOQ) for ibuprofen is 26 ng per zone and for diclofenac 129 ng per zone.

The method is suitable for quantifying both compounds in aqueous samples at a very low level. Due to its poor light absorption ability the quantification of ibuprofen at low level was previously not possible. In terms of LOD and LOQ the method provides a real improvement of ibuprofen quantification by TLC. An additional advantage of the method is its specificity, because nearly all other compounds show no effect on vibrio fischeri bacteria.

$$TMD(k) = k \left(\frac{1}{R} - R \right) + (R - 1) = \frac{a}{(1 - a)} \quad (1)$$

k: backscattering factor ($k \geq 0$ and $k \leq 1$)
a: absorption coefficient

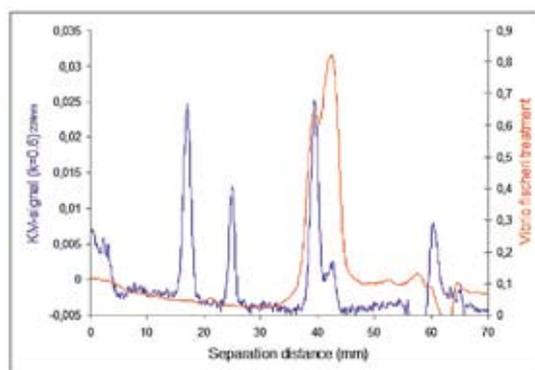


Fig. 3.1-1: Plotted are the densitograms of UV-evaluation at 224 nm and a vibrio fischeri treatment. The compounds diclofenac and ibuprofen are located at 39 mm separation distance (750.8 ng per zone) and at 42.5 mm separations distance (767 ng per zone)

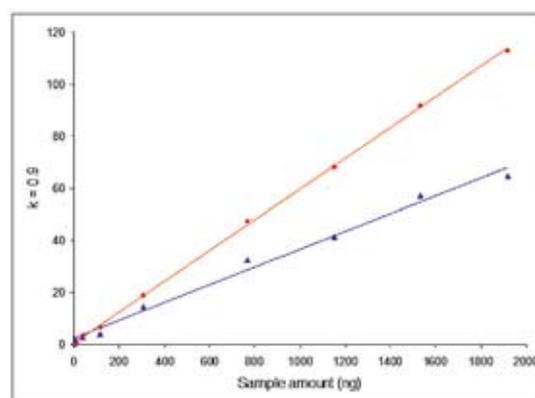


Fig. 3.2-1: Plotted are the densitograms of UV-evaluation at 224 nm and a vibrio fischeri treatment. The compounds diclofenac and ibuprofen are located at 39 mm separation distance (750.8 ng per zone) and at 42.5 mm separations distance (767 ng per zone)

Conclusion

The combination of TLC-separation using cyanopropyl-bonded plates and luminescent bacteria make sensitive quantification of ibuprofen and diclofenac possible. The method can be used for quantification of both substances in aqueous samples.

References

- [1] Broszat M., Ernst H., Spangenberg B.: A simple method for quantifying triazine herbicides using thin-layer chromatography and a CCD camera, *J. liq. chrom. & rel. technol.* 2010, 33, 948 – 956
- [2] Cleuvers M.: Mixture toxicity of the anti-inflammatory drugs diclofenac, ibuprofen, naproxen, and acetylsalicylic acid, *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 2004, 59, 309 – 315

- [3] Dietrich D. R., Webb S. F., Petry T., Kümmerer K. (Editors): *Hot Spot Pollutants: Pharmaceuticals in the Environment*, Academic Press, Elsevier Amsterdam, 2005
- [4] Kümmerer K. (Editor): *Pharmaceuticals in the Environment: Sources, Fate, Effects and Risks*. 2. Edition., Springer Berlin, Heidelberg, New York 2004
- [5] Oaks J. L., Gilbert M., Virani M. Z., Watson R. T., Meteyer C. U., Rideout B. A., Shivaprasad H. L., Ahmed S., Chaudhry M. J., Arshad M., Mahmood S., Ali A., Khan A. A.: Diclofenac residues as the cause of vulture population decline in Pakistan, *Nature* 2004, 427, 630 – 633
- [6] Spangenberg B.: Does the Kubelka-Munk theory describe TLC evaluations correctly?, *J. Planar Chromatogr.*, 2006, 19, 332 – 341

Vergleichende Analyse des europäischen Wärmepumpenmarkts

Prof. Dr.-Ing. Evgenia Sikorski

Fakultät Maschinenbau und Verfahrenstechnik

Badstraße 24
77652 Offenburg
Tel. 0781 205-254
evgenia.sikorski@hs-offenburg.de



1958: Geboren in Simferopol, Ukraine
1977–1981: Studium der Kälte- und Kryotechnik, Polytechnische Hochschule Odessa, Ukraine
1986: Promotion im Fachgebiet Maschinen und Apparate der Kälte- und Klimatechnik, Polytechnische Hochschule Odessa, Ukraine
1986–1989: Lehrtätigkeit, Polytechnische Hochschule Odessa, Ukraine
1989–1990: Wissenschaftliche Mitarbeit an der TH Köthen und ILK Dresden
1991–1998: Projektleitung für TGA bei Errichtungsprojekten in einem führenden Unternehmen der TGA-Branche
1999–2005: Projektleitung in E&F bei einem führenden Komponentenhersteller der TGA-Branche
Seit 2006: Professorin an der Hochschule Offenburg, Fakultät Maschinenbau und Verfahrenstechnik
Seit 2010: Mitglied des Instituts für Angewandte Forschung (IAF) der Hochschule Offenburg

Forschungsgebiete: Wärme- und Energiepumpen

3.10 Vergleichende Analyse des europäischen Wärmepumpenmarkts

Prof. Dr.-Ing. Evgenia Sikorski
Prof. Dr.-Ing. Eckhard Groll*
*Purdue University, IN, USA

Abstract

Statistics on European Heat Pump Market are hard to come by. Data obtained from different sources show enormous discrepancies, which calls for an explanation. It takes a detailed analysis to make all the data agree, but to the question as to what factors actually drive the HP market remains a good guess about "sort reasons" for an answer.

Einleitung

Statistische Daten über den Wärmepumpenmarkt, hier speziell den europäischen, sind schwer zu bekommen. Ausführliche länderbezogene Recherchen werden durch zwei Institutionen angeboten: BRG (International Strategic Market Research And Consultancy On Building Product And Related Markets) und BSRIA (Building Services Research and Information Association), beide in London ansässig. Beschaffung dieser Daten ist jedoch mit erheblichen Kosten verbunden. Frei zugänglich sind dagegen Berichte von EHPA (European Heat Pump Association, Brüssel), die teilweise andere Schwerpunkte setzen, anders strukturiert sind und nur acht europäische Länder behandeln. Infolgedessen wurden beim Vergleich von BRG- und EHPA-Daten enorme Diskrepanzen für vier von acht Ländern festgestellt.

Das Ziel dieses Berichts ist es, Trends auf dem europäischen Wärmepumpenmarkt aufzuzeigen. Diese Analyse war notwendig, um anschließend Untersuchungen zum Thema Energieeffizienz der Luftwärmepumpen durchzuführen.

Datenquellen

Wenn nicht anders gekennzeichnet, wurden die nachfolgenden Daten über den Marktwert und Marktvolumen den länderbezogenen Studien von BRG Consult von 2009 entnommen, sie beziehen sich auf den WP-Markt von 2008 (Abb. 3.10-1). Diese Studien behandeln nur Wärmepumpen (WP), die ausschließlich zum Heizen eingesetzt werden; d. h., die reversiblen WP bleiben dabei unberücksichtigt.

In einigen Ländern (z. B. Großbritannien, Portugal, Finnland, Norwegen und Schweden) sind jedoch die meisten Wärmepumpen reversierbar. In früheren Marktbeobachtungen war es uns möglich, entsprechende Daten den BSRIA-Studien zu entnehmen; diese Studien liegen uns leider seit 2003 nicht mehr vor. Reversierbare Luft-Luft-WP werden auch in den

EHPA-Studien behandelt, aber nur für Finnland, Norwegen und Schweden. Dadurch sind wahrscheinlich die enormen Diskrepanzen in den BRG- und EHPA-Daten für diese Länder (Faktor 4,7, 12,4(!) und 2,3) zu erklären. Dieser Bericht beschränkt sich auf eine ausführliche Trendanalyse für Frankreich und Deutschland. Solche Eingrenzung scheint vertretbar, da diese Länder zusammen über 60 % des europäischen Markts ausmachen.

Heizleistung

Die überwiegende Mehrheit der 2008 in Europa verkauften Wärmepumpen hatte die Heizleistung von weniger als 20 kW und war daher zum Einsatz in Ein- bzw. Zweifamilienhäusern bestimmt. Der Absatz von Wärmepumpen mit größeren Leistungen blieb schwach und wurde im Bereich oberflächennahe Geothermie erzielt. Weitergehende technische Segmentierung (Split-/Monoblock, Verdichtertyp, Kältemittel, eingebautes hydraulisches Modul, eingebaute elektrische Zusatzheizung etc.) wird durch BRG nicht vorgenommen. (Diese Angaben waren typisch für BSRIA-Studien.)

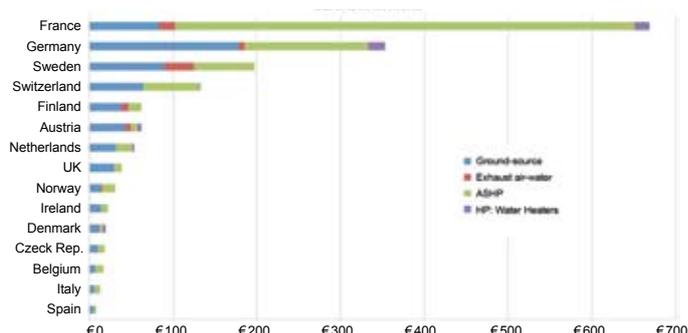


Abb. 3.10-1: Europäischer WP-Marktwert 2008 (nach BRG)

Markt und Marktvolumen

Nach den BRG-Studien ist Frankreich der klare Führer in Europa – in Bezug auf den WP-Marktwert – (668,6 Mio. €), gefolgt von Deutschland (352,9 Mio. €), Schweden (197,3 Mio. €) und der Schweiz (Mio. 132,2 €). Interessant ist, dass Frankreich erst 2007 Marktführer geworden ist, was auf die in 2005 eingeführten Steuerbegünstigungen zurückzuführen ist.

Die EHPA gibt eine andere Reihenfolge: Frankreich – Schweden – Norwegen – Deutschland (siehe Erklärungen im Abschnitt Datenquellen). Nach BRG-Daten zeigt das Marktvolumen die gleiche Reihenfolge wie der Marktwert: Frankreich – Deutschland – Schweden – Schweiz

Der britische WP-Markt scheint nach BRG-Daten sehr schwach zu sein (EHPA behandelt Großbritannien nicht). Das ist jedoch ausschließlich darauf zurückzuführen, dass dieser Markt von reversierbaren WP (speziell VRV/VRF) dominiert ist, die von BRG nicht berücksichtigt werden, da sie i.d.R. reversierbar sind. Nach BSRIA-Angaben ist der britische Markt bei weitem der stärkste VRF/VRF-Markt in Europa.

Markttrends

Das enorme Wachstum auf dem französischen WP-Markt war bedingt durch Luft-Wasser-WP (+154,9 %), während der Markt für geothermische WP nur langsam wuchs. Das enorme Wachstum führte dazu, dass Hersteller den Bedarf nicht decken konnten.

Nach einem moderaten Wachstum in 2007 wuchs der deutsche WP-Markt in 2008 stark, ungeachtet einer schwierigen wirtschaftlichen Lage. Das Wachstum war besonders stark bei Luft-Wasser-WP.

Die meisten der in Frankreich und in der Schweiz installierten WP waren die Luft-Wasser-WP (78,7 % und 56,5 %). In Deutschland dominierten dagegen die Erdreich-Wasser- und Luft-Wasser-Wärmepumpen (50,5 % und 41,7 %).

Der Absatz von Luft-Luft-WP (typisch für die USA) blieb in Europa marginal, da Wohnhäuser in Europa normalerweise nicht für Heizung mit Luft konzipiert sind.

Marktführende Hersteller

Der deutsche WP-Markt ist stark von Stiebel-Eltron dominiert, das 16.000

Einheiten in 2008 verkauft hat, was 51,4 % des deutschen WP-Markts entspricht. Der französische Markt ist dagegen unter mehreren Herstellern aufgeteilt: Daikin (21.000 Einheiten, 16,3 %), Aj Tech (16.000 Einheiten, 12,4 %), Technibel (15.000 Einheiten, 11,6 %), Ciat (14.000 Einheiten, 10,9 %), Airmat (12.800 Einheiten, 9,9 %) und Atlantic (10.900 Einheiten, 8,4 %).

WP-Applikationen

Beinahe alle Typen der WP in Frankreich und Deutschland sind für Deckung von Heizung und Warmwasserbereitung konzipiert. Die Marktanteile der WP zur Heizung oder Warmwasserbereitung sind auf jeweils 5 % begrenzt. In Deutschland verfügt beinahe die Hälfte der neu errichteten Wohnhäuser über eine Fußbodenheizung. Für Frankreich dürfte dieser Anteil wesentlich kleiner sein (Daten nicht verfügbar).

Pro-Kopf-Daten

Die Anzahl der WP, die per 1000 Einwohner in 2008 verkauft wurden, ist am höchsten in Schweden (6,24), gefolgt von Frankreich (2,53), Finnland (2,40) und Österreich (2,20). Das ist erstaunlich genug. Noch verwunderlicher ist, dass 2008 nach BRG-Studien „ein sehr schlechtes Jahr für WP in Schweden“, aber „ein extrem gutes Jahr“ in Frankreich und „erneut ein gutes Jahr“ in Finnland und Österreich war.

Elektrische Zusatzheizung

Da beinahe alle WP in Europa für hydraulische Anbindung bestimmt sind, ist es sehr hinderlich, dass keine Angaben darüber verfügbar sind, ob die WP mit oder ohne eingebautem hydraulischem Modul bzw. mit oder ohne eingebauter elektrischer Zusatzheizung den Markt dominieren.

Jahrzehntelang war elektrische Zusatzheizung sehr populär in Frankreich und äußerst unpopulär in Deutschland. Z. B. verfügten nach BSRIA-Angaben 15 % der FCUs (Gebläsekonvektoren), die in Frankreich verkauft wurden, über eine elektrische Zusatzheizung. Im Gegensatz dazu ist es in Deutschland nur 1 %, wobei der französische FCU-Markt mindestens doppelt so groß wie der deutsche ist.

Noch deutlicher unterschieden sich französische und deutsche Einstellungen zu der elektrischen Heizung (z. B. Nachtspei-

chern). Nach BRG-Angaben hat diese Heizungsart in Frankreich in den neu errichteten Wohnhäusern einen „historischen Hochstand“ von 71 % in 2007 erreicht. Ganz im Gegensatz dazu ist diese Heizungsart in Deutschland nur im Altbestand (3,4 % von Altbauten) zu finden und wird in Neubauten überhaupt nicht eingesetzt.

Daher ist zu erwarten, dass die negative Einstellung zur elektrischen Zusatzheizung auch auf den deutschen WP-Markt „durchschlägt“. Nach der durchgeführten Recherche hat sich diese Erwartung jedoch als grundsätzlich falsch erwiesen. Sieben WP-Fabrikate (darunter auch ein Fabrikat von Stiebel-Eltron als Marktführer) wurden überprüft: Sechs dieser Fabrikate verfügten über eine elektrische Zusatzheizung!

Daraus folgt, dass die überwiegende Mehrheit der WP auf dem deutschen Markt für monoenergetischen und nicht bivalenten Betrieb, wie ursprünglich angenommen, konzipiert ist. Diese Erkenntnis war ausschlaggebend bei der Auswahl der Anwendungen, die für den europäischen Markt repräsentativ sind. In einem weiteren Arbeitsschritt wurden für diese Anwendungen Berechnungen der mittleren Jahresarbeitszahl durchgeführt und Ergebnisse mit den typischen US-amerikanischen Anwendungen verglichen. (Energetische Anforderungen an Luft-WP unterschieden sich enorm in Europa und in den USA.) Ergebnisse dieser Untersuchung werden im Beitrag „EU-US Comparison of Energy Efficiency Requirements for Air-Source Heat Pumps“ an der 10th Heat Pump Conference in Tokio im Mai 2011 präsentiert.

„Weiche Faktoren“

Die Untersuchung konnte keine zwingenden technischen bzw. preislichen Gründe für den enormen Erfolg der Wärmepumpen in Schweden, der Schweiz, Finnland und Österreich gegenüber den Ländern in Südeuropa finden. Daher muss unterstellt werden, dass „die weichen Faktoren“ wie steuerliche Begünstigung, finanzielle Förderung, umweltrelevante Überlegungen, Marketing und Image hier eine entscheidende Rolle spielen.

Der beste Beweis dafür ist Frankreich, das nach den 2005 eingeführten Steuerbegünstigungen bereits 2007 zum Marktführer geworden ist.

Substratvorbehandlung zur Steigerung der Gasausbeute in Biogasanlagen

Dr.-Ing. Andreas Wilke

Fakultät Maschinenbau
und Verfahrenstechnik (M+V)

Badstraße 24

77652 Offenburg

Tel.: 0781 205-118

E-Mail: andreas.wilke@hs-offenburg.de

1966: Geboren in Halle/Westfalen

1985: Nach dem Abitur Ausbildung zum „Ver- und Entsorger“
Fachrichtung: Wasserversorgung“

1989: Studium der Biotechnologie an der TU Berlin
zum Diplom-Ingenieur

1997–2001: wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut
für Biotechnologie, Fachgebiet Bioverfahrenstechnik

2001: Promotion zum Thema „Biosorptive Schwermetallentfernung
aus industriellen Abwässern mittels immobilisierten Mikroalgen“

2001–2004: Projektleitung am GKSS-Forschungszentrum
am Standort Geesthacht im Bereich „Integrierte Produktabtrennung bei biotechnologischen
Fermentationsprozessen“

2004–2005: Stellvertretender Leiter der Abteilung Zellbiologie am GKSS-Forschungszentrum am
Standort Teltow bei Berlin im Bereich „Entwicklung von Bioreaktoren auf Grundlage von
Hohlfasermembranen in der regenerativen Medizin“

Seit 2005: Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Hochschule Offenburg im Bereich
Bioverfahrenstechnik



Forschungsgebiete: Biogas, Mikrobielle Brennstoffzelle, Entwicklung von Bioprocessen

3.2 Substratvorbehandlung zur Steigerung der Gasausbeute in Biogasanlagen

Dr.-Ing. Andreas Wilke
B. Sc. Philipp Huber

Abstract

In the focus of this research work two different substrate pretreatment methods in biogas plants are presented. It can be demonstrated that the biological-enzymatic and also the thermal substrate pretreatment have the potential to increase the dissolved organic carbon concentration of the analyzed substrates. An improved utilization of cellulose-rich substrate can lead to an increase of the biogas yield in a biogas plant and therefore increase the economical situation for this environmental friendly technology.

Einleitung

Die biologische Verwertung von cellulose-/hemicellulose- und lignocellulose-reichen organischen Substraten zur Erzeugung von Energieträgern gewinnt zunehmend an Bedeutung. Im Gegensatz zu Biokraftstoffen der ersten Generation, bei denen nur ein kleiner Teil des pflanzlichen Materials eingesetzt worden ist (Öl, Zucker, Stärke), wird bei Biokraftstoffen der zweiten Generation fast die vollständige Pflanze einschließlich der schwer zugänglichen Cellulose verwendet. In Biogasanlagen führt diese Zielstellung jedoch häufig zu Problemen. Lignocellulose-

reiches Material ist für viele Mikroorganismen schwer oder gar nicht abbaubar. Als Folge verlässt dieses organische Material zumeist ungenutzt die Biogasanlage als nicht abgebaute Faserstoffe und ist somit ein fester Bestandteil des Gärrests.

Es wird im Allgemeinen davon ausgegangen, dass der unvollständige anaerobe Abbau der lignocellulosehaltigen Substrate auf die Inkrustierung der Polysaccharidstrukturen durch Lignin, durch die schwer hydrolysierbaren, kristallinen Strukturen der Cellulose und nicht zuletzt durch den heterogenen Aufbau der Hemicellulosen begründet werden kann [1,2,3].

Zielstellungen

Um die schwer abbaubaren Pflanzenteile wie Cellulose, Hemicellulose oder Lignin den Mikroorganismen in einer Biogasanlage besser zugänglich zu machen, können Biogassubstrate vorbehandelt werden.

In den Arbeiten an der Hochschule Offenburg werden grundsätzlich zwei Aufschlussverfahren der pflanzlichen Substrate untersucht. Neben der thermischen Vorbehandlung kommt eine biologisch-enzymatische Zerstörung der beschriebenen Makrostrukturen zum Einsatz. Beide Verfahren haben zum Ziel, einen größeren Anteil der Biogassubstrate wie Maissilage oder Grassilage in Biogas umzusetzen und damit die Energieeffizienz der Biogasanlagen deutlich zu steigern.

Angewandte Methoden

a) *Biologisch-enzymatische Vorbehandlung*

Auswahl potenzieller Enzymproduzenten

In einem ersten Schritt wird nach Mikroorganismen gesucht, die die schwer abbaubaren Kohlenhydrate des eingesetzten pflanzlichen Materials durch Exoenzymen aufschließen können. Ziele der hydrolytischen Spaltung sind die Nicht-Stärke-Polysaccharide, vorrangig die Cellulose. Hierbei sind die hydrolytischen Enzyme wie Cellobiosidasen, Endo- und Exoglucanasen, Xylanasen und Galactosidasen verantwortlich. Diese von Mikroorganismen gebildeten Enzyme zum Celluloseabbau müssen also in hoher Konzentration gebildet werden und sollten zudem noch eine hohe cellulolytische Aktivität aufweisen.



Abb. 3.2-1: Lichtmikroskopische Aufnahme in 200-facher Vergrößerung von *Myceliophthora thermophila* [4]

Als Beispielorganismus ist an dieser Stelle der thermophile Cellulaseproduzent *Myceliophthora thermophila* genannt, der bei Temperaturen von 45°C ein Wachstumsoptimum hat (vgl. Abb. 3.2-1).

Die Vorteile der hohen Prozesstemperatur sind vor allem in einem erhöhten Stoffwechsel und damit einer erhöhten Enzyymbildung zu finden. Ein weiterer prozesstechnischer Vorteil ist die Verhinderung von Kontaminationen bei vergleichbar hohen Temperaturen. Es sind nur wenige Mikroorganismen bekannt, die in ähnlich hohen Temperaturbereichen ihr Wachstumsoptimum zeigen. Die Gefahr einer Kontamination kann dementsprechend minimiert werden.

Aber auch andere Enzymproduzenten (Bakterien oder Pilze), die sich durch eine hohe cellulolytische Aktivität und schnelles Wachstum auszeichnen, sollten näher charakterisiert werden. In der vorgestellten Untersuchung wurden aus diesem Grund weitere aussichtsreiche Mikroorganismen in das Screening einbezogen (vgl. Abb. 3.2-2).

Kultivierungsmedium

Die verwendeten Kulturmedien sollten zum einen ein leicht verstoffwechselbares Kohlenhydrat (z.B. Stärke) und zum anderen einen sogenannten Induktor (z. B. Cellulose) enthalten. Die leicht metabolisierbare Stärke dient dazu, ein schnelles Anwachsen der mikrobiellen Biomasse zu erzielen. Der Celluloseanteil als zweiter Kohlenhydratbestandteil sorgt anschließend dafür, dass die hydrolytischen Enzyme wie Cellulasen von den Enzymproduzenten überhaupt erst induziert und gebildet werden können.

Aus diesem Grund wurde in dem oben beschriebenen Screening für alle untersuchten Mikroorganismen zur Enzyminduktion fein gehäckselte Maissilage als Kohlenstoffquelle verwendet. Diese enthält sowohl Stärke als auch die notwendige Cellulose als Kohlenstoffquelle. Die sonstige Medienzusammensetzung (Stickstoff-, Phosphatquelle, Spurenelemente) ist ebenfalls identisch. Unterschiedliche pH-Wert-Ansprüche der Mikroorganismen wurden mit einem entsprechenden pH-Puffer eingestellt.

b) Thermische Vorbehandlung

Da bei vielen Biogasanlagen ein hoher Prozentsatz der erzeugten Wärme aus



Abb. 3.2-2: Celluloseabbau durch den Pilz *Myceliophthora thermophila* nach 29-stündiger Inkubationszeit. Bild rechts: Schüttelkolben versetzt mit Pilz und Cellulosestreifen. Bild links: Negativkontrolle (enthält ebenfalls Cellulosestreifen und Kultivierungsmedium, aber keinen cellulasebildenden Pilz) [4]

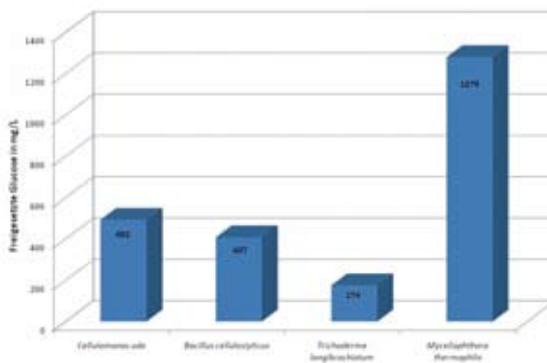


Abb. 3.2-3: Durch die Mikroorganismen freigesetzte Glucosemenge als Abbauprodukt, ausgehend von einer definierten Cellulosevorlage [4]

Blockheizkraftwerken bislang keiner Nutzung zugeführt werden kann, wird an der Hochschule Offenburg versucht, diese zum Substrataufschluss zu nutzen.

Bei der thermischen Vorbehandlung hat man sich zunächst auf vier gängige Substrate von Biogasanlagen beschränkt. Eingesetzt wurden Speisereste, Maissilage, Frischmais und Gärreste. Bei den Gärresten handelt es sich um die bereits in einer Biogasanlage umgesetzten Reststoffe. Sie zeichnen sich durch einen hohen Anteil schwer zugänglicher Kohlenhydrate aus.

In den Untersuchungen wurden die Substrate unterschiedlichen Temperaturen ausgesetzt. Im Anschluss wurde der gelöste Gesamtkohlenstoffanteil in der flüssigen Phase als Dissolved Organic Carbon (DOC) gemessen. Hohe DOC-Werte weisen darauf hin, dass die unlöslichen Kohlenhydrate wie Cellulose/Hemi- und Lignocellulose aufgeschlossen bzw. hydrolysiert wurden und in die lösliche, wässrige Phase überführt worden sind. Dementsprechend kann davon ausgegangen werden, dass hohe DOC-Werte auch eine höhere Methanausbeute erwarten lassen, da der Kohlenstoff nur in gelöster Form für die „Biogasbakterien“ verfügbar ist.

Ergebnisse

a) Biologisch-enzymatische Vorbehandlung

In einer qualitativen Versuchsreihe wurden verschiedene Mikroorganismen auf ihre Fähigkeit untersucht, cellulosehaltiges Material abzubauen. Hierzu wurden potenzielle Cellulasebildner in ein Kulturmedium mit einer leicht verstoffwechselbaren Kohlenstoffquelle und zusätzlich mit einem Cellulosestreifen versetzt. Die leicht verstoffwechselbare Kohlenstoffquelle dient zunächst der Zellvermehrung. Ist diese verbraucht, muss der zu untersuchende Mikroorganismus die Cellulose abbauen, um sich weiter vermehren zu können. Hierzu müssen die entsprechenden Enzyme gebildet werden, die dann in der Lage sind, die Cellulose hydrolytisch zu spalten und den Cellulosestreifen aufzulösen. In Abbildung 3.2-2 ist dieser Vorgang exemplarisch für den Pilz *Myceliophthora thermophila* dargestellt.

In diesen Untersuchungen lassen sich somit erste Hinweise sammeln, ob ein Mikroorganismus überhaupt in der Lage ist, Cellulose hydrolytisch in kleinere Zuckereinheiten zu spalten.

Im nächsten Schritt wurden Untersuchungen durchgeführt, die cellulolytische Aktivität zu quantifizieren. Hierzu wird, ähnlich wie in den oben beschriebenen Versuchen, eine definierte Menge an Cellulosefilterpapier dem Ansatz zugegeben. In festgelegten Zeitintervallen wird dann die Zunahme der Glucosekonzentration als Abbauprodukt der

Cellulose gemessen. Eine hohe Glucosekonzentration weist demnach auf einen hohen Celluloseabbau hin. Die Ergebnisse für einige Mikroorganismen können der Abbildung 3.2-3 entnommen werden.

Aus der Abbildung 3.2-3 ist deutlich zu erkennen, dass die verschiedenen Mikroorganismen in unterschiedlicher Weise in der Lage sind, Glucosemoleküle aus der vorhandenen Cellulose abzuspalten. Während *Trichoderma* unter den gegebenen Voraussetzungen mit nur 174 mg/L vergleichsweise geringe Mengen an Glucose freisetzen kann, ist *Myceliophthora* in der Lage, die mehr als siebenfache Menge des Abbauprodukts der Cellulose in der gleichen Zeit zu bilden. Es ist zu erwarten, dass sich hierdurch die Biogasproduktion in einer Biogasanlage deutlich steigern lässt.

b) Thermische Vorbehandlung

Für die Untersuchungen wurden die für Biogasanlagen häufig eingesetzten Substrate wie Maissilage und Speisereste verwendet. Um die Auswirkungen der Silierung auf die hydrolytische Spaltung von schwer löslichen Kohlenhydraten zu überprüfen, wurde ebenfalls Frischmais in die Arbeiten mit einbezogen. Als viertes Substrat wurden Gärreste verwendet. Hierbei handelt es sich um die Reststoffe aus einer Biogasanlage. Diese enthalten zum größten Teil schwer bis sehr schwer lösliche Kohlenstoffe und nur wenig bis keine in einer Biogasanlage direkt verwertbaren Kohlenhydrate. Überprüft wurde in den Untersuchungen, inwieweit die Temperatur die Hydrolyse bzw. Löslichkeit der Kohlenhydrate beeinflusst. Für die Versuche wurde bei allen Substraten die gleiche Trockenmasse eingesetzt,

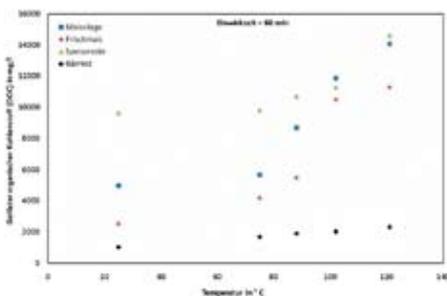


Abb. 3.2-4: Einfluss der Temperatur auf die Löslichkeit des Kohlenstoffs für verschiedene Substrate in einer Biogasanlage bei einer Haltezeit von 60 Minuten [5]

um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten. Die Ergebnisse bitte Abbildung 3.2-4 entnehmen [5].

Bei einer Temperatur von 25°C ist eine unterschiedliche Löslichkeit des organischen Kohlenstoffs in der wässrigen Phase festzustellen. Während die Speisereste sich bereits bei dieser niedrigen Temperatur sehr gut lösen, zeichnen sich die Gärreste durch einen sehr niedrigen DOC aus. Dieses Ergebnis ist auf den vergleichsweise hohen Gehalt an gut löslichen Mono- und Disacchariden im Fall der Speisereste zurückzuführen. Der hohe Verarbeitungsgrad von Nahrungsmitteln für die menschliche Ernährung führt zu einer hohen Konzentration an verwertbaren Kohlenhydraten. Diese zeichnen sich durch eine hohe Wasserlöslichkeit aus. Im Fall der Gärreste wurden die leicht löslichen Komponenten bereits in der Biogasanlage durch die vorhandene Biozönose umgesetzt. Die Reststoffe setzen sich aus diesem Grund überwiegend aus unlöslichen Kohlenstoffverbindungen zusammen und weisen daher nur einen geringen DOC-Wert auf. Der Silierungsprozess beim Mais führt bereits bei Raumtemperatur zu einer verbesserten Löslichkeit des Kohlenstoffs, was der direkte Vergleich von Maissilage und Frischmais zeigt.

Eine Temperaturzunahme bewirkt ab ca. 80°C bei allen Substraten eine deutliche Zunahme der gemessenen DOC-Werte. Die Versuchsreihe bei 121°C bewirkt eine 4,5-fache Löslichkeit für Frischmais, eine 2,8-fache für Maissilage, eine 2,3-fache für den Gärrest und eine 1,5-fache verbesserte Löslichkeit für die Speisereste im Vergleich zur Versuchsreihe bei 25°C.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass eine Nutzung der Überschusswärme in einer Biogasanlage zum erhöhten Substrataufschluss und somit zu einer deutlich verbesserten Biogasausbeute führen kann.

Ausblick

Beide Methoden der Substratvorbehandlung haben in den durchgeführten Untersuchungen gezeigt, dass eine technische Umsetzung zu einer verbesserten Biogasausbeute führen könnte. In beiden Fällen stehen Versuche im hochschuleigenen Gärteststand aus, um nachzuweisen, dass die in einer Biogasanlage vorhandenen Bakterien in der Lage sind, den erhöhten löslichen orga-

nischen Kohlenstoffanteil auch in Biogas umzusetzen.

Im Fall der biologisch-enzymatischen Substratvorbehandlung steht die technische Einbindung einer solchen Enzymproduktion in einen laufenden Biogasprozess (Reaktorauslegung, Reaktionsführung) im Mittelpunkt künftiger Arbeiten, damit die Voraussetzungen einer wirtschaftlichen Umsetzung gegeben sind. Der Fokus der biologischen Arbeiten liegt in einer Fortführung des mikrobiologischen Enzymscreenings und einer verbesserten Induktion der Enzymbildung. Hierdurch soll ein stärkerer Aufschluss des ungelösten organischen Kohlenstoffs erreicht werden.

Die thermische Substratvorbehandlung wird sich in ihrer Anwendung auf geeignete Substrate beschränken (vgl. Abb. 3.2-4). In Frage kommen hier nachwachsende Rohstoffe mit einem hohen unlöslichen organischen Anteil an Kohlenstoff. Ebenfalls muss bei potenziellen Biogasanlagen eine ausreichende Menge an Überschusswärme vorhanden sein, damit das angestrebte Verfahren wirtschaftlich umgesetzt werden kann.

Zur Prozessoptimierung werden künftig weitere Untersuchungen einer Variation und Kombination der Parameter Druck, Temperatur, Einwirkzeit auf den Aufschlussgrad der Substrate durchgeführt.

Referenzen

- [1] Beguin P., Aubert J. P. (1994): The biological degradation of cellulose. *FEMS Microbiology Reviews* 13, 25 – 28
- [2] Lynd L. R., Wimer P., van Zyl W. H., Pretorius I. S. (2002): Microbial Cellulose Utilization: Fundamentals and Biotechnology. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 66(3), 506 – 577
- [3] Saha B.C. (2003): Hemicellulose bioconversion. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology* 30, 279 – 291
- [4] Gärtner J. (2011): Der Einfluss von hydrolytischen Mikroorganismen auf die Biogasbildung; Diplomarbeit (in Bearbeitung) an der Hochschule Offenburg; Fakultät M+V
- [5] Bughart S. (2011): Thermische Substratvorbehandlung für die Biogasanlage; Bachelorarbeit (in Bearbeitung) an der Hochschule Offenburg; Fakultät M+V

Raster-Elektronenmikroskop ermöglicht Untersuchungen mit höchster Auflösung und Präzision

Prof. Dr. rer. nat. Walter A. Großhans

Zentrum für Physik
Fakultät für Maschinenbau
und Verfahrenstechnik

Badstraße 24
77652 Offenburg
Tel. 0781 205-115
grosshans@hs-offenburg.de

1950: geboren in Tiengen / Hochrhein
1972–1980: Studium der Physik, Universität Freiburg und CERN, Genf
1980–1987: Promotion, Universität Paderborn und HASYLAB am DESY, Hamburg
Thema: Röntgenbeugung an seltenen Erden unter Druck
1987–1990: Systemanalytiker bei Böhringer Ingelheim
Seit 1990: Professor für Mathematik, Physik und Messtechnik an der Hochschule Offenburg
Wissenschaftlicher Leiter Zentrum für Physik



Forschungsgebiete: Röntgenbeugung und Raman-Streuung unter hohen Drücken

3.3 Raster-Elektronenmikroskop ermöglicht Untersuchungen mit höchster Auflösung und Präzision

Prof. Dr. rer. nat. Walter A. Großhans

Seit Beginn dieses Jahres hat das Zentrum für Physik der Hochschule Offenburg ein neues Rasterelektronen-Mikroskop (REM) der Firma Jeol.

Das JSM-6610LV ist ein modernes, hochauflösendes digitales Raster-Elektronenmikroskop mit Niedervakuum-Betriebsmodus. Nach Standard befindet sich die Probe in einem Elektronenmikroskop im Hochvakuum bei etwa 10^{-5} Pa. Der optionale Niedervakuumbetrieb reicht von 10 Pa bis 270 Pa. Er ist besonders geeignet für die Untersuchung von ausgasenden, feuchten, klebrigen oder elektrisch isolierenden Proben wie stärkehaltigen Bakterien und Zellen.

Das neue REM bietet Vergrößerungen zwischen 5 und $3 \cdot 10^5$. Im Vergleich dazu schafft ein normales gutes Lichtmikroskop eine Vergrößerung um etwa den Faktor 2000. Die Beschleunigungsspannung für die Elektronen ist zwischen 0,3 kV und 30 kV einstellbar. Mit niederen Elektronenenergien können insbesondere sehr empfindliche Materialien wie Papier oder Filterfasern betrachtet werden, bei denen hochenergetische Elektronen zur Zerstörung der Proben führen. Die Detektoren für Sekundär- und Rückstreuelektronen bieten eine Auflösung von weniger als 10 nm. Mit dabei ist auch ein Transmissionsdetektor für dünne Proben und eine Infrarotkamera zur visuellen Beobachtung des Probenraums.

Unser neues REM hat eine große Probenkammer, die sich durch Eigenanfertigungen für modifizierte Probenhalterungen leicht erweitern lässt. Die besonders stabile Probenbühne ermöglicht das sichere Verfahren von Proben bis zu einer Gesamtmasse von 5 kg. Damit lassen sich Versuche zur Gefügeanalyse, zur Fraktografie, zur Topografie und zur Schadensfallanalyse durchführen, die nicht nur im neuen Studiengang Material Engineering Anwendung finden.

Zusätzlich ist das JSM-6610LV mit dem INCA Energy 350 EDX-System der Firma Oxford Instruments ausgerüstet. Damit gibt es an der Hochschule Offenburg das erste Mal die Möglichkeit, die Verteilung der Elemente in einer Probe mithilfe der energiedispersiven Röntgenanalyse zu bestimmen. Der Peltier-gekühlte Detektor braucht keinen flüssigen Stickstoff und gestattet über ein

quantitatives Elementmapping die lokale chemische Analyse der Probe. Bei einer typischen Auflösung von 125 eV (für $MnK\alpha$) können Elemente von Be bis Pu detektiert werden.

Die vielseitige Probenkammer erlaubt bei Bedarf die Nachrüstung weiterer Detektoren etwa zur Analyse der Orientierung von Kristallen, zum Nachweis der Kathodenlumineszenz oder zur Erfassung von Rückstreuelektronen im Niedervakuumbetrieb.

Mit einem neuen Raster-Elektronenmikroskop zeigt die Hochschule Offenburg ihre Innovationskraft und verfügt über ein weiteres wichtiges Hilfsmittel zur Unterstützung der heimischen Industrie. Diese Unternehmen können damit gewonnene Erkenntnisse zur Sicherung der Qualität in unterschiedlichsten Bereichen nutzen.



Abb. 3.3-1: Gesamtansicht des Raster-Elektronenmikroskops mit EDX-System

Prädiktiver Betrieb von thermisch aktiven Bauteilsystemen (TABS)

Prof. Dipl.-Ing. Elmar Bollin

Fakultät Maschinenbau und
Verfahrenstechnik (M+V),
Leiter der Forschungsgruppe net –
Nachhaltige Energietechnik
an der Hochschule Offenburg

Badstraße 24, 77652 Offenburg

Tel.: 0781 205-126

E-Mail: bollin@hs-offenburg.de

1954: Geboren in Lörrach

Studium Maschinenbau an der Technischen Hochschule Karlsruhe

1981: Abschlussdiplom

1982–92: Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer Institut
für Solare Energiesysteme Freiburg

Seit 1993: Professur an der Hochschule Offenburg

Seit 2000: Mitglied des Instituts für Angewandte Forschung (IAF)
der Hochschule Offenburg



Lehrgebiete: Solartechnik, Regelungstechnik, Gebäudeautomation

Forschungsgebiete: Solarthermische Großanlagen, Photovoltaische
Inselversorgung, Energiemanagement in Gebäuden

3.4 Prädiktiver Betrieb von thermisch aktiven Bauteilsystemen (TABS)

Prof. Dipl.-Ing. Elmar Bollin
Dipl.-Ing. Thomas Feldmann

Abstract

Due to their high inertia, the control of Thermal Activated Building Systems (TABS) is difficult to handle. A concrete core conditioning system has a typical time constant of 15 hours. Therefore TABS are operated normally 24 hours a day or at least the whole night with moderate inlet temperatures near the desired room temperatures. The inlet temperature is calculated depending on the mean value of the ambient temperature which leads to long times when the system runs with minimal difference between inlets and return temperature.

If the amount of energy needed for the next day would be known, be it for cooling or heating, the TABS could be charged with the highest or lowest possible inlet temperature and therefore shortest possible operation time of the pumps. The ceiling would then be used as energy storage. To make a prediction of the upcoming energy demand, a simple model is needed, which calculates the energy demand as a function of weather forecast and scheduled use of the building.

Such a model was generated for the new building of Elektror Airsystems in Filderstadt making hundreds of calculations using a detailed thermal model of the building. After further tests with the Simulation Program TRNSYS it was implemented in the real Building Automation System.

This Building Automation System receives weather forecasts by calling the webservice of a weather service provider. Ambient temperature and solar radiation are used to calculate the energy demand of the next day. The energy is stored in the ceilings equally distributed over the whole day by operating the pumps in a pulse width modulated mode. The results of summer 2009 were very satisfying concerning energy demand and comfort with a decrease of system operation time of 70 %.

TABS – eine Erfolgsgeschichte

In Verwaltungs- und Gewerbebauten werden immer häufiger thermoaktive Bauteilsysteme, kurz „TABS“, zur Temperierung des Gebäudes eingesetzt. Hierbei werden Teile der Gebäudestruktur, meist die Geschossdecken, mit bauteilintegrierten Rohrregistern gekühlt oder beheizt. Dadurch ergibt sich eine energieeffiziente und nachhaltige Systemlösung, die einen kostengünstigen Betrieb bei hohem Komfort ermöglicht. Sie ist auch ideal für den Einsatz regenerativer Energie aus Erdreich, Grundwasser und Außenluft geeignet.

Die Geschossdecken werden mit Wärme- oder Kälteenergie beladen, indem warmes oder kaltes Wasser mit Temperaturen nahe der gewünschten Raumtemperatur durch die im Bauteil integrierten Rohrregister zirkuliert. Die Vorlauftemperaturen variieren zumeist zwischen 17 °C und 28 °C. Die Energiezufuhr kann durch Variation von Vorlauftemperatur, Massenstrom und Ladezeit gesteuert werden.

Die große Wärme übertragende Fläche der Decke macht es möglich, schon bei geringen Über- bzw. Untertemperaturen ausreichend Leistung an den Raum zu übertragen. Sie erfolgt zu 60 % über Strahlung und zu 40 % über Konvektion.

Wegen der großen Systemträgheit ist jedoch eine schnelle Temperaturregelung nicht möglich. Die Entladung findet ohne direkte Einflussmöglichkeit des Raumnutzers völlig passiv statt. Da der benötigte Wärme- bzw. Kältebedarf eines Raums aber nicht exakt vorhersehbar ist, kommt es systembedingt zu Ladereserven und damit zu einem erhöhten Energieeinsatz.

Regelungstechnische Herausforderung und Konsequenzen für die Praxis

Durch die große Trägheit von TABS mit Verzögerungszeiten von mehreren Stunden ist eine Regelung der Gebäudetemperatur mit TABS als Stellglied durch klassische Regelalgorithmen nicht realisierbar. In der Praxis werden solche Systeme daher nicht geregelt, sondern ohne Berücksichtigung des Raumzustands gesteuert. Meist wird der gleitende Mittelwert der Außentemperatur über 24 Stunden als Referenzgröße genommen, nach der dann mit einer Heiz- und einer Kühlkurve die Vorlauftemperatur des TABS-Kreislaufs bestimmt wird. Zwischen den Betriebsarten Kühlen und Heizen liegt ein Totband, in dem die Anlage außer Betrieb genommen wird. Die Pumpe wird im Dauerbetrieb mit konstanter Drehzahl betrieben. Sie läuft auch dann, wenn keine Wärme oder Kälte abgenommen wird, die Temperaturspreizung zwischen Vor- und Rücklauf der TABS also gleich oder nahe null ist.

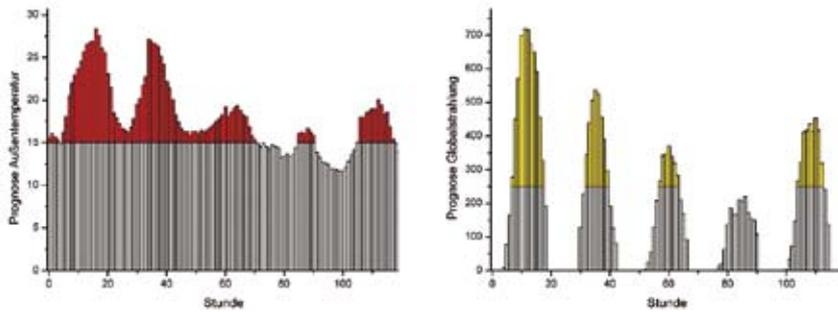


Abb. 3.4-1: Prinzip der Bestimmung von Temperatur- und Strahlungslastsummen

Das System ist bei dieser Betriebsweise relativ gutmütig zu betreiben, da die Betriebstemperaturen immer nahe der gewünschten Raumtemperatur liegen. Bei plötzlichen Temperaturwechseln kann es jedoch aufgrund der Trägheit des Systems zu Komforteinbußen kommen und auch der Energiebedarf bietet aufgrund der hohen Pumpenlaufzeiten noch Optimierungspotenzial. Die aufmerksame Begleitung der Anlage durch geschultes Personal ist erforderlich, bis die Parameter so eingestellt sind, dass die Nutzer mit den Raumtemperaturen zufrieden sind. Es vergeht in der Praxis ein ganzes Jahr, weil das Verhalten in den verschiedenen Jahreszeiten angepasst werden muss. Fehlen in einem Sommer oder Winter extreme Temperaturen, ist sogar noch längere beobachtende und justierende Begleitung notwendig.

Der größte Nachteil sind die häufig auftretenden Betriebszustände der Anlage, in denen vom TABS praktisch keine Energie abgenommen wird, die Pumpen jedoch trotzdem weiterlaufen. Hier wäre es besser, wenn bei geringer Temperaturspreizung zwischen Vor- und Rücklauf abgeschaltet werden würde. Da sich bei Anlagenstillstand die Temperaturspreizung nicht sinnvoll messen lässt, muss die Anlage dann jedoch in regelmäßigen Abständen für eine gewisse Zeit wieder in Betrieb genommen werden, um feststellen zu können, ob die Betondecken wieder Kälte oder Wärme abnehmen können.

Prädiktives Betriebskonzept

Ein ganz anderer Ansatz wurde im Rahmen des Projekts „Simulationsgestützte Automation für die nachhaltige sommerliche Klimatisierung von Gebäuden“ verfolgt. Es ist Bestandteil des Förderprogramms „Klimazwei“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF).

Um die Pumpenlaufzeiten zu minimieren, sollte die Anlage möglichst effektiv arbeiten. Die Menge an Energie, die pro Zeiteinheit im Kühlbetrieb den Decken entzogen oder im Heizbetrieb in die Decken eingebracht wird, soll maximal sein. Dies wird erreicht, indem mit konstanten minimal beziehungsweise maximal möglichen Temperaturen gefahren wird. Dies führt zwangsläufig zu maximalen Temperaturspreizungen und damit zu maximaler Effektivität, bezogen auf die Pumpenlaufzeit. Die Energiemenge wird allein über die Laufzeit der Anlage gesteuert und nicht über die Variation der Vorlauftemperatur. Es wurde dem Thema des Projekts entsprechend lediglich der Kühlbetrieb betrachtet, die Ergebnisse lassen sich jedoch auch auf den Heizbetrieb übertragen.

Da die Beladung der Bauteile erst nach Stunden ihre Wirkung zeigt, muss sehr sorgfältig und überlegt vorgegangen werden. Die entscheidende Frage ist, wie viel Energie den TABS in einer Kühlphase entzogen werden muss, damit das Gebäude in den folgenden Stunden die Komfortbedingungen nicht verletzt. Ein schnelles Gegensteuern ist mit solch einem trägen System nicht möglich. Angenommen, es wurde zu wenig gekühlt, wird es spätestens in den Nachmittagsstunden zu Übertemperaturen in exponierten Räumen kommen. Jetzt ist es jedoch zu spät, um die Pumpen erneut zu starten, denn bis der Kühleffekt im Raum ankommt, dauert es viele Stunden.

Bestimmung des Kühlbedarfs

Entscheidend für das Funktionieren des oben beschriebenen Regelkonzepts ist die zuverlässige Vorhersage des Kühlbedarfs, der notwendig ist, um die Raumtemperaturen unterhalb einer Grenze von 26°C zu halten. Denkbar wäre es, diesen durch eine betriebsbegleitende Simulation mit einem aufwendigen Ge-

bäudemodell in TRNSYS und einer Wetterprognose zu bestimmen. Der erforderliche Aufwand, der für ein zuverlässiges Funktionieren notwendig ist, überschreitet jedoch das vertretbare Maß erheblich. Es gilt also einen einfachen Algorithmus zu finden, mit dem der Kühlbedarf des kommenden Tags hinreichend genau bestimmt werden kann.

Die wichtigsten Einflussgrößen auf den Kühlbedarf sind die Außentemperatur, die solare Einstrahlung sowie die inneren Lasten durch Menschen und Geräte. Um die Frage beantworten zu können, wie die Temperatur- und Strahlungsdaten mit dem Kühlbedarf des Gebäudes zusammenhängen, sind umfangreiche TRNSYS-Simulationsrechnungen mit dem Meteororm Standardwetterdatensatz für Stuttgart durchgeführt worden.

Bewertung der Wetterprognose

Als Maß für den Einfluss der Außentemperatur wurde die prognostizierte Überschreitung einer bestimmten Grenztemperatur tageweise summiert. Dasselbe wird für die Globalstrahlung gemacht wie in Abbildung 3.4-1 dargestellt. Als Ergebnis erhält man für jeden der kommenden fünf Tage die Lastsummen sowohl für die Außentemperatur als auch für die Globalstrahlung. Diese Lastsummen sind für die Aufheizung des Gebäudes relevante Größen. Der Einfluss der inneren Lasten ist für Arbeitstage und Wochenenden jeweils nahezu konstant – mit Ausnahme der Beleuchtung, die sich allerdings in der Sommerperiode so gut wie nicht auswirkt.

Vereinfachtes Modell

Das Ergebnis eines solchen Simulationslaufs ist in Abbildung 3.4-2 dargestellt. Trägt man die durch die Simulation bestimmte Kältemenge über die Temperatur-Lastsummen (Abb. 3.4-1 links) auf, erhält man eine relativ weit gestreute Punktwolke, die schon einen gewissen linearen Zusammenhang erkennen lässt. Werden jedoch die Punkte entsprechend der Strahlungs-Lastsummen (Abb. 3.4-1 rechts) eingefärbt, werden die Verhältnisse eindeutiger. Aus der Kombination von Temperatur- und Strahlungs-Lastsummen lässt sich die notwendige Kältemenge anhand des Kennfelds ziemlich genau bestimmen. In der Praxis kann man, ausgehend von einer Regressionsgeraden, Korrekturen für die Strahlung anbringen und erhält so die für den kommenden Tag notwendige Kältemenge.

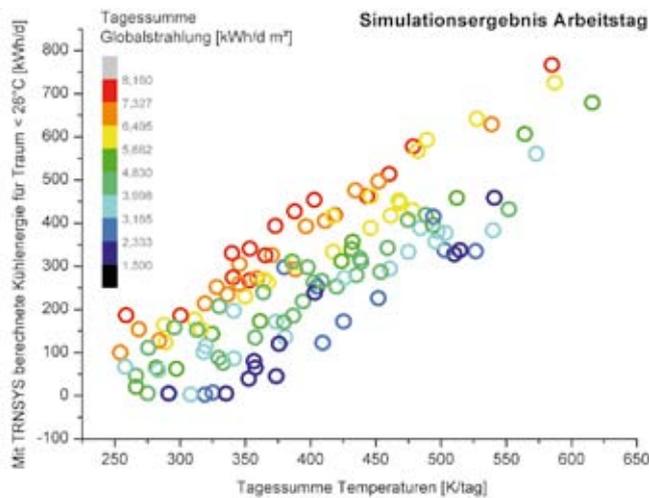


Abb. 3.4-2: Abhängigkeit der notwendigen Kühlenergie von Temperatur und Globalstrahlung

Dosierung der Energiemenge

Um die in die TABS eingebrachte Kältemenge exakt dosieren zu können, muss während des Betriebs mitgerechnet oder ein Wärmemengenzähler ausgelesen und beobachtet werden. Dies ist jedoch vor allem im Fall des Betriebs mit Pulsweitenmodulation (PWM-Betrieb) nicht ganz einfach und erfordert zudem eine sehr genaue messtechnische Ausrüstung der Anlage. Da diese im Falle des Neubaus Elektror nicht vorhanden war und auch die Datenerfassung zu Beginn der Testphase nicht zuverlässig funktionierte, wurde mithilfe der TRNSYS-Simulation untersucht, ob die Summierung der Energiemenge online durch eine reine Zeitsteuerung der Pumpen ersetzt werden kann. In Abbildung 3.4-3 ist der Zusammenhang zwischen Laufzeit der Pumpe und der transportierten Energiemenge zu sehen.

Aufgrund des geringen Fehlers, der sich ergibt, wenn die Energiemenge nicht mitgerechnet, sondern lediglich die Laufzeit der Pumpe für die Dosierung herangezogen wird, wurde für die praktische Umsetzung in der Steuerung des Gebäudes Elektror auf die Auswertung des Wärmemengenzählers verzichtet. Der Fehler, der auftreten kann, liegt unterhalb der Messgenauigkeit von üblichen Wärmemengenzählern. In den Simulationsrechnungen wurde daher ebenfalls nicht mitgerechnet, sondern nach Pumpenlaufzeit dosiert.

Abbildung 3.4-3 - Abhängigkeit der transportierten Energie von der Pumpenlaufzeit auf Basis von Simulationsrechnungen

in TRNSYSEs wurden zwei mögliche Varianten der Pumpensteuerung genauer untersucht. Zum einen der ununterbrochene Betrieb vorzugsweise in den Nachtstunden, zum anderen die gleichmäßige Aufteilung der erforderlichen Laufzeit über 24 Stunden durch Pulsweitenmodulationsbetrieb der Pumpen.

Betrieb vorzugsweise in den Nachtstunden

Der ununterbrochene Betrieb vorzugsweise in den Nachtstunden macht sich die Speicherfähigkeit von Betondecken zunutze. Der Kältespeicher Betondecke wird während der Nachtstunden beladen und erwärmt sich im Lauf des Tages durch die in die Räume eingebrachten inneren und äußeren thermischen Lasten. Die Beladung muss so dosiert werden, dass die Räume weder am Morgen zu kalt, noch am Nachmittag zu warm werden. Eine Nachkühlung während des Tages, um Fehler zu korrigieren ist nicht möglich. Sie wäre aufgrund der großen Trägheit des Systems wirkungs-

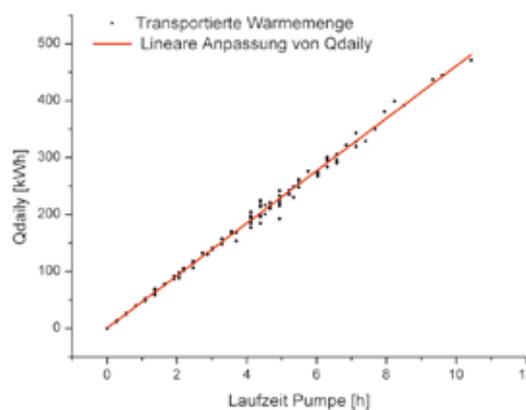


Abb. 3.4-3: Abhängigkeit der transportierten Energie von der Pumpenlaufzeit auf Basis von Simulationsrechnungen in TRNSYS

los beziehungsweise würde die Wirkung viel zu spät einsetzen. Die Berechnung der erforderlichen

Kühlenergie erfolgt wie im vorangegangenen Kapitel beschrieben. Der Vorteil des Nachtbetriebs liegt vor allem in dem günstigeren Betriebsverhalten von Kältemaschinen, deren Rückkühlung bei kühleren Außentemperaturen effektiver arbeitet. Der Primärenergieverbrauch kann dadurch bei Systemen, die mit Kältemaschinen gespeist werden, gesenkt werden. Bei der Versorgung durch Erdsonden spielt das keine Rolle.

Betrieb mit Pulsweitenmodulation

Bei der PWM-Ansteuerung der Pumpen wird die mit dem vereinfachten Modell berechnete erforderliche Laufzeit der Anlage gleichmäßig über 24 Stunden verteilt. Im Vergleich mit der konventionellen Betriebsweise ist hier wie auch beim Nachtbetrieb mit erheblich reduzierten Pumpenlaufzeiten zu rechnen. Ob und wie sich die unterschiedlichen Betriebsweisen auf den Raumkomfort auswirken, ist in einer im folgenden Abschnitt beschriebenen Simulationsstudie ermittelt worden.

Simulationsergebnisse

Die Abbildungen 3.4-4, 3.4-5 und 3.4-6 zeigen das Betriebsverhalten der TABS für drei unterschiedliche Betriebsarten. Die Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf ist als Carpetplot dargestellt. Zeiten, in denen die Pumpe stillsteht, sind schwarz gekennzeichnet. Jeder senkrechte Streifen zeigt einen Tag, beginnend von unten. Die Farbe steht für die Temperaturdifferenz, die entsprechende Skala befindet sich am rechten Rand der Diagramme. Es ist zu beachten, dass die Skalierung in den drei Diagrammen unterschiedlich ist.

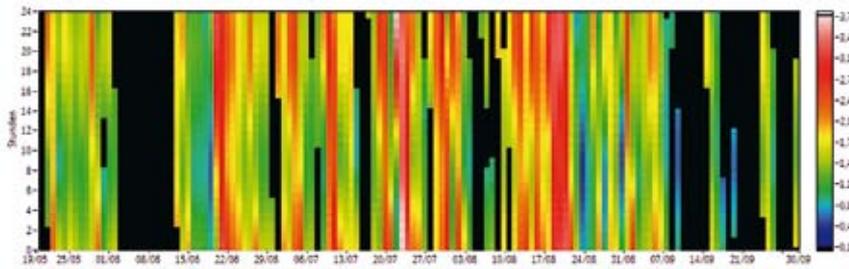


Abb. 3.4-4: Temperaturdifferenz Vorlauf-Rücklauf mit Regelung nach 24 Stunden-Mittelwert (Simulation)

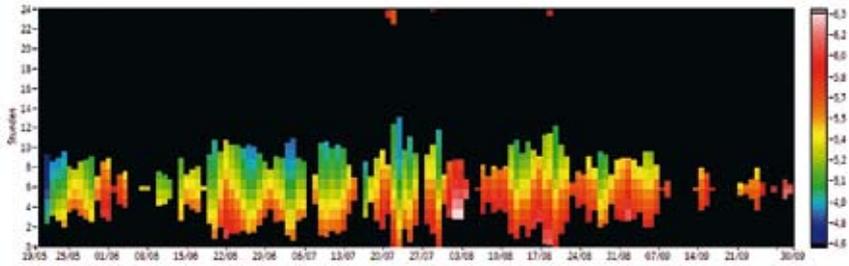


Abb. 3.4-5: Temperaturdifferenz Vorlauf-Rücklauf im prädiktiven Nachtbetrieb (Simulation)

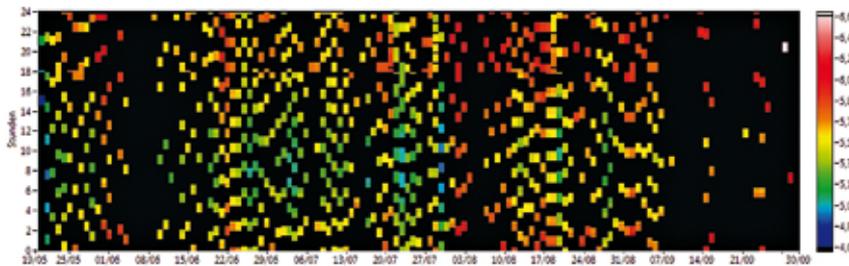


Abb. 3.4-6: Temperaturdifferenz Vorlauf-Rücklauf im prädiktiven Betrieb mit Pulsweitenmodulation (Simulation)

Für alle drei Betriebsarten wurden die Regelparameter so optimiert, dass Raumtemperaturen von 26 °C möglichst nicht überschritten werden. Dies lässt sich im Prinzip mit allen drei Betriebsarten erreichen, ein Vorteil der beiden prädiktiven Betriebsarten in Abbildung 3.4-5 und Abbildung 3.4-6 ist neben der Energieeinsparung das stabilere weil vorausschauende Verhalten bei Wetteränderungen.

Abbildung 3.4-4 zeigt einen konventionellen Betrieb des Systems mit Regelung der Vorlauftemperatur nach dem 24 Stunden-Mittelwert der Außentemperatur. Er ist gekennzeichnet durch lange Pumpenlaufzeiten und geringe Temperaturspreizung zwischen Vor- und Rücklauf von maximal 3,7 K und typischen Werten unter 2 K.

Der prädiktive ununterbrochene Nachtbetrieb ergibt ein Muster, wie in Abbildung 3.4-5 gezeigt. Kennzeichnend hier die weitaus kürzeren Pumpenlaufzeiten und die erheblich größeren Temperaturdifferenzen zwischen Vor- und Rücklauf von typisch 5 K und mehr.

Den ebenfalls auf Wetterprognosen beruhenden pulsweitenmodulierten Betrieb zeigt Abbildung 3.4-6. Deutlich zu erkennen ist der über den Tag verteilte Intervallbetrieb mit ähnlich hohen Temperaturspreizungen wie in Abbildung 3.4-5.

Die beiden prädiktiven Verfahren ergeben Vorteile in verschiedener Hinsicht. Neben der Einsparung an elektrischer Energie für die Pumpe um mehr als zwei Drittel lässt sich auch Kälteenergie einsparen, wenn auch in geringerem Um-

fang von 7 %. Gleichzeitig erhöht sich der Raumkomfort durch einen gleichmäßigeren Temperaturgang, der besonders bei Wetteränderungen zu beobachten ist.

Integration der Verfahren in ein Versuchsgebäude

Die Implementierung von prädiktiven Algorithmen in vorhandene Gebäudeautomationssysteme stellt die Entwickler vor nicht zu unterschätzende Aufgaben. Zum allergrößten Teil werden noch proprietäre Systeme traditioneller Hersteller der Gebäudeautomation sowohl auf der Automations- als auch auf der Leitebene eingesetzt. Dies macht die Einbindung von selbst entwickelten Regelalgorithmen und auch den Empfang von Wetterprognosen schwierig bis unmöglich. In den letzten Jahren haben sich allerdings vermehrt Leitechniken am Markt platziert, die meist aus der Industrie-Automation kommend offene Standards bieten und auch durch den Kunden mit neuen Funktionen erweitert werden können. Der Eigentümer des Bürogebäudes, an dem die prädiktiven Algorithmen im Sommer 2009 getestet werden sollten, konnte überzeugt werden, sich für eine solche herstellerneutrale Leitstation zu entscheiden.

Diese bietet dank standardisierter Schnittstellen die Möglichkeit, Automatisierungsgeräte unterschiedlichster Hersteller sowie sämtliche Gewerke der Gebäudetechnik aufzuschalten. Dabei bietet sie sämtliche Funktionen eines Leitsystems, wie sie auch proprietäre Systeme marktüblicher Hersteller der Gebäudeautomation haben.

Darüber hinaus ist sie in der Entwicklungsumgebung LabVIEW der Firma National Instruments programmiert und bietet damit den für dieses Forschungsvorhaben unschätzbaren Vorteil der Offenheit und die Möglichkeit, die hier entwickelten und ebenfalls in LabVIEW programmierten Algorithmen homogen in die Leitechnikumgebung einzubinden. Neben einem Webservice Client für die Abfrage der Wetterprognosen waren dies Programme zur Erstellung der Kältebedarfsprognosen, der Regelalgorithmen für bevorzugt nächtlichen sowie den pulsweitenmodulierten Betrieb und das Programm zur Kommunikation mit dem OPC-Server der DDC.

Ein Watchdog überwacht die Kommunikation und das Funktionieren der Leitebene. Bei Störung oder Ausfall schaltet die DDC die Betriebsart der Betonkernaktivierung auf den herkömmlichen 24 Stunden-Betrieb mit variabler Vorlauftemperatur um.

Betriebsergebnisse Sommer 2009

Eine Vielzahl technischer Probleme während und nach der Inbetriebnahme des Gebäudes führte zu einer TABS-Betriebsweise, die durch häufige Korrekturen an der Regelung gekennzeichnet war. Immer wieder tauchten Probleme auf oder wurden Probleme beseitigt, was in beiden Fällen zu stark verändertem Gebäudeverhalten führte. Erst gegen Ende der warmen Sommerperiode gab es eine Zeit ungestörten Gebäudebetriebs, in der sich der prädiktive Algorithmus bewähren konnte. Alle Decken wurden von Wasser durchströmt, die Kältemaschinen hatten nicht mehr ihre täglich auftretenden Störungen und die fehlerhafte Jalousien-Steuerung war nachgebessert worden. In den ersten Tagen des Septembers 2009 gab es nach Höchsttemperaturen von 32 °C einen Kälteeinbruch mit Abkühlung auf 19 °C. Wie der prädiktive PWM-Algorithmus darauf reagiert hat, ist in Abbildung 3.4-7 zu sehen. Noch vor dem Erreichen der höchsten Temperatur am 1. September wird die Kühlung (blaue Kurve) abgeschaltet, weil der 2. September deutlich kühler sein wird. Trotz der großen Wetteränderungen auch an den Folgetagen kann das Gebäude in einem engen Temperaturband gehalten werden.

Damit konnten die in den Simulationsrechnungen gewonnenen Erkenntnisse der Vorteile prädiktiver Algorithmen bei Wetteränderungen auch in der Praxis bestätigt werden. Weiterhin bewiesen die Algorithmen trotz erschwerter Bedingungen durch gravierende Fehler in der Gebäudetechnik und Nachlässigkeiten bei der Inbetriebnahme ihre Zuverlässigkeit.

Ausblick

Der hier beschriebene Aufwand an Simulationsrechnungen ist hoch und kann natürlich nicht für jedes einzelne Gebäude aufs Neue betrieben werden. Er war hier jedoch notwendig, um das beschriebene prädiktive Verfahren zu entwickeln und seine Eignung für den energieeffizienten Betrieb von TABS zu überprüfen. Nachdem dies erfolgreich gelungen ist, gilt es jetzt Möglichkeiten zu finden, diese Ergebnisse auf andere Gebäude zu übertragen.

Für jedes Gebäude wird es ein Kennfeld analog zu Abbildung 3.4-2 geben. Es wird für gegebene Wetterprognosen andere Kälte- oder Wärmemengen ergeben, die Steigung der Regressionsgeraden wird andere Werte haben und die Streuung aufgrund der Solarstrahlung wird variieren. Der zugrunde liegende Algorithmus allerdings wird sich nicht verändern, lediglich einige gebäudespezifische Parameter müssen angepasst werden. Dies kann durch Einstellregeln oder durch selbstadaptierende Algorithmen erfolgen und ist Gegenstand weiterer Arbeiten.

Referenzen/References

- [1] Bollin E., Feldmann T.: „Prädiktive Gebäudeautomation“; Proceedings des Facility Management Kongresses 2010, 9. – 11.3.2010, Messe Frankfurt
- [2] Feldmann T., Bollin E.: „Prädiktive Betriebsverfahren“; Zukunft bauen – Das Magazin der Forschungsinitiative Zukunft Bau, Herausgeber Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; 2010
- [3] Feldmann T.: „Energetische Optimierung des Gebäudebetriebs aktiv gekühlter Bauten“; Broschüre „Simulationsgestützte Automation für die Nachhaltige Sommerliche Klimatisierung von Gebäuden“, Herausgeber Bundesministerium für Bildung und Forschung; Berlin 2010

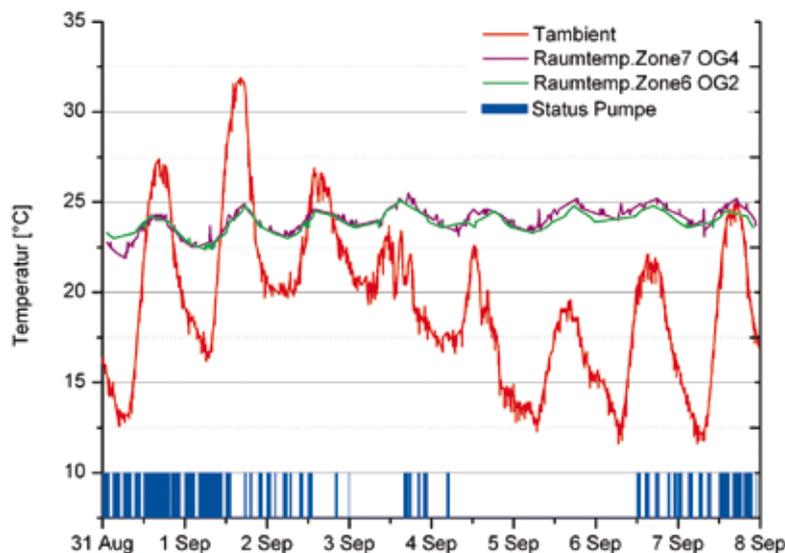


Abb. 3.4-7: PWM-Betrieb bei Tageshöchsttemperaturen zwischen 19 °C und 32 °C (reale Messwerte)

3.5 Ergebnisse eines Feldtests mit Mikro-BHKWs

Prof. Dipl.-Ing. Elmar Bollin
Dipl.-Ing. (FH) Eva Scheck

Abstract

As interesting alternative to achieve a high energy efficiency, local power generation with block heat and power plants become more and more important. In the project "Energiepioniere – scientific-technical monitoring of a field test of Micro block heat and power plants" engines of different producers are proved. During two years the suitability of daily use of the Micro block heat and power plants was tested. Some of the most important results of the field test are presented in the following paper.

Einleitung

Die dezentrale Stromerzeugung in Blockheizkraftwerken gewinnt als Möglichkeit der effizienten Energieerzeugung immer mehr an Bedeutung. Im Projekt „Energiepioniere – Wissenschaftlich-technische Begleitung eines Feldtests von Mikro-KWK-Anlagen durch die Hochschule Ofenburg“ werden verschiedene Mikro-BHKW-Anlagen auf ihre Praxistauglichkeit unter realen Betriebsbedingungen getestet. Im aktuellen Artikel wird nach einer kurzen Beschreibung der im Feldtest untersuchten Motoren ein Auszug der wichtigsten Ergebnisse des Feldtests vorgestellt.

Im Feldtest eingesetzte Motorentypen

Im Feldtest sind 11 Stirlingmotoren WhisperGen des Herstellers WhisperTech und 8 Freikolben-Dampfmotoren lion-Power-block der Fa. OTAG.

a) Stirlingmotor

Der Stirlingmotor WhisperGen Typ MkVb der Fa. WhisperTech ist ein voll-automatischer Heizkessel mit einer Standardwärmeleistung von 7 kW (mit Zusatzbrenner bis 12 kW) und einer elektrischen Leistung von 1 kW. Der Motor ist für die Anwendung in Ein- und Mehrfamilienhäusern sowie im Kleingewerbe konzipiert.

Technische Daten WhisperGen	
Doppelt wirkender Vierkolbenmotor mit außenliegender Verbrennung	
Standardwärmeleistung	7 kW
mit Zusatzbrenner	12 kW
elektrische Leistung	1 kW
Arbeitsmedium	Stickstoff
Drehzahlbereich	1.200 – 3.200 U./Min.
Abmessungen (BxHxT)	49,0 x 85,0 x 55,5 cm
Gewicht	137 kg
Geräuschniveau	56 dB (A)

Der Dampfmotor lion-Powerblock der Fa. OTAG ist aktuell das einzige Mini-BHKW auf der Basis einer Dampfkraftmaschine. Mit einer thermischen Leistung von ca. 3 kW bis 16 kW und einer elektrischen Leistung von ca. 0,3 kW bis 2,0 kW ist der Motor für die Anwendung in Ein- und Dreifamilienhäusern sowie im Kleingewerbe konzipiert.

Technische Daten lion-Motor	
Freikolben-Dampfmotor	
Standardwärmeleistung	3 -16 kW
elektrische Leistung	0,3 – 2 kW
Arbeitsmedium	Prozessdampf ca. 350 °C
Hubzahl	2.400 – 4.500 Hübe/Min.
Abmessungen (BxHxT)	62 x 126 x 83 cm
Gewicht	195 kg
Geräuschniveau	48-54 dB(A)

Ergebnisse des Feldtests

Für die Bewertung und den Vergleich der Mikro-BHKW-Anlagen wurden auf Basis der erfassten Messdaten monatlich u.a. folgende Kennzahlen errechnet:

Gesamtnutzungsgrad N_{ges}

$$N_{ges} = \frac{W_{el(erz.)} - W_{el(bez.)} + Q_{therm.}}{100 \cdot Q_{Brennstoff}} \times 100$$

- N_{ges} = Gesamtnutzungsgrad in %
- $W_{el(erz.)}$ = Vom Stirlingmotor erzeugter Strom (gemessen an der Stromausspeisung des Motors) in kWh
- $W_{el(bez.)}$ = Vom Stirlingmotor bezogener Strom in kWh
- $Q_{therm.}$ = Vom Stirlingmotor erzeugte Wärmemenge in kWh
- $Q_{Brennstoff}$ = Vom Stirlingmotor verbrauchte Erdgasmenge (errechnet mit Heizwert) in kWh

Elektrischer Nutzungsgrad N_{el}

$$N_{el} = \frac{W_{el(erz.)} - W_{el(bez.)}}{Q_{Brennstoff}} \times 100$$

Ergebnisse Stirlingmotor WhisperGen

Die Bandbreite der Gesamtnutzungsgrade der WhisperGen-Anlagen über den gesamten Zeitraum des Feldtests ist in Abbildung 3.5-3 dargestellt.

Die Gesamtnutzungsgrade liegen bei den WhisperGen-Anlagen zwischen 65% und 95%. In den Monaten Februar 2009 bis Juni 2009 ist bei allen betriebenen WhisperGen-Anlagen ein Absinken der Gesamtnutzungsgrade um ca. 10 % zu erkennen. Dies ist im Wesentlichen auf den sinkenden Wärmebedarf und die damit verbundene Reduktion der Wärmeerzeugung zurückzuführen.



Abb. 3.5-1: WhisperGen-Anlage MS01



Abb. 3.5-2: lion-Powerblock MS04

Da diese Abhängigkeit der Nutzungsgrade von der Höhe der Wärmeabnahme bzw. Wärmeerzeugung besteht, ist es wichtig, beim Anlagenvergleich die gleichen Zeiträume zu betrachten. Alle WhisperGen-Anlagen wurden von Oktober 2009 bis Mai 2010 betrieben und können deshalb auch in diesem Zeitraum direkt miteinander verglichen werden.

In Abbildung 3.5-4 sind die durchschnittlichen Gesamtnutzungsgrade über den Vergleichszeitraum Oktober 2009 bis Mai 2010 je WhisperGen-Anlage als blaue Balken dargestellt; als rote Rauten sind die Monate dargestellt, in denen von der jeweiligen Anlage täglich Strom und Wärme erzeugt wurde (rechte Skala). Die grüne Linie markiert den über alle WhisperGen-Anlagen errechneten durchschnittlichen Gesamtnutzungsgrad im Vergleichszeitraum Oktober 2009 bis Mai 2010. Abbildung 3.5-4 zeigt, dass der Großteil der WhisperGen-Anlagen nahe bei dem Durchschnittswert des Gesamtnutzungsgrads von 80,97 % liegt. Den höchsten Gesamtnutzungsgrad erreicht die Anlage MS15_W mit 92,79 % und liegt damit als einzige Anlage über 90 %. Der niedrigste Gesamtnutzungsgrad liegt mit 74,28 % bei der Anlage MS13_W vor. Bei der Anlage MS13_W lag eine Anlagenstörung vor, die durch den Einbau eines falschen Außentemperaturfühlers verursacht wurde. Als Konsequenz hatte die Anlage regelungstechnische Probleme.

Für die primärenergetische und wirtschaftliche Anlagen-Bewertung einer Mikro-KWK-Anlage ist der elektrische Nutzungsgrad von entscheidender Bedeutung. Die durchschnittlichen elektrischen Nutzungsgrade je WhisperGen-Anlage über den Vergleichszeitraum von Oktober 2009 bis Mai 2010 sind im Diagramm Abbildung 3.5-5 dargestellt. Die roten Rauten zeigen die Anzahl der Monate, in denen von den Anlagen täglich Strom und Wärme erzeugt wurde. Der aus den monatlichen elektrischen Nutzungsgraden aller WhisperGen-Anlagen über den Vergleichszeitraum Oktober 2009 bis Mai 2010 errechnete durchschnittliche elektrische Nutzungsgrad liegt bei 4,57 % und ist in Abbildung 3.5-5 als orange Linie dargestellt. Als Basis für die Berechnung der durchschnittlichen Nutzungsgrade werden die Anlagen-Monatswerte herangezogen. Dies ist erforderlich, um die unterschied-

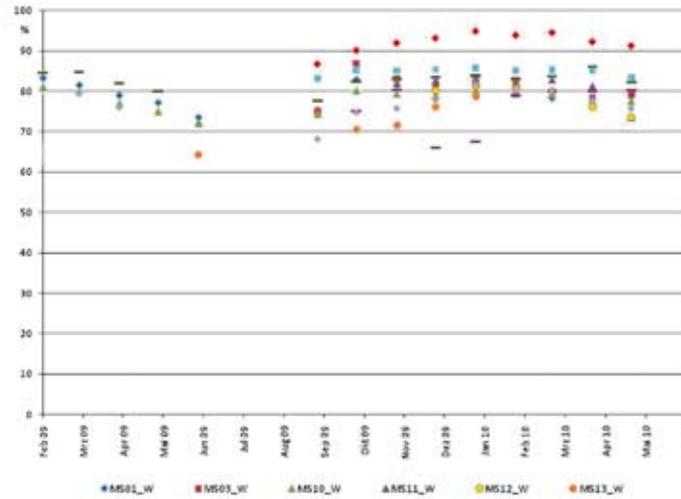


Abb. 3.5-4: Durchschnittliche Gesamtnutzungsgrade je WhisperGen-Anlage (blaue Balken, linke Skala)

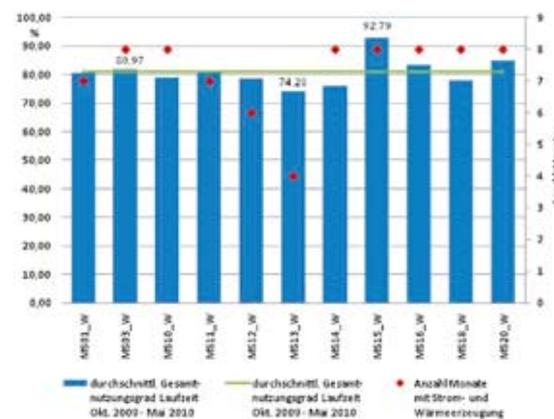


Abb. 3.5-3: Monatliche Gesamtnutzungsgrade der WhisperGen-Anlagen über den Zeitraum des Feldtests von Februar 2009 bis Mai 2010

lichen Heizwerte der Pionieranlagen und die monatlichen Heizwertschwankungen des verbrauchten Erdgases zu berücksichtigen.

Ergebnisse Dampfmotor lion-Powerblock

Bei allen lion-Anlagen gab es Ausfälle in der Stromerzeugung durch den Defekt des Linators. Nur eine Anlage (lion-Anlage MS05_L) erzeugte über 12 von 13 Monaten Strom und Wärme. Die Betriebsprobleme der lion-Motoren konnten während der gesamten Dauer des Feldtests durch den Hersteller nicht behoben werden. Als Konsequenz liegt nur ein Monat vor (Dezember 2009), in dem von allen lion-Anlagen Strom und Wärme produziert wurde. Aus diesem Grund werden die Anlagen ausschließlich über die gesamte Dauer des Feldtests betrachtet, da ein Vergleich der Nutzungsgrade über den Vergleichszeitraum Oktober 2009 bis Juli 2010 nicht sinnvoll ist.

Die Gesamtnutzungsgrade liegen bei den lion-Anlagen zwischen 80 % und 90 % und streuen mit einer Bandbreite von 10 % weniger als die Gesamtnut-

zungsgrade der Whisper-Gen-Anlagen. Der Zusammenhang zwischen Gesamtnutzungsgrad und sinkendem Wärmebedarf ist ebenfalls vorhanden; er fällt jedoch schwächer aus.

Der aus den monatlichen Gesamtnutzungsgraden aller lion-Anlagen über die gesamte Zeitdauer des Feldtests errechnete durchschnittliche Gesamtnutzungsgrad liegt bei 83,13 %. Als Basis für die Berechnung der durchschnittlichen Nutzungsgrade werden die Anlagen-Monatswerte herangezogen. Dies ist erforderlich, um die unterschiedlichen Heizwerte der Pionieranlagen und die monatlichen Heizwertschwankungen des verbrauchten Erdgases zu berücksichtigen.

Der für die primärenergetische und wirtschaftliche Anlagen-Bewertung wichtige elektrische Nutzungsgrad streut bei den lion-Anlagen monatlich stark zwischen 2 % und 7,2 %. Ein Zusammenhang zwischen dem elektrischen Nutzungsgrad und der Wärmeerzeugung besteht bei der lion-Anlage MS05_L. Bei dieser sinkt N_{el} in den Monaten März 2009 bis

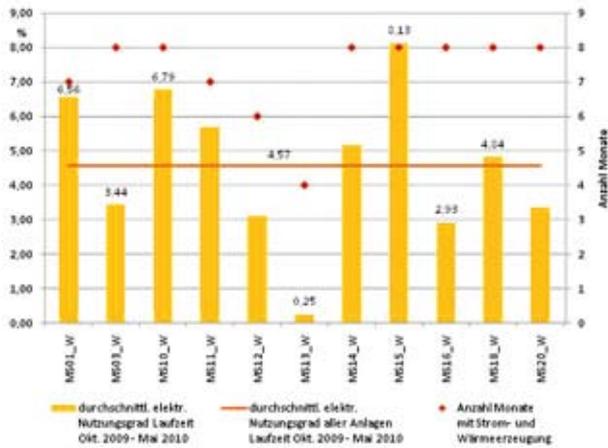


Abb. 3.5-5: Durchschnittliche elektrische Nutzungsgrade je WhisperGen-Anlage (gelbe Balken, linke Skala)

werden. Der Gesamtnutzungsgrad schließt auch den Verbrauch an elektrischer Hilfsenergie mit ein und berücksichtigt thermische Systemverluste.

Bei der best-practise-Anlage MS15_W des Feldtests ist die dezentrale Erzeugung der Nutzenergie unter den optimalen Rahmenbedingungen (maximaler Gesamtnutzungsgrad N_{ges} von 94,9 % im Januar 2010, siehe Abbildung 3.5-7) um 7 % effizienter als die getrennte Erzeugung von Wärme und Strom des Vergleichssystems (siehe Abbildung 3.5-8).

Obwohl die Anlage den vom Hersteller angegebenen elektrischen Nutzungsgrad von 8,7 % erreicht, erklärt sich der geringe Effizienzunterschied zum konventionellen Vergleichssystem wesentlich aus dem niedrigen elektrischen Nutzungsgrad des WhisperGen-Motors, der den energetisch positiven Effekt der dezentralen gekoppelten Erzeugung von Wärme und Strom wieder aufhebt.

Fazit des Feldtests

Der Feldtest Energiepioniere liefert interessante Ergebnisse aus der Praxis und hat deutlich gemacht, wie wichtig die Erprobung von technischen Pilotanlagen unter realen Betriebsbedingungen ist.

Alle 8 im Feldtest begleiteten lion-Dampfmotoren haben in der Praxis die Erwartungen an den Betrieb und die Betriebsergebnisse nicht erreicht. Die getesteten lion-Anlagen – bis auf die Anlage MS05_L – waren störungsanfällig und hatten starke Probleme mit der Stromerzeugung. Die Schwierigkeiten mit der Stromproduktion konnten im Zeitraum des Feldtests nicht behoben werden. Zusammenfassend haben sich die lion-Anlagen im Feldtest Energiepioniere unter realen Betriebsbedingungen nicht bewährt.

Die 11 WhisperGen-Anlagen haben sich im Feldtestbetrieb als zuverlässige und wenig störungsanfällige Anlagen erwiesen, die jedoch sehr unterschiedliches Betriebsverhalten aufweisen. Der wesentliche Unterschied liegt in der Takthäufigkeit der Anlagen. Auch das Auftreten von Teillastbetrieben wirkt sich negativ auf die Anlagen-Nutzungsgrade aus. Als Ergebnisse resultieren erhebliche Differenzen der Nutzungsgrade. Der Feldtest zeigt, dass ein optimales Betriebsmanagement die Basis für den effizienten Anlagenbetrieb ist.

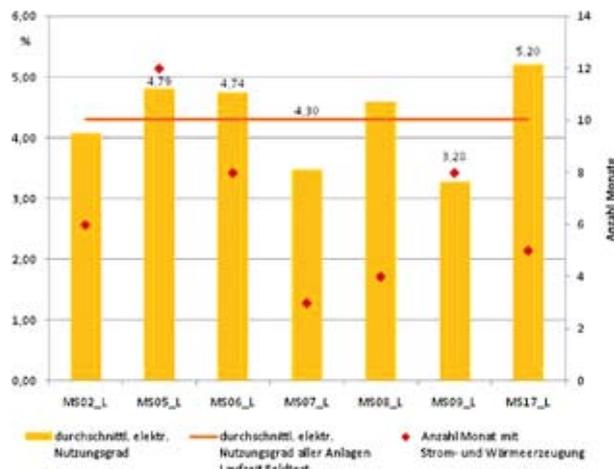


Abb. 3.5-6: Durchschnittliche elektrische Nutzungsgrade je lion-Anlage (gelbe Balken, linke Skala)

Mai 2009 um ca. 1,5 % und von Februar 2010 bis Mai 2010 um ca. 2 %. Die durchschnittlichen elektrischen Nutzungsgrade je lion-Anlage über deren Laufzeit sind in Diagramm Abbildung 3.5-6 dargestellt.

Die roten Rauten zeigen die Anzahl der Monate, in denen von den Anlagen täglich Strom und Wärme erzeugt wurde. Der aus den monatlichen elektrischen Nutzungsgraden aller lion-Anlagen über die gesamte Zeitdauer des Feldtests errechnete durchschnittliche elektrische Nutzungsgrad liegt bei 4,3 % und ist in Abbildung 3.5-6 als orange Linie dargestellt. Als Basis für die Berechnung der durchschnittlichen Nutzungsgrade werden die Anlagen-Monatswerte herangezogen. Dies ist erforderlich, um die unterschiedlichen Heizwerte der Pionieranlagen und die monatlichen Heizwertschwankungen des verbrauchten Erdgases zu berücksichtigen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass keine der lion-Anlagen im Feldtest die Herstellerangaben erreicht hat. Mit einem elektrischen Nutzungsgrad von maximal 5,2 % ist die Stromerzeugung

für ein Mikro-BHKW gering. Die einzige Anlage MS05_L, die ohne nennenswerte Stromausfälle stabil betrieben werden konnte, liefert mit einem elektrischen Nutzungsgrad von 4,79 % und geringer Strom- und Wärmeproduktion unbefriedigende Betriebsergebnisse.

Primärenergetische Betrachtung

Um den energetischen Nutzen bzw. die Effizienz der im Feldtest eingesetzten Mikro-KWK-Motoren zu beurteilen, ist eine primärenergetische Analyse erforderlich.

Hierbei wird die in Mikro-KWK-Motoren gekoppelte Erzeugung von Wärme und elektrischer Energie verglichen mit der getrennten Erzeugung von Wärme im Heizkessel und elektrischer Energie im Großkraftwerk (Vergleichssystem). Das Ergebnis der primärenergetischen Betrachtung ist stark von den angenommenen Nutzungsgraden abhängig.

Setzt man den im Stirlingmotor eingesetzten Brennstoff auf 100 % bzw. 100 Einheiten, so können die erzeugte elektrische Energie und die Wärme anhand der Nutzungsgrade des Motors ermittelt

Nur eine WhisperGen-Anlage, die best-practise-Anlage MS15_W, erreicht unter Realbedingungen im Feldtest die vom Hersteller angegebenen Nutzungsgrade. Bei allen anderen 10 WhisperGen-Anlagen lag sowohl der Gesamtnutzungsgrad als auch der elektrische Nutzungsgrad deutlich unter den Herstellerangaben.

Als weitere Erkenntnis des Feldtests hat sich die GSM-Übertragung der Messdaten nicht als zuverlässiges Übertragungsmedium bewährt. Schwankungen der GSM-Empfangsstärke haben mehrfach zu zeitweiser Störung der Datenübertragung geführt; als Alternative würde hier in Zukunft der gleiche Modemtyp, jedoch mit Festnetzanschluss bevorzugt. Die primärenergetische Betrachtung zeigt, dass schon bei einem elektrischen Nutzungsgrad der Whisper-Gen-Motoren von 13 % die dezentrale Energieerzeugung um ca. 10 % effizienter wäre als die Stromerzeugung im Großkraftwerk. Die Erhöhung des elektrischen Nutzungsgrades wird für die Stirlingtechnologie in Zukunft ein wichtiger Erfolgsfaktor sein, um eine klimaschonende Alternative beispielsweise gegenüber der Brennwertechnologie zu sein.

Referenzen/References

- [1] Scheck E., Bollin E.: Abschlussbericht Energiepioniere: Wissenschaftlich-technische Begleitung eines Feldtests von Mikro-KWK-Anlagen durch die Hochschule Offenburg, 13.12.2010

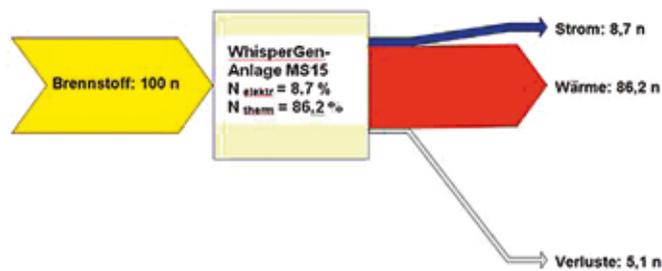


Abb. 3.5-7: Sankey-Diagramm unter Annahme der im Feldtest ermittelten maximalen Nutzungsgrade der best-practise-Anlage MS15_W

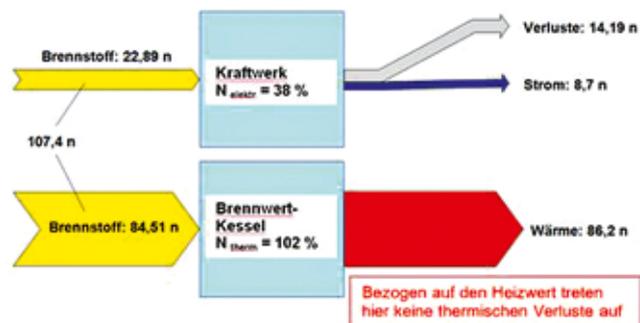


Abb. 3.5-8: Sankey-Diagramm Vergleichssystem unter Annahme der im Feldtest maximalen erreichten Nutzungsgrade der best-practise-Anlage MS15_W

3.6 Natürliche Gebäudeklimatisierung in Klassenzimmern

Dipl.-Ing. (FH) Jesus da Costa
Fernandes M.Sc.

Dipl.-Ing. Thomas Feldmann

Prof. Dipl.-Ing. Elmar Bollin

Forschungsgruppe net – Nachhaltige
Energietechnik

Abstract

Recent modernization activities in retrofitting school buildings were mostly concentrated on thermal insulation and reduction of costs for heating. Meanwhile the growing impact of the "climate change" forces decision makers to take the more frequent overheating in hot summer periods into account. Within a research project the University of Applied Sciences Offenburg and the municipality of Offenburg implemented strategies based on shading combined with night ventilation in order to reduce the heat load of school buildings. An important role was given to the building automation with a remote access via internet communication for a centralized building and energy management.

Einleitung

Mit dem Anliegen, der sommerlichen Überhitzungssituation in Klassenzimmern wirksam entgegenzuwirken, ist die Stadt Offenburg an die Forschungsgruppe net der Hochschule Offenburg herangetreten. Im Sinn der Nachhaltigkeit sollten Maßnahmen ausgearbeitet und umgesetzt werden, die ohne aktive Kühlsysteme auskommen.

Der technische Ausstattungsgrad der im Projekt betrachteten Schulen stellte sich als sehr unterschiedlich heraus. Damit gestaltete sich auch die Umsetzung von Maßnahmen unterschiedlich komplex. Insgesamt wurden 6 von 22 Schulgebäuden der Stadt Offenburg bearbeitet. Vier der Schulgebäude sind als exemplarisch wichtige Objekte einzustufen, da sie grundlegende Unterschiede bei der Nachtkühlungsstrategie sowie zur Bauphase und des Ausstattungszustands aufweisen. Die Maßnahmen selbst sollten in kommunale Sanierungs- und Modernisierungsarbeiten eingebunden werden.

Sommerliche Ausgangssituation

Eine Analyse der Wettermessdaten der Hochschule Offenburg aus den vergangenen zehn Sommerperioden (1.4. –

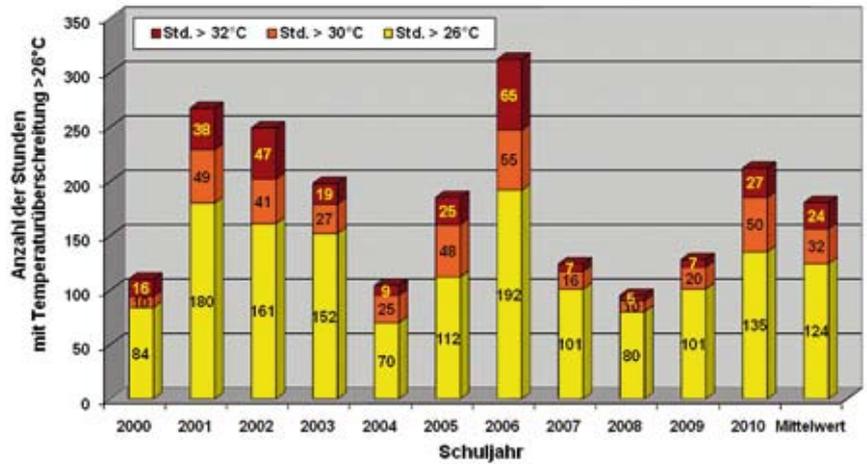


Abb. 3.6-1: Außentemperatur über 26 °C an Unterrichtstagen

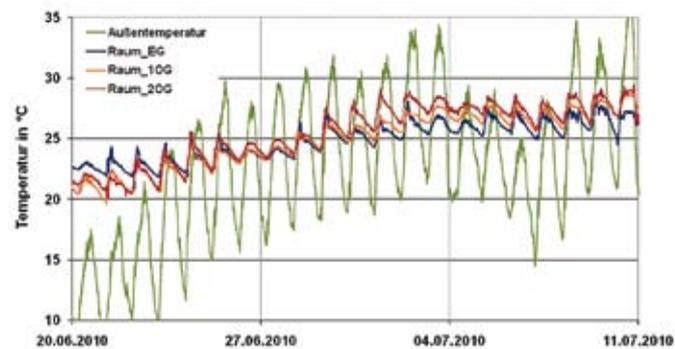


Abb. 3.6-2: Temperaturverhalten im Sommer 2010 mit Anstieg zu Beginn in den massiven Geschossen der Oststadtschule

30.9.) zeigt für Schulen in Offenburg Überhitzungspotenziale, wie sie durch die Stundenzahl mit Außentemperaturen über 26 °C in der Abbildung 3.6-1 veranschaulicht werden. Im Sommer fallen durchschnittlich 81 Unterrichtstage an. Beispielsweise wurden im Extremjahr 2006 bis zu 300 Stunden mit Außentemperaturen über 26 °C gemessen. Der Zehn-Jahres-Schnitt liegt bei durchschnittlich 180 Stunden. Zu berücksichtigen ist, dass die Raumtemperaturen durch interne Gewinne wie Abwärme der Nutzer, Beleuchtung und Geräte sowie solare Einträge tatsächlich höher liegen können als die jeweils aktuelle Außentemperatur.

Für den Schulbetrieb fordert der Nutzer eine bestmögliche Konditionierung der Räume, um ein angenehmes Lern- und Arbeitsklima sicherzustellen. Die Stadt als kommunaler Betreiber der Schulgebäude ist angehalten, eine Konditionierung vorzunehmen, verfügt in der Regel jedoch nicht über ausreichende Finanz-

mittel für Investitionen in aktive Kühlanlagen und die damit verbundenen hohen Betriebs- und Wartungskosten.

Das Passivhaus-Institut in Darmstadt hat in 2010 einen Leitfaden für energieeffiziente Bildungsgebäude [3] veröffentlicht, der Empfehlungen für die Sanierung von Schulen enthält und sich an den Passivhausstandard orientiert. Für ein „Passivhausschulgebäude“ werden passive Kühlverfahren dann als geeignet eingestuft, wenn ausreichende Wärmekapazitäten in der Gebäudemasse vorhanden sind.

In Offenburg handelt es sich zum Beispiel bei der Oststadtschule um ein früheres Kasernengebäude, das bis zum 2. OG in massiver Bauweise ausgeführt ist. In Abbildung 3.6-2 ist im ersten Drittel des Temperaturverlaufs die stetige Aufwärmung zum Sommeranfang 2010 dargestellt. Maßnahmen wie das intensive Querlüften führen im weiteren Verlauf des Sommers zu Minderungen.

Vorausschauende Verfahren basieren auf Wetter- und Nutzungsprognosen und können unterstützend eingesetzt werden.

Die Verfahren zur Nutzung und Auswertung von Wetterprognosen wurden von der Forschungsgruppe net im Bereich der prognosegeführten Nachtlüftkühlung und des Betriebs thermoaktiver Bauteilsysteme in Nichtwohngebäuden [1] entwickelt und erfolgreich eingesetzt. Eine Gebäudeautomation bietet zusätzlich Möglichkeiten zur Betriebsoptimierung [2] durch kontinuierliche Beobachtung und Analyse des Gebäudebetriebs.

Eine Vollautomatisierung der Gebäudeklimatisierung erfordert einen hohen technischen Aufwand, der bei Schulen kaum zu realisieren ist. Die im Projekt umgesetzte Teilautomatisierung mit der Einbindung von Lehrern und Schülern verhindert Kollisionen mit Brandschutzvorgaben und hilft den Investitionsaufwand gering zu halten.

Gebäudeautomation sichert den Kühlerfolg

Die Potenziale der Nachtlüftkühlung werden sehr stark über den Ausbaustand der Gebäudeautomation der Schule beeinflusst. Die Nachtlüftung wird nachts und bei Bedarf an unterrichtsfreien Tagen aktiviert. Hierfür werden die erforderlichen Luftwege durch Öffnen von Oberlichtern, Klappen oder anderen Schließelementen automatisiert freigegeben sowie die Abluftanlage eingeschaltet. Die Dauer der Nachtlüftung wird im Regelfall durch Freigabezeitfenster, einen definierten Arbeitstemperaturbereich und eine Mindesttemperaturdifferenz zwischen der Außen- und der Raumtemperatur regelungstechnisch umgesetzt. Nahezu alle im Projekt bearbeiteten Schulen verfügen über eine Modemanbindung an das Technische Rathaus der Stadt Offenburg. Eine Gebäudeautomation ist zwar in einigen kürzlich sanierten Objekten vorhanden, erweist sich aber hinsichtlich der Realisierung einer automationsgestützten natürlichen Gebäudeklimatisierung häufig als nicht ausreichend. Langfristig wird die Aufrüstung der Gebäudeautomation in Verbindung mit einer einheitlichen Anbindung an das zentrale Gebäude- und Energiemanagement der Stadt angestrebt. Zusatzfunktionen sollen künftig den Einsatz prädiktiver Betriebsverfahren [4] ermöglichen.

Konsequenter Wärmeaustag

Für die Nachtlüftkühlung kommen je nach Bauobjekt verschiedene Varianten für Luftwege und Anlagentechnik infrage. Hierbei kommen zentrale und dezentrale Lösungen zum Einsatz, die nahezu alle auf die Hybridventilation [5] zurückgreifen. Wichtig für den Auskühleffekt ist, dass die Nachtlüftkühlung rechtzeitig und vorausschauend betrieben wird, damit sich die Gebäudemassen nicht unzulässig aufheizen. Die „aktive“ nächtliche Kühlleistung wird stark vom Verhältnis zwischen der Innen- und der Außentemperatur bestimmt. Die Leistung wird geringer, je stärker die nächtlichen Außentemperaturen ansteigen. Als maximales Potenzial zur Auskühlung wird die Energiedifferenz zwischen der mittleren Tagestemperatur und der mittleren Nachttemperatur betrachtet. Für Deutschland sind je Quadratmeter Nutzfläche tägliche Entwärmungsenergien von 150 bis 250 Wattstunden durch Nachtlüftkühlung möglich. Der Temperaturunterschied zwischen Raum- und Außentemperatur sollte über eine Dauer von 5 bis 6 Stunden mindestens 5 Kelvin betragen [3].

Als technische Lüftungsvarianten, die in den in Offenburg untersuchten Schulobjekten zum Einsatz kommen, sind zwei Konzepte zu nennen:

1) Zentrale Luftabsaugung: Die für einen ausreichenden Kamineffekt fehlende Gebäudehöhe in Verbindung mit einem zentralen über alle Stockwerke durchgängigen Treppenhaus begünstigt den Einsatz von Dachlüftern. Diese führen zu einer kontrollierten Luftwechselrate für das gesamte Gebäude.

2) Dezentrale Be- und Entlüftung: Bei dezentralen Lösungen mit Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung muss die Luft zur Nachtlüftkühlung am Wärmetauscher vorbeigeleitet werden. Dies geschieht mit Bypassen oder Kaltluftklappen.

Zentrale Treppenhäuser

Als erfolgreichstes Beispiel für die Demonstration der Potenziale der natürlichen Gebäudeklimatisierung hat sich wie in Abbildung 3.6-3 abgebildet, die Theodor-Heuss-Realschule erwiesen. Nach vollständiger Sanierung der Gebäudehülle wurde eine Gebäudeautomation mit Einzelraumregelung eingebaut.

Zum sommerlichen Wärmeschutz gehören raumweise steuerbare Außenjalousien, je zwei über die Gebäudeautomation bedienbare Oberlichter und seit Sommer 2010 zwei Dachventilatoren



Abb. 3.6-3: Theodor-Heuss-Realschule

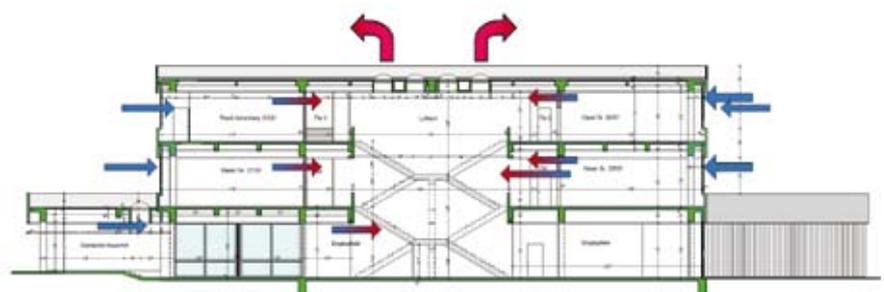


Abb. 3.6-4: Luftwege im zentralen Treppenhaus der Theodor-Heuss-Realschule

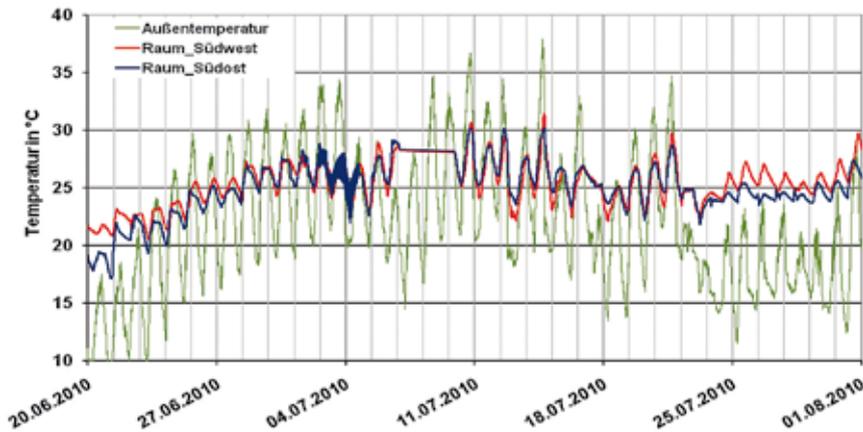


Abb. 3.6-5: Temperaturverlauf der wärmsten Räume in der Theodor-Heuss-Realschule im Sommer 2010 (nach Optimierung)

im zentralen Treppenhaus. Die Luftwege im Gebäude sind in Abbildung 3.6-4 veranschaulicht.

Messungen im Sommer zeigen das erfolgreiche Abfangen des Temperaturanstiegs in den Klassenräumen. Die Innenraumtemperatur bleibt wie in Abbildung 3.6-5 dokumentiert auch im wärmsten Raum, einem Fachraum, mindestens 6 Kelvin unterhalb der Außentemperatur. Das Lern- und Arbeitsklima wurde von Schülern wie Lehrern als angenehm empfunden.



Abb. 3.6-6: Oststadtschule mit aufgesetztem Dachgeschoss

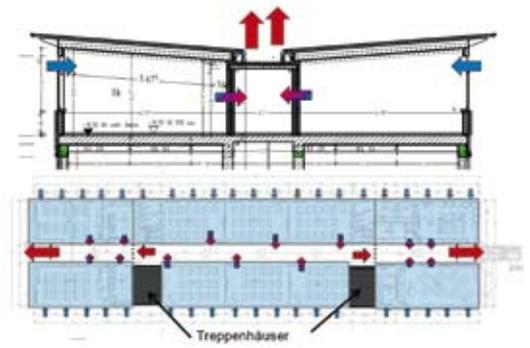


Abb. 3.6-7: Luftwege im Dachgeschoss (Oststadtschule)

Einzelgeschosslösungen

In einer weiteren Schule wurde ein aufgesetztes Dachgeschoss als im Sommer extrem stark thermisch belastet eingestuft.

Im Sommer 2010 stellte sich heraus, dass das Konzept für das Dachgeschoss deutlich besser mit den Nutzern abgestimmt und technisch ergänzt werden muss. Eine ausreichende Abluftfunktion wird nur dann erreicht, wenn die Brandstutztüren des Flurs offen bleiben und die Türen zu den beiden Treppenhäusern hingegen geschlossen werden.

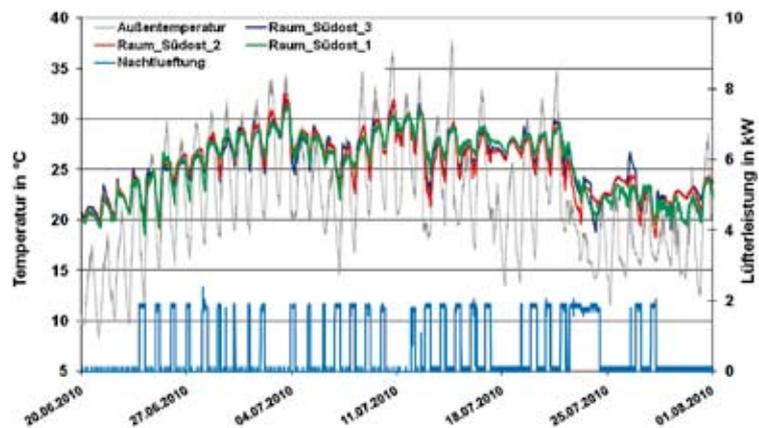


Abb. 3.6-8: Sommerverlauf im Dachgeschoss der Oststadtschule

Abbildung 3.6-8 zeigt den Verlauf des Sommers 2010. Während der Sommeranfang einen stetigen Anstieg der Raumtemperaturen aufzeigt, konnte nach der Durchführung von Maßnahmen ein deutlich besseres thermisches Verhalten für den restlichen Verlauf des Sommers erreicht werden.

Weitere Verbesserungen sind insbesondere zur intensiveren Kühlung der Geschosse aus Abbildung 3.6-5 unterhalb des Dachgeschosses und für die Verschattung der Nordwestfassade erforderlich.

Dezentrale Zonen

Messungen zur Luftqualität haben bestätigt, dass die energetische Sanierung von Schulgebäuden zu einer deutlich stärkeren und schnelleren Verschlechterung der Luftqualität in Klassenzimmern führt. Die Lüftungskonzepte zur Reduzierung sommerlicher Überhitzungen müssen mit der Verbesserung und Sicherung der Luftqualität in Einklang gebracht werden.

In einer dritten Schule wurde die Gebäudehülle wie in Abbildung 3.6-9 abgebildet erneuert. Das Dachgeschoss wurde mit dezentralen Lüftungseinheiten mit Wärmerückgewinnung für je zwei Klassenräume

ausgestattet. Die Lüftungsanlagen werden CO₂-gesteuert betrieben.

Die Verbesserung der Luftqualität wird bei den belüfteten Klassenzimmern mit den CO₂-Messungen aus Abbildung 3.6-10 belegt. Eine Überprüfung der Leistungsfähigkeit der Nachtlüftkühlung ist für den Sommer 2011 geplant.

Als weiterer Aspekt dieses Projekts wurde die Einrichtung der Anbindung der Gebäudeautomation an das zentrale Gebäudemanagement in die Planung aufgenommen.

Zusätzliche Funktionen durch Online-Zugang

Die Integration neuer Funktionen für Gebäudehülle und Automation zeigt, dass die Arbeitspakete zur Kommunikation als schwierigste Aufgaben bei der Umsetzung einzustufen sind. Da es sich bei den Gebäudeautomationssystemen der Bestandsgebäude um proprietäre Systeme handelt, werden von der Stadt Offenburg mehrere Rechner für die Remoteverbindungen betrieben.

Um die Nachtlüftung konsequent und zuverlässig einzusetzen, ist die Integration der angesteuerten Elemente in die Gebäudeautomation eine unerlässliche Aufgabe. Zur Überprüfung des Gebäudebetriebs ist die Aufzeichnung von Messdaten zu gewährleisten und die Kommunikationswege zu auswertenden Stellen so einzurichten, dass eine Analyse des Gebäudebetriebs über einen Fernzugang möglich ist. Abbildung 3.6-11 zeigt einen Bildschirmausschnitt des GA-Rechners, wie er dem Hausmeister auch über Online-Zugang zur Verfügung steht.

In vier von sechs Schulgebäuden sind die Maßnahmen in dem auf drei Jahre angelegten Forschungsprojekt weit vorgeschritten und stehen in drei der Schulen vor dem Abschluss.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Jedes Schulgebäude ist bei Klimaschutz und Lernklima eine Herausforderung. Die Ähnlichkeit in der Nutzung von Schulgebäuden begünstigt die Erstellung eines Leitfadens, der eine bewertete Zusammenstellung von Raumkonstellationen in Verbindung mit empfohlenen Maßnahmenpaketen enthält. Kommunale und private Träger werden durch den Leitfaden bei Entscheidungen unterstützt, und es wird eine Multiplikatorwirkung für den Klimaschutz einer ganzen Region erzielt. Erste Ergebnisse wurden bereits im Planungsprozess für die Teilsanierung und den Erweiterungsbau an einer weiteren Schule der Grund- und Hauptschule, berücksichtigt.

Damit es bei angekündigten Hitzeperioden nicht zu Überhitzungen kommt, kann die frühzeitige Einstellung der Betriebsparameter und die Information der Nutzer dafür sorgen, dass ein Schulgebäude rechtzeitig konditioniert wird. Steht hingegen eine kühlere Periode an, kann Antriebsenergie für die Lüfter ein-



Abb. 3.6-9: 2010 sanierte Gebäudehülle der Konrad-Adenauer-Schule

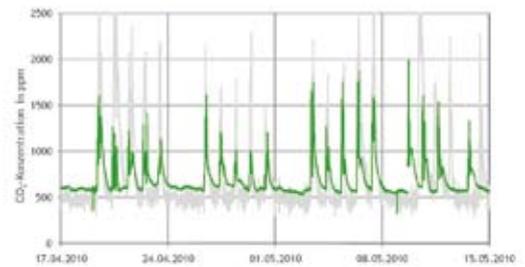


Abb. 3.6-10: Verbesserung der CO₂-Werte durch Lüftungseinbau (graue Kurve: unbelüfteter Raum)

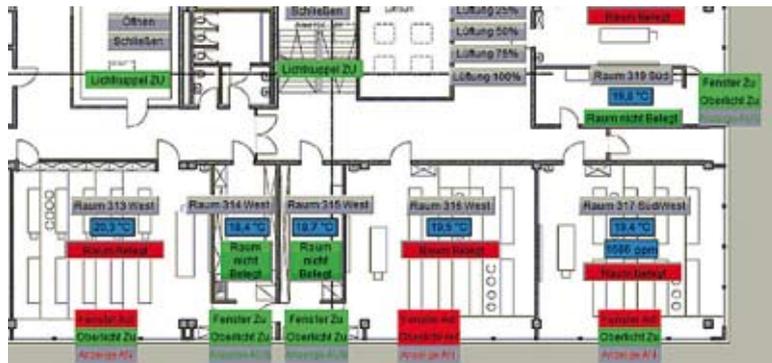


Abb. 3.6-11: Optionale Online-Fernbedienungsoberfläche für den Hausmeister über das Internet

gespart werden, wenn die Kühlung in der Intensität reduziert gefahren wird oder entfallen kann.

Die rechtzeitige Erkennung von Fehlfunktionen und unzureichenden Anpassungen kann nur über das zentrale Gebäudemanagement der Kommune gewährleistet werden. Proprietäre Systeme in einzelnen Bestandsgebäuden sind häufig nicht miteinander kompatibel. Es wird eine Integration unterschiedlicher Gebäudeautomationssysteme an einer zentralen Stelle empfohlen.

Die Dynamik einer nachhaltigen Betriebsführung für ein Gebäude überfordert in der Regel die in längeren Zeiträumen und mit Kennzahlen agierenden CAFM-Systeme. Ergänzende prädiktive Betriebsverfahren haben ein hohes Potenzial zur Steigerung der Energieeffizienz, können jedoch nur umgesetzt werden, wenn die Durchgängigkeit bei der Kommunikation, d. h. der Zugang zu den Funktionen der Gebäudeautomation, jederzeit möglich ist.

Referenzen/References

[1] Biesinger, A., Feldmann, T., Hettler, F.: Planungsleitfaden „Nachhaltige

sommerliche Klimatisierung“, Klimazwei-Projekt Simulationsgestützte Automation für die nachhaltige sommerliche Klimatisierung von Gebäuden“, BMBF, März 2010

- [2] Bollin, E., da Costa Fernandes, J., Feldmann, T.: „Langzeitmonitoring des Neubauvorhabens Solar Info Center (SIC) Freiburg“, Poster/Vortrag zum EnOB-Symposium, 1.-2. Oktober 2008 in Dresden, 2008
- [3] Passivhaus Institut: „Leitfaden energieeffiziente Bildungsgebäude“, Passivhaus Institut Darmstadt, 7/2010
- [4] Bollin, E., Feldmann, T.: Prädiktive Gebäudeautomation, Fachbeitrag zum Tagungsband des Mesago FM-Kongress in Frankfurt, 9. – 11.3.2010
- [5] A. Delsante, Tor Arvid Vik (Editors): Hybrid Ventilation, Annex 35 – HyBVent Hybrid Ventilation in New and Retrofitted Office Buildings, A State-of-the-Art Review, Publikationen der IEA – ECB&CS Annex 35, 2002

Das Projekt wird im Auftrag der Stadt Offenburg durchgeführt und vom Innovationsfonds für Klima- und Wasserschutz der Badenova AG & Co. KG gefördert.

Von der umströmten Scheibe zur optimierten Körperform

Prof. Dr.-Ing. habil. Karl Bühler

Fakultät Maschinenbau
und Verfahrenstechnik (M+V)

Badstraße 24
77652 Offenburg
Tel.: 0781 205-268
E-Mail: k.buehler@hs-offenburg.de

1948: Geboren in Achern
Lehre als Mechaniker
1971: Ing. (grad.) Ingenieurschule Offenburg
1975: Diplom Maschinenbau Universität Karlsruhe
1979: Promotion über Thermokonvektion
1985: Habilitation über Rotierende Strömungen,
Privatdozent Universität Karlsruhe
1986: Professor Universität Karlsruhe
Seit 1991: Professor an der Hochschule Offenburg
Seit 1994: Mitglied des Instituts für Angewandte Forschung (IAF)
der Hochschule Offenburg
1999, 2009: Forschungsaufenthalt an der University of Colorado at Boulder, USA
Zahlreiche Veröffentlichungen auf dem Gebiet der Thermo- und Fluidodynamik, darunter
Strömungsmechanik (Springer 1991), Grundzüge der Strömungslehre (Vieweg + Teubner 2010),
Hütte-Grundlagen der Ingenieurwissenschaften (Kap. Strömungsmechanik)



Forschungsgebiete: Strukturbildung in der Thermo- und Fluidodynamik,
Anwendungen der Computeralgebra, Numerische Strömungssimulation CFD

Prof. Dr.-Ing. Gerhard Kachel

Fakultät Maschinenbau
und Verfahrenstechnik (M+V)
Prodekan und Studiendekan
Maschinenbau (Bachelor)

Badstraße 24
77652 Offenburg
Tel.: 0781 205-167
E-Mail: gerhard.kachel@hs-offenburg.de

1962: Geboren in Heilbronn/Neckar, Studium Allgemeiner Maschinenbau, Universität Karlsruhe (TH), Schwerpunkte: Technische Mechanik/Dynamik, Strömungslehre/Gasdynamik
1988: Diplom Maschinenbau, Universität Karlsruhe (TH), Mitarbeiter der Daimler-Benz-AG, Stuttgart
Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Maschinenkonstruktionslehre und Kraftfahrzeugbau, Universität Karlsruhe (TH)
1997: Promotion zum Thema „Rechnerische Auslegung, Analyse und Optimierung einer mechanischen variablen Ventilsteuerung“, Fakultät für Maschinenbau, Universität Karlsruhe (TH), Robert Bosch GmbH, Bereich „Fahr-dynamische Regelsysteme“, Aufgaben: Sicherheitsarchitektur, Funktions- und Software-Entwicklung, zuletzt funktionale Verantwortung für fahrdynamische Regelsysteme als System-Projektleiter für einen Großkunden.
Seit 2005: Professor an der Hochschule Offenburg in der Fakultät Maschinenbau und Verfahrenstechnik.
Seit 2009: Prodekan der Fakultät Maschinenbau und Verfahrenstechnik und Studiendekan des Bachelor-Studiengangs Maschinenbau



Lehrgebiete: Technische Mechanik, Finite Elemente Methode, Maschinenelemente

Forschungsgebiete: Numerische Strukturanalyse und -optimierung,
Numerische Strömungsoptimierung

3.7 Von der umströmten Scheibe zur optimierten Körperform

Prof. Dr.-Ing. habil. Karl Bühler
Prof. Dr.-Ing. Gerhard Kachel
M.Sc. Andreas Gottlieb

Abstract

Im Rahmen energieeffizienter Umströmungsprozesse sind Verfahren zur Entwicklung optimaler Körperformen notwendig. In einem Verbundforschungsvorhaben wird mit unterschiedlichen

Methoden an diesem Ziel gearbeitet. Ausgehend von der umströmten Scheibe wird eine optimalere Körperform durch Simulation ermittelt.

Einleitung

Zum Erreichen energieeffizienter Umströmungen von Körpern sind optimale strömungsgünstige Formen notwendig. Im Rahmen des Forschungsprojekts EudaF – Energieeffiziente Umströmungsprozesse durch automatisierte Formoptimierung [1] arbeiten die Autoren an der Weiterent-

wicklung von numerischen Lösungsverfahren, mit deren Hilfe solche optimalen Körperformen ermittelt werden sollen.

Referenzlösung

Ausgangspunkt ist die frontale Anströmung einer Kreisscheibe mit dem Durchmesser D und der Dicke s . Die numerisch ermittelte Strömungsform bei einer Anströmgeschwindigkeit mit $Re = u_{\infty} D / \nu = 32000$ in Luft ist in Abbildung 3.7-1 dargestellt. Links ist das Geschwindigkeitsfeld und rechts das Druckfeld zu sehen.

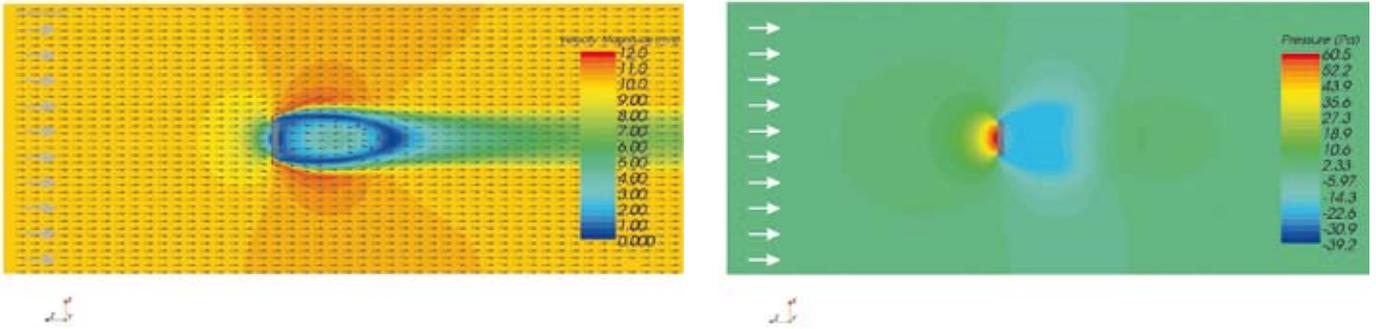


Abb. 3.7-1: Umströmung der Scheibe mit der Reynoldszahl $Re=33000$, links Geschwindigkeitsfeld mit dem Betrag in Farbe und rechts Druckfeld mit Betrag des Relativdrucks in Farbe

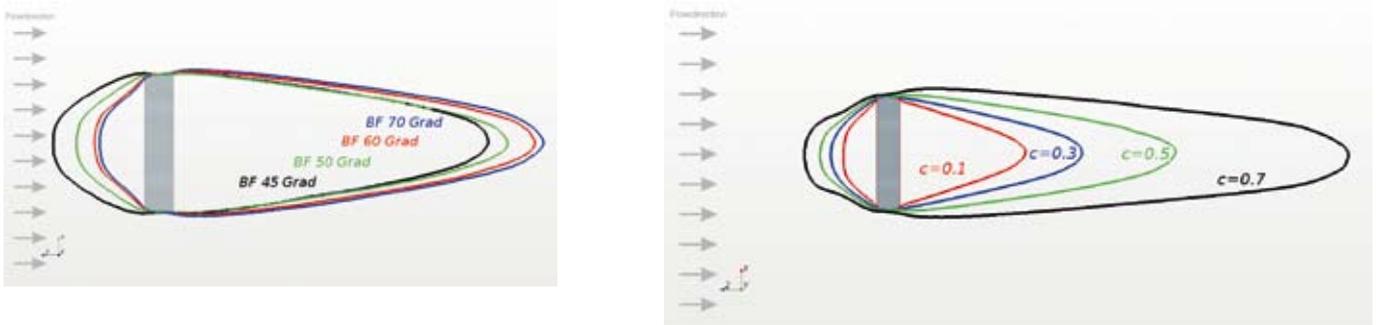


Abb. 3.7-2: Körperformen in Abhängigkeit der Parameterwerte von Tabelle 2, oben Cutoff- Wert $c=0,5$ und unten Backflow-Toleranz $BF=50$ Grad

Bei dieser Anströmung mit der Geschwindigkeit u_∞ bildet sich auf der Vorderseite ein Staupunkt aus, während sich auf der Rückseite durch die Ablösung der Strömung an der äußeren Hinterkante ein Rückströmungsgebiet ausbildet. Die Strömung ist turbulent. Das Stromfeld wurde unter Berücksichtigung des $k-\epsilon$ Turbulenzmodells berechnet. Die Daten der Scheibenumströmung sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Die Strömung ist in Abbildung 3.7-1 oben mit lokalen Geschwindigkeitsvektoren visualisiert. Die Farbe entspricht dem Betrag der Geschwindigkeit, wobei blau niedrigen und rot hohen Geschwindigkeiten entsprechen. Das Rückströmungsgebiet wird mit einem stromab liegenden Staupunkt abgeschlossen.

Scheibe	D	m	0,05
	s	m	0,01
Luft	ρ	kg/m^3	1,18415
	η	$\text{Pa}\cdot\text{s}$	$18,55 \cdot 10^{-6}$
	ν	m^2/s	$15,66 \cdot 10^{-6}$
RB	u_∞	m/s	10

Tabelle 1: Daten von Scheibe und Fluid

Die Druckverteilung in Abbildung 3.7-1 unten zeigt, dass der hohe Druck vor der Scheibe und der niedrige Druck hinter der Scheibe zu einer nach rechts gerichteten Kraft auf die Scheibe führt, die als Druckwiderstand bezeichnet wird.

Optimierung

Mithilfe der Topologieoptimierung soll nun eine Bauteilform mit gleichem Durchmesser D gefunden werden.

Der Ansatz zur Ermittlung der optimalen Körperform basiert auf Kenntnissen über die nachteiligen Effekte von Rückströmungen, Wirbeln und „Totwasser“-Regionen auf den Druckabfall und andere

relevante Strömungsgrößen für geführte Strömungen. Die Anwendbarkeit des Verfahrens auf umströmte Körper wird im Folgenden anhand der Scheibe modellhaft aufgezeigt.

Dabei wird zunächst eine Referenzströmungsrichtung benötigt, die über eine verbesserte Simulation mit verschwindender Reynoldszahl $Re=u_\infty D/\nu=0$ ermittelt wird.

Simulation

Mit dem Simulationsprogramm TOSCA Fluid [2] wird nun die Sedimentierung der einzelnen Zellen berechnet.

Körperform	BF	cutoff	$c_{w,p}$	$c_{w,F}$	c_w	$A \cdot c_w$	Re
	Grad	–	–	–	–	m^2	–
a	45	0.5	0.041	0.070	0.111	2.20E-04	31983
b	50	0.5	0.040	0.068	0.108	2.09E-04	31615
c	60	0.5	0.057	0.062	0.120	2.43E-04	32456
d	70	0.5	0.063	0.060	0.122	2.59E-04	33155
f	50	0.1	0.430	0.011	0.440	8.28E-04	31238
g	50	0.3	0.061	0.047	0.108	2.03E-04	31232
h	50	0.7	0.041	0.083	0.124	3.10E-04	35340
Scheibe			1.09	-1.5E-4	1.09	21.4E-4	31916

Tabelle 2: Parameterwerte und Strömungsgrößen

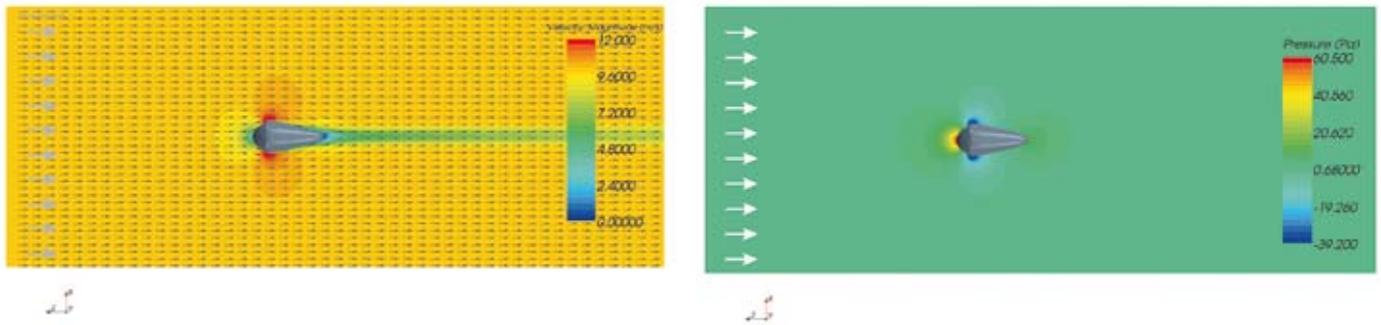


Abb. 3.7-3: Strömung um die optimierte Körperform mit dem Geschwindigkeitsfeld links und dem Druckfeld rechts

Nach jeder Iteration der Lösung der Strömungsgleichungen werden alle Zellen über einen Vergleich zwischen aktueller und zuvor berechneter Referenzströmrichtung überprüft, ob sie aus dem Strömungsgebiet heraus genommen werden sollen oder nicht. Zellen, die dem Optimierungskriterium nicht genügen, erhalten nach und nach einen höheren Sedimentationsgrad und werden nicht mehr durchströmt. Vom ursprünglichen Designgebiet (kompletter Windkanal ohne Scheibe) verbleibt so neben sedimentierten Bereichen ein unsedimentiertes, optimal durchströmtes Gebiet, das im Postprocessing noch extrahiert und geglättet werden muss. Zur Extraktion wurde das „Particle-Track Spread“-Verfahren verwendet. Hier wird für jede Zelle eine lokale Vergleichsgeschwindigkeit auf Basis von Partikelbahnen berechnet. Zur Extraktion einer Bauteiloberfläche wird die aktuelle Strömungsgeschwindigkeit in jeder Zelle mit der Vergleichsgeschwindigkeit verglichen. Über einen „Cutoff-Wert“ zwischen null und eins kann das Ausmaß der zum Designvorschlag heranzuziehenden Zellen gesteuert werden. Ein gewählter Cutoff-Wert von $c=0,5$ extrahiert beispielsweise alle Zellen, deren Geschwindigkeit mindestens 50 % der jeweiligen Vergleichsgeschwindigkeit beträgt.

Resultate

Durch Variation der Backflow-Toleranz ergeben sich die in Abbildung 3.7-2 oben dargestellten Körperformen. Abbildung 3.7-2 unten zeigt die Geometrievarianten, die bei konstanter Backflow-Toleranz von $BF=50$ Grad durch verschiedene Cutoff-Werte beim Postprocessing erzielt wurden.

Abbildung 3.7-2 oben zeigt die Körperformen, die mit einem konstanten Cutoff-Wert $c=0,5$ bei unterschiedlicher Backflow-Toleranz erzielt wurden.

In der Tabelle 2 sind die Parameterwerte und Strömungsgrößen für die verschiedenen erzielten Körperformen zusammengestellt. Die Körperformen b und g haben den geringsten Widerstandsbeiwert c_w , der sich aus Druck- und Reibungswiderstand zusammensetzt. Berücksichtigen wir das für den Gesamtwiderstand des Körpers wichtige Produkt aus $A \cdot c_w$, so schneidet die Körperform b am besten ab.

Die Abbildung 3.7-3 zeigt nun die berechnete Strömung um die optimierte Körperform g mit dem Geschwindigkeitsfeld oben und dem Druckfeld unten.

Die in Strömungsrichtung schlanker werdende Form lässt sich damit begründen, dass in Strömungen die Umsetzung von Druckenergie in kinetische Energie leichter möglich ist als die Umkehrung mit der Umwandlung von kinetischer Energie in Druckenergie.

Damit die Strömung immer der Wandkontur folgt und nicht ablöst, muss der Körper im Bereich der Verzögerung äußerst schlank sein.

Bauteile, mithilfe lokaler Optimalitätskriterien am Beispiel der umströmten Scheibe als Ausgangskörper hat gezeigt, dass bereits strömungsgünstige Formen gefunden werden können. Der erreichte c_w -Wert von $c_w=0.108$ liegt jedoch nicht im erreichbaren Bereich von Tragflügeln oder Stromlinienkörpern. Das Optimalitätskriterium der lokalen Rückströmungsvermeidung scheint hier nicht ausreichend zu sein, um optimale Bauteilformen zu generieren. Weitere Forschungsaktivitäten müssen deshalb hier ansetzen, um das Verfahren über andere oder zusätzliche Optimalitätskriterien erweitern und so auch für umströmte Körperformen anwendbar zu machen.

Diese ersten Resultate zeigen schon in Richtung des Ziels, weitere Strömungseigenschaften in die Optimierung mit einzubeziehen. Dies betrifft vor allem den Reibungseinfluss in Körpernähe durch die Schubspannungen und des makroskopischen Impulsaustauschs durch die Turbulenz.

Referenzen/References

- [1] EUdaF-Energieeffiziente Umströmungsprozesse durch automatisierte Formoptimierung. Verbundforschungsvorhaben der Hochschulen Offenburg und Karlsruhe 2009
- [2] TOSCA-Fluid: Software Product der Fa. FE-Design GmbH Karlsruhe: Rel.2.1.0, 2010
- [3] Bühler K., Kachel G., Karatas C.: Optimale Körperformen mit minimalem Strömungswiderstand IAF-FB HS OG S. 70 – 72 (2010)
- [4] Zierep J., Bühler K.: Grundzüge der Strömungslehre. 8. Aufl. Wiesbaden: Vieweg+Teubner 2010
- [5] Gottlieb A.: Anwendung der Topologieoptimierung für strömungsführende Bauteile im Fahrzeugentwicklungsprozess VDI-Tagungsband Simvec Baden-Baden 2010
- [6] Häußler, P., Bangert C.; Allinger P.: Innovative Produktentwicklung durch Struktur- und Strömungsoptimierung, SimPEP Kongress 14./15. Juni 2007 in Würzburg, FVA 2007
- [7] Klimetzek F. R.; Paterson J., Moos O.: AutoDuct: Topology Optimization for Fluid Flow, 1. Konferenz für angewandte Optimierung in der virtuellen Produktentwicklung, Karlsruhe, 21./22. März 2006

Diesel-elektrischer Hybridantrieb für kommunale Arbeitsmaschinen

Prof. Dr.-Ing. Richard Zahoransky
Fakultät Maschinenbau
und Verfahrenstechnik (M+V)

Badstraße 24
77652 Offenburg
Tel.: 0781 205-255
E-Mail: zahoransky@hs-offenburg.de



1952: Geboren in Todtnau i. Schwarzwald

1972–1977: Studium des Maschinenbaus an der Universität Karlsruhe (TH)

Bis 1982: Wissenschaftlicher Angestellter am Institut für Thermische Strömungsmaschinen der Universität Karlsruhe

1982: Promotion an der Universität Karlsruhe

1982–1984: als Feodor-Lynen-Stipendiat der A.-v.-Humboldt-Stiftung Gastwissenschaftler an der Yale University, New Haven/Ct., USA

1985–1993: leitende Positionen in mittelständischen Unternehmen des Maschinenbaus in Spanien und Deutschland

Seit 1993: Professor für Energietechnik und Strömungsmaschinen an der Hochschule Offenburg, Fachbereich Maschinenbau

Seit 1998: Mitglied des Instituts für Angewandte Forschung (IAF) der Hochschule Offenburg

1998/99: Gastprofessor an der Yale University. Mitglied verschiedener Normenausschüsse

2000–2007: Gründer und Studiengangleiter des auslandsorientierten Master-Studiengangs „Energy Conversion & Management ECM“

Bis 2007: Geschäftsführer des Kuratoriums der Hochschule Offenburg

Seit 2007: Beurlaubt zur Geschäftsführertätigkeit in einem mittelständischen Unternehmen

Forschungsgebiete: Strömungsmaschinen, Energietechnik, Partikelmesstechnik, Partikel/Tropfen-Entstehung und Wachstum, Nicht-Gleichgewichts-Thermodynamik, Nanopartikel-Produktion

3.8 Diesel-elektrischer Hybridantrieb für kommunale Arbeitsmaschinen

Prof. Dr.-Ing. Richard A. Zahoransky
Prof. Dr.-Ing. habil Uwe Nuß
Dipl.-Ing. (FH) Frank Böhler
Dipl.-Ing. Julien Santoire
Prof. Dr.-Ing. Marcus Geimer
Dipl.-Ing. (FH) Bernd Guggenbühler

Die Koautoren Santoire und Geimer sind vom Institut MOBIMA des KIT/Karlsruhe, Guggenbühler ist von der Fa. LADOG Fahrzeugbau & Vertriebs GmbH und Böhler ist in der Fa. Heinzmann GmbH & Co. KG.

Abstract

Several duty cycles have been performed with the LADOG multipurpose community vehicle (Fig. 3.8-1) equipped with a conventional diesel engine drive train. Based on these results, simulation calculations have been performed to estimate the fuel savings which can be achieved if this mobile machine would be equipped with a parallel diesel-electric hybrid drive train. Two hybrid configurations were considered, one with the original diesel engine and one with a right-sized, i.e. a smaller diesel engine. Several operation modes of the hybrid were simulated like start-stop function, recuperation, boosting and diesel engine operation for optimized fuel consumption (characteristic mapping).

The simulation results showed fuel savings up to 20 % even for this community vehicle which seemed not to be attractive for hybridization. This LADOG vehicle is actually modified by the hybrid drive train substituting the pure diesel drive train. The experimental proof of the simulations is under way.

Einleitung

Angepasste Hybridantriebe in mobilen Arbeitsmaschinen (off-highway Anwendungen) versprechen wegen der typischerweise auftretenden Lastzyklen mit ausgeprägten, häufigen und schnellen Laständerungen folgende Vorteile: gerin-

gerer Kraftstoffverbrauch, Einsatz eines Dieselmotors kleinerer Leistung, dadurch Erfüllung strikter werdender Emissionsvorschriften (TIER 4, EURO 5) ohne oder mit reduzierter Abgasnachbehandlung, Lärmreduktion, weitere Einsparpotenziale durch Elektrifizierung der Fahrzeugfunktionen möglich (Erhöhung des Hybridisierungsgrads), höhere Produktivität durch höhere Antriebsdynamik.

In diesem Projekt haben die Unternehmen HEINZMANN, LADOG sowie die Hochschule Offenburg und das KIT in Karlsruhe kooperiert. Die Partner verfügen über die notwendige Erfahrung der hier involvierten verschiedenen ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen wie Fahrzeugtechnik, Verbrennungsmotoren, elektrische Maschinen, Inverter, Steuer- und Regelungstechnik sowie Batteriesysteme.

In diesem Projekt verantwortete Heinzmann das Gesamtsystem und entwickelte die E-Maschine, die Systemsteuerung sowie die Software für den Hybridantrieb. LADOG stellte das Fahrzeug, Abb. 3.8-1, als Versuchsträger zur Verfügung. Der Lehrstuhl für Mobile Arbeitsmaschinen MOBIMA des KIT führte die Simulationsrechnungen durch. Das Labor für elektrische Antriebe und Leistungselektronik der Hochschule Offenburg lieferte den Inverter.



Abb. 3.8-1: Kommunalfahrzeug LADOG, ausgerüstet mit parallelem diesel-elektrischem Hybridantrieb von Heinzmann

Paralleler diesel-elektrischer Hybrid für mobile Arbeitsmaschinen

Die elektrische Maschine wird bei diesem Hybrid ohne eigene Lagerung direkt auf die Kurbelwelle des Dieselmotors montiert und ersetzt in manchen Fällen das Schwungrad, Abb. 3.8-2. Dadurch wird der Hybridmotor allenfalls geringfügig, z. B. um ca. 50 mm, länger als der reine Dieselmotor, bzw. mit einem leistungsschwächeren Dieselmotor wird er sogar kürzer.



Abb. 3.8-2: HEINZMANN E-Maschine mit Hydraulikpumpe als Parallelhybrid-Aggregat mit VW Industriemotor

Damit passt er ohne nennenswerte Umkonstruktionen in vorhandene Arbeitsmaschinen wie in Abb. 3.8-3.



Abb. 3.8-3: Multifunktionaler Bagger MECA-LAC, ausgerüstet mit Hybrid von Heinzmann

Deshalb ist dieser Hybridtyp derzeit am populärsten für mobile Arbeitsmaschinen. Die elektrische Maschine hat vier Funktionen:

- Boost: Die elektrische Maschine deckt geforderte Lastspitzen ab
- Generator: Bei geringen Lastanforderungen wird die E-Maschine auf Generatormodus umgeschaltet und lädt die Batterie
- Regeneration: Ebenso arbeitet sie als Generator, um die Energie beim Bremsen zu nutzen

- Starter: Der E-Motor erlaubt eine effiziente Start-Stopp-Funktion mit Schnellstart des Dieselmotors in 150 bis 300 ms. In Leerlaufphasen kann also abgeschaltet werden

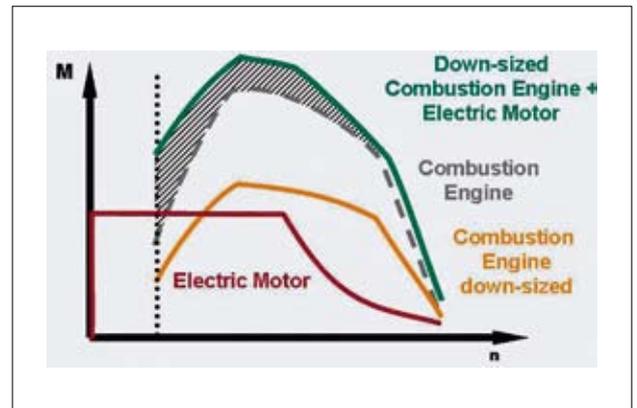
Systemüberblick

Der prinzipielle Aufbau des Parallelhybrid-Systems mit folgenden Komponenten ist in [1] erläutert:

- Elektrische Maschine (Motor, Generator und Starter)
- Hybridsystem-Steuergerät zur Umsetzung der Hybridstrategie
- Diesel-Steuergerät, das den Dieselmotor regelt
- Inverter: Drehzahl-/Drehmoment-Steuerung für die bürstenlose E-Maschine
- DC/DC Konverter: Wandelt die hohe Busspannung des Hybridsystems mit Batterie in die On-board Spannung

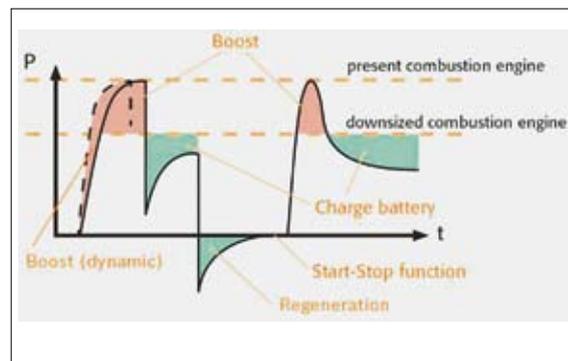
Drehmomentverhalten

Die E-Maschine im Hybridantriebsstrang liefert ein weiteres Drehmoment, was einen kleineren Dieselmotor mit geringerer Leistung einzusetzen erlaubt („right-sizing“ oder „down-sizing“ des Verbrennungsmotors). Abbildung 3.8-4 zeigt die Momentenüberlagerung. Es ergeben sich große Vorteile bei geringen Drehzahlen. Das Lastprofil (abverlangte Leistung) über der Zeit, Abb. 3.8-5, visualisiert eine mögliche Steuerung des Parallelhybrids. Hierbei wird der Dieselmotor idealisiert mit konstanter Last gefahren, was eine von mehreren Hybridstrategien ist.



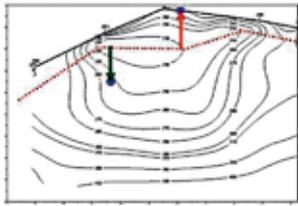
- Drehmoment $M(n)$ des Elektromotors
- Drehm. $M(n)$ des kleineren Dieselmotors (right-sized bzw. down-sized)
- $M(n)$ des ursprünglichen Dieselmotors
- $M(n)$ des Hybridmotors (Addition der $M(n)$ von Elektro- und kl. Dieselmotor)

Abb. 3.8-4: Drehmomentdarstellung des parallelen Hybridantriebs in Abhängigkeit der Drehzahl n



- E-Maschine im Motorbetrieb (Boost)
- E-Maschine im Generatorbetrieb (Batterieladung)

Abb. 3.8-5: Hybridfahrweise zur Abdeckung des geforderten Lastprofils



• Geforderter Betriebspunkt

↓ Batterieladung Generatorbetrieb

↑ Boost Motorbetrieb

Abb. 3.8-6: Hybridstrategie für optimalen Kraftstoffverbrauch

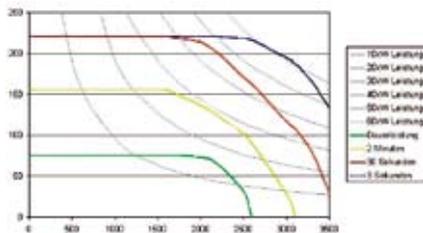


Abb. 3.8-7: Drehmomentverhalten der E-Maschine von Heinzmann mit 15 kW Nennleistung (Dauerleistung S1)

Alternativ kann eine konstante Drehzahl des Dieselmotors (Phlegmatisierung) vorgegeben werden oder eine drehzahlabhängige Leistungssteuerung des Dieselmotors für jeweils geringsten Verbrauch oder geringste Emissionen (Kennfeldsteuerung). Der Dieselmotor wird wie Abbildung 3.8-6 bei jeder Drehzahl mit geringstem Verbrauch gefahren, wobei die E-Maschine jeweils „boostet“ oder die Batterie lädt.

Auslegung der Elektromaschine

Elektrische Maschinen werden i. a. nach ihrer Dauerleistung (S1 Betrieb) kategorisiert – diese hängt von der zulässigen Stator/Rotor-Temperatur ab. Die E-Maschine läuft nicht permanent, wie Abbildung 3.8-5 veranschaulicht. Die Boost- und Regenerationsphasen dauern nur kurze Zeit im Sekundenbereich. Deshalb ist eher das Kurzzeitverhalten der E-Maschine, also deren Überlastfähigkeit, von Interesse, Abb. 3.8-7.

Das Kennfeld der in Abb. 3.8-7 dargestellten bürstenlosen DC-Maschine mit 15 kW Dauerleistung kann für 3 Sekunden bei 60 kW bei einer Drehzahl von

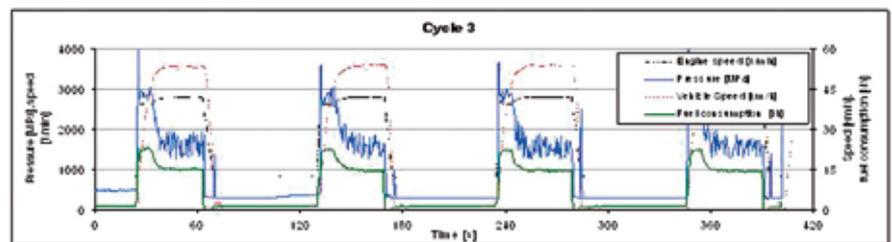
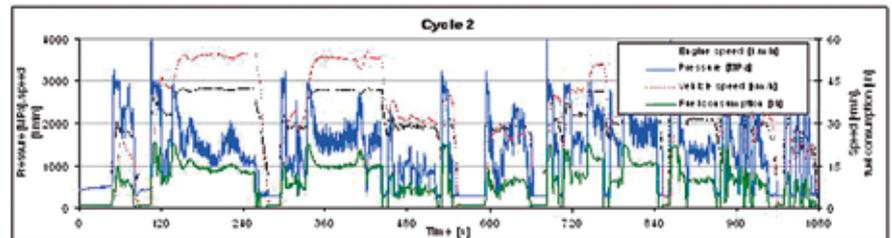
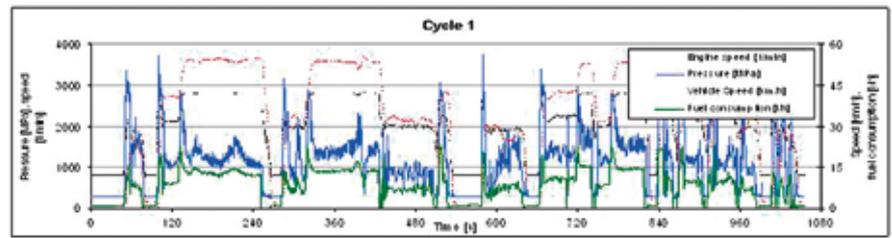


Abb. 3.8-8: Messwerte von drei verschiedenen Arbeitszyklen

3.000 min^{-1} betrieben werden. Für zwei Minuten sind im Drehzahlband 1500 bis 2500 min^{-1} nahezu 30 kW möglich. Die Wirkungsgrade liegen deutlich über 90%.

Batteriegröße

Es wurde eine Batterie mit 125 LiFePO4 Zellen gewählt, um eine Spannung von 400 V zu erzielen. Diese oder noch höhere Spannungen setzen sich für mobile Arbeitsmaschinen durch [2]. Aus den Lastprofilen, z. B. Abb. 3.8-5, kann die minimal notwendige Batteriekapazität abgeleitet werden. Die integrierte Boostleistung über der Zeit (Fläche im P-t-Diagramm von Abb. 3.8-5) und das entsprechende Ladungs/Rekuperations-Integral repräsentieren die notwendige Batteriekapazität. Diese Energien müssen von der Batterie abgebar oder aufnehmbar sein. Da bei mobilen Arbeitsmaschinen die Lastzyklen sehr schnell sowie die Boost- und Rekuperationszeiten sehr kurz sind, ist die Batterie lediglich „Mikrozyklen“ ausgesetzt. Deshalb kann eine Batterie mit geringer Kapazität gewählt werden, z. B. 4,5 Ah bei 400 V.

Zielsetzung und Testfahrten

Zielsetzung der Simulation ist die Abschätzung des Potenzials der Kraftstoffreduktion. Als Versuchsträger dient der Antriebsstrang eines Mehrzweck-Kommunalfahrzeugs der Fa. LADOG Fahrzeugbau und Vertriebs GmbH, Abb. 3.8-1. Das originale Fahrzeug ist mit einem 72-kW Dieselmotor ausgerüstet. Das hybridisierte Fahrzeug – dessen Betrieb bisher nur simuliert wurde – ist zum Vergleich mit einem Parallelhybrid ausgestattet. Bei den Testfahrten wurden verschiedene Daten wie Fahrzeug- und Motorgeschwindigkeit, der Kraftstoffverbrauch und Druck der Hydraulik dokumentiert. In Abb. 3.8-8 sind einige der aufgenommenen Arbeitszyklen wiedergegeben.

Simulationen

Mit Matlab Simulink wurden die Fahrzyklen mit und ohne Hybrid simuliert. Hierbei bildeten die Wirkungsgradkennfelder für Dieselmotor und Elektromaschine die Grundlage. Mechanische Übertragungsglieder wurden zusammengefasst. Tabelle 1 zeigt die Grunddaten.

Beschreibung	Einh.	Wert
Fahrzeuggewicht	kg	2.950 Zyklus 1
		4.600 Zyklus 2
		2.800 Zyklus 3
Dieselmotorleistung (konventionell)	kW	72
Dieselmotorleistung (right sized)	kW	42
Motorleistung	kW	30
Spitzengeschwindigkeit	km/h	53,5

Tabelle 1

In der Simulation fanden verschiedene Antriebskonfigurationen und Betriebsstrategien („Konfigurationen“) Berücksichtigung. Der Dieselmotor wurde bei minimalem Kraftstoffverbrauch simuliert (Abb. 3.8-6). Nächste Simulationsschritte waren Start-Stopp-Funktion und Rekuperation der Bremsenergie. Betrachtung fanden einmal der ursprüngliche Diesel mit 72 kW und der kleinere (right sized) mit 42 kW Leistung. Die E-Maschine hat 15-kW-S1-Leistung.

Konfiguration	Diesel =72 kW	Diesel =42 kW	Maximaler Wirkungsgrad	Start-Stopp	Rekuperation	Kraftstoffersparnis [%]		
						Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3
Konventionell (gemessen)	x					0,0	0,0	0,0
Hybrid 1	x	x				0,2	0,3	0,4
Hybrid 2	x	x	x			3,1	3,4	9,8
Hybrid 3	x	x	x	x		5,7	5,3	13,4
Hybrid 4		x	x			16,7	14,6	15,7
Hybrid 5		x	x	x		19,0	15,5	19,0
Hybrid 6		x	x	x	x	21,6	17,6	22,8

Tabelle 2: Simulationsergebnisse

Tabelle 2 gibt den Überblick über den Kraftstoffverbrauch bei den verschiedenen Konfigurationen und Lastzyklen. Das Kommunalfahrzeug verspricht ein beträchtliches Kraftstoffeinsparpotenzial von über 20 %. Die Tabelle 2 zeigt aber auch, dass gewisse Konfigurationen nur geringe Spareffekte aufweisen. Die Verkleinerung des Dieselmotors (right-sized) ergibt unter allen Maßnahmen den höchsten Wirkungsgradsprung. Die durch den Parallelhybrid mögliche Elektrifizierung der Hilfs- und Nebenaggre-

gate (Kühlgebläse, Wasserkülpumpe, Klimakompressor) wurde bei den Simulationen noch nicht berücksichtigt.

Referenzen

- [1] Böhler F. und Zahoransky R., Hybridantriebe für industrielle Anwendungen, in: 2. Fachtagung Hybridantriebe für mobile Arbeitsmaschinen. 18.02.2009 in Karlsruhe, S. 13 – 23
- [2] Harms H.H. (Herausgeber), 400 V auf der mobilen Arbeitsmaschine – wird die Elektrik zu einer ernst zu nehmenden Konkurrenz?, Institut für Landmaschinen und Fluidtechnik der TU Braunschweig, Braunschweig 2009

Danksagung

Die finanzielle Unterstützung durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie im Rahmen des Programms „Förderung der Erhöhung der Innovationskompetenz mittelständischer Unternehmen“ (PRO INNO II), Förderkennzeichen KF0592901LK7 wird dankend erwähnt.

3.9 Microwave assisted Plasma Generation for Exhaust Gas Treatment

Prof. Dr.-Ing. Richard A. Zahoransky
Dipl.-Ing. Jürgen Reith, M.Sc.,

The co-author Reith is affiliated to the company Heinzmann GmbH & Co. KG

Abstract

Microwave treatment of exhaust gases is an alternative technique to remove disturbing components. This investigation proves the principle feasibility of this microwave technique in a resonator (Figs. 3.9-1 and 3.9-2).

Introduction

Key advantages of this technique are:

- Affordability and availability of used parts
- Simple design
- Constant emission reduction power (no filter characteristic)
- No regeneration required
- No mechanical wear and tear of the apparatus
- No increased exhaust back pressure as with filters. Therefore, lower fuel consumption

Disadvantage:

- High power of approximately 1 kW necessary, which may be reduced under certain circumstances. However, this energy could be recuperated in heat exchangers

Operating mode

The applied technique uses high pressure plasma which is generated by a velocity modulated tube (magnetron) visualized in Fig. 3.9-1 (1).

Calculation of the resonator design
Background of the present design is the standard-waveguide WR-340 with measures $a=90,42$ mm and $b=47,24$ mm, Fig. 3.9-1 (2).

In this case, the lower cut-off frequency f_{10} of the fundamental mode H10 is

$$f_{10} = \frac{c}{2a} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m}}{2 \cdot 0,09 \text{ m}} = 1,666 \text{ GHz}$$

The wavelength λ_{10} of the mode H10 results in

$$\lambda_{10} = \frac{c}{f_{10}} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}}{1,666 \text{ GHz} \cdot \text{s}} = 0,180 \text{ m}.$$

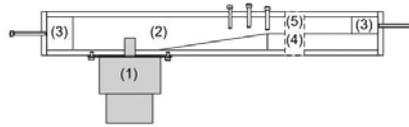


Abb. 3.9-1: Resonator

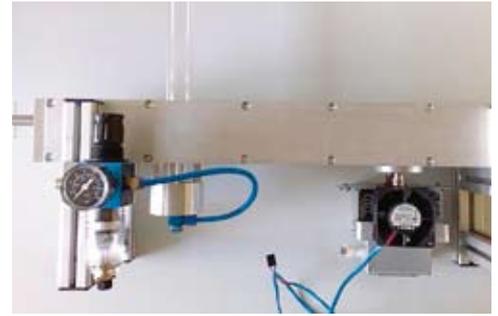


Abb. 3.9-2: Resonator



Abb. 3.9-3: Test Setup in the High Frequency Laboratory of the University of Appl. Sci. Offenburg

The wavelength λ_H in the waveguide yields to

$$\lambda_H = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m}}{2,457 \text{ GHz} \cdot \text{s}} = 0,1662 \text{ m}.$$

An inner length of $2\lambda_H$ is chosen to gain a resonance within the plasma zone. Adjustment of the resonance is achieved with the pushers on both sides, Fig. 3.9-1 (3). Approximately 800 W are applied in these investigations.

Test setup (Fig. 3.9-2)

The tests took place in an anechoic chamber. For safety reasons, an electromagnetic shielding around the plasma zone, Fig. 3.9-1 (5) is mounted.

Consequently, only a little and a harmless amount of microwave energy was emitted from the resonator. A 25 kV spark gap Fig. 3.9-1 (4) is applied for reliable plasma ignition.

Soot particles were generated by an under-stoichiometric burning flame, Fig. 3.9-3 (1). The exhaust gas was aspirated by a carrier gas, Fig. 3.9-3 (2) in a venturi nozzle, Fig. 3.9-3 (3).

The soot content with and without the micro wave treatment was measured by PIERBURG BOSCH smoke degree-meter Fig. 3.9-3 (4). The treated soot concentration was found to be approximately 5,8 g m³. The generated plasma was carried away at the high volume flows of the exhaust gas. This problem could be solved by magnetic retention of the plasma. The induced microwave energy could be increased dramatically by concentration through magnetic fields in the plasma zone.

Results

The results can be summarized by the following statements:

- Existing designs of similar resonators could be simplified strongly.
- The soot content was reduced up to 69 % (Table 1 and Fig. 3.9-4).
- The waste energy could be recuperated in heat exchangers downstream – thus, the disadvantage of the necessary high energy is partly compensated.
- The micro wave gas treatment offers several applications apart of the diesel exhaust. For example, treatment of toxic gases is also feasible.

	Magnetron	
	Off	On
Bosch numbers BN	5,9	2,2
	5,7	2,7
	5,8	2,3
	5,8	2,2
	Average value BN	5,8
Concentration g*m-3	0,5044	0,1557

Table 1: Soot reduction

Outlook

The path for a competitive technical application is still long. An exception may be the treatment of toxic gases which needs further experimental investigations. The usage for the exhaust gas aftertreatment of diesel engines needs further simplification of the resonator and effective magnetic retention of the plasma to reduce the operating power and to increase the efficiency.

Acknowledgement

The financial support of the IAF Institute of Applied Research is highly appreciated.

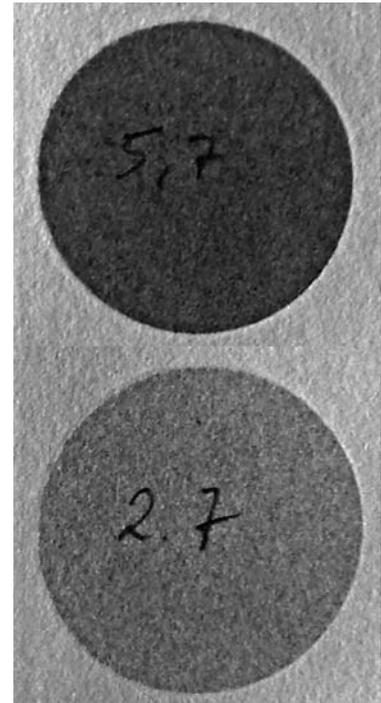


Abb. 3.9-4: Blackened filter without microwave treatment (1), with (2) Magnetron turned on

Täterkommunikation mit Instant Messaging Clients

Prof. Dr. rer. nat. Daniel Hammer

Fakultät Medien und
Informationstechnik (M+I)

Badstraße 24,
77652 Offenburg
Tel.: 0781 205-388
E-Mail: hammer@hs-offenburg.de

1965: geboren in Berlin

Studium der Mathematik und Physik in Berlin und Moskau,
Promotion auf dem Gebiet der Theoretischen Informatik
(deskriptive Komplexitätstheorie)

Wissenschaftlicher Mitarbeiter an verschiedenen Forschungseinrichtungen (Karl-Weierstraß-Institut Berlin, TU Berlin, Uni Greifswald)
Forschungsaufenthalte in Spanien (CRM), Russland (IUM/MCCME)
und Israel (Technion)

Tätigkeit in zahlreichen IT-Projekten (Security, Systemintegration)
auf dem Gebiet des eBusiness und Online-Providing sowie im
öffentlichen Sektor

Seit 2004: Professor für Informatik, insbesondere Sicherheit
in Informationssystemen an der Hochschule Offenburg



Forschungsgebiete: Computer & Netzwerk-Forensik, Sicherheit in vernetzten Systemen,
Privacy Protection, Security Engineering

4.1 Täterkommunikation mit Instant Messaging Clients

Prof. Dr. rer. nat. Daniel Hammer

Abstract

Instant messaging systems allow users to interact in real time over the Internet. Hackers and criminals often use instant messenger programs for illicit purposes and consequently the logfiles and any possible digital evidence from such programs are of forensic interest. The current research project attempts to provide an accurate and reasonable description of some issues where to find evidence and presents possible solutions to those issues.

Das Internet bietet eine Vielzahl von Möglichkeiten zum weltweiten Informationsaustausch. Es hat sich zu einem unverzichtbaren Bestandteil der beruflichen und privaten Alltagskommunikation entwickelt. Im Lauf der Jahre hat dies zu Veränderungen der Kommunikationsgewohnheiten geführt.

Nicht nur die verwendete Technik hat eine rasante Entwicklung genommen und dadurch zu einer enormen Steigerung von Mobilität, Effizienz und Individualisierung beigetragen. Mit dem Einzug dieser neuen Informationswege gehen auch grundlegende gesellschaftliche Wandlungsprozesse und Veränderungen der orts- und raumbezogenen Sozialstrukturen einher.

Im Zug dieser Entwicklung finden Instant-Messengern als Kommunikationsplattform in der Bevölkerung eine immer breitere Anwendung. Verbreitung, Akzeptanz und Funktionalität führen dazu, dass dieses Medium auch zur Täterkommunikation, also zur Vorbereitung und Durchführung von Straftaten, benutzt wird. Somit rückt diese Art des Informationsaustauschs bei Sicherheitsbehörden zunehmend in den Fokus der Ermittler.

Wenn Computer bzw. computergestützte Dienste bei Straftaten involviert sind, werden Computer-Forensik-Experten zur Sicherung gerichtsverwertbarer elektronischer Beweismittel zu Rate gezogen. Hierbei geht es um die Untersuchung, Wiederherstellung und Bewertung digitaler Spuren und Datenbestände auf den Computern der Täter oder sogar in Netzwerken. Die forensische Untersuchung digitaler Spuren, die Straftäter bei der Nutzung von Instant Messengern hinterlassen, ist kein leichtes Unterfangen.

Zunächst gibt es eine Vielzahl solcher Messenger, wobei jeder sein eigenes Portfolio an Funktionen, Formen der Standardinstallation, Änderungs- bzw. Einstellmöglichkeiten durch den Anwender, jeweilige Systemvoraussetzungen und Zusatzbibliotheken mit sich bringt.

Darüber hinaus verfügt jeder dieser Instant Messaging Clients über jeweils spezifische Speicherorte kommunikationsrelevanter Daten. Die jeweils verwendeten Datenformate sind dabei meist ebenso spezifisch wie proprietär.

Außerdem haben einige Messenger noch Zusatztools und Hilfsmittel wie Toolbars in Browsern, die eine weitere Diversifizierung der digitalen Spuren für jeden Messenger nach sich ziehen. Eigenschaften dieser Datenspuren wie deren Flüchtigkeit und Wiederherstellbarkeit sind zudem oft abhängig vom Kontext des jeweils verwendeten Betriebssystems.

Die hier angesprochenen Probleme sind bisher kaum erforscht, sodass selbst der fachkundige Ermittler nur sehr wenige Anhaltspunkte bei der Beweissicherung und Analyse beweisrelevanter Daten hat. Aufgrund der Spezifik trifft dies nicht nur für die forensische Post-mortem-Datenträgeruntersuchung zu. Bei Instant-Messengern müssen digitale Beweismittel vor allem auf laufenden Computersystemen gesichert werden, da sie nach Beendigung des Messengers oder gar nach einem Neustart des Computers meist unwiederbringlich verloren sind.

Im Labor für IT-Sicherheit und Computer-Forensik der Hochschule Offenburg wurde das Forschungsprojekt Täterkommunikation mit Instant Messaging Clients ins Leben gerufen und damit echtes Neuland in der Forschungslandkarte betreten. Gegenstand ist eine strukturelle Untersuchung von verschiedenen Instant-Messengern auf Computersystemen bzw. in den bei Ermittlungen gesicherten Computersystemen erstellten forensischen Images.

Zentrale Fragen

Folgende Fragestellungen sind in Bezug auf Instant-Messenger für forensische Ermittler am Zielsystem eines Täters von zentraler Bedeutung:

- Wie kann man erkennen, ob Messengerdienste auf einem jeweils vorliegenden Computer genutzt wurden?
- Wie kann man erkennen welche Messengerdienste genutzt wurden?
- Wo speichern Messenger relevante Daten und welcher Art sind diese Daten?
- Wann, mit wem und in welcher Form bestand innerhalb des Messengerdienstes Kontakt?
- Welche Inhalte wurden in welchen Formaten kommuniziert?
- Wurden Daten/Dateien ausgetauscht? Welche? Mit wem? Wann? Speicherort?
Welche Daten sind sogenannte flüchtige Daten, also nach Abmeldung des Messengers bzw. Ausschalten des Computers nicht mehr vorhanden bzw. aufgrund von Verschlüsselung/Codierung nicht mehr auslesbar?
- Welche Daten sind nur online aufgrund der Speicherung auf dem Server des Diensteanbieters verfügbar?
- Welche Änderungen zur Standardinstallation wurden vorgenommen (z.B. Protokollierung, Verschlüsselung etc.)?
- Welche Personen wurden seit wann ignoriert?

Untersucht wurden hierzu die Instant-Messenger mit dem größten Verbreitungsgrad

- ICQ
- Yahoo Messenger
- MSN, Windows Live Messenger, Messenger Plus! Live
- Skype

sowie die Multi-Messenger

- Pidgin
- Trillian Astra
- Miranda

in den jeweils aktuellen bzw. am häufigsten genutzten Versionen. Die Applikationen wurden dabei von den Betriebssystemen MS-Windows XP und MS-Windows Vista sowie MS-Windows 7 gehostet.

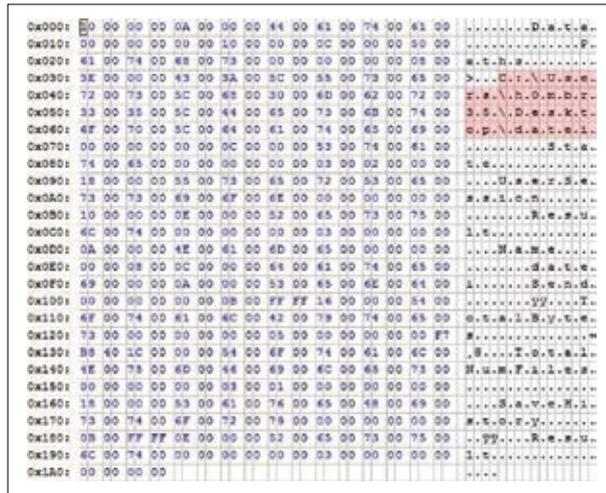


Abb. 4.1-1: Aufbau einer TransfERNachricht Datenpfad rot in ICQ

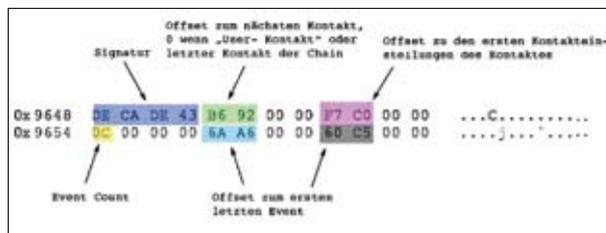


Abb. 4.1-2: Miranda-2072

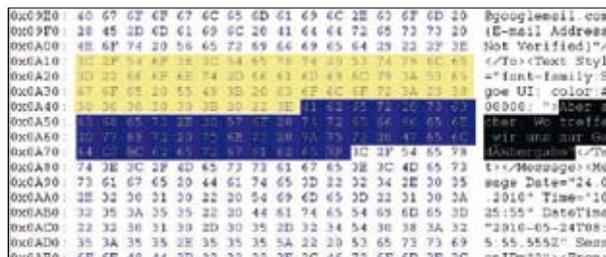


Abb. 4.1-3: WindowsLive-014



Abb. 4.1-4: Yahoo-001

Zunächst wurden allgemeine Informationen zu den Messengern untersucht. Dazu gehören die genauen Installations- und Konfigurationsdaten im jeweiligen Betriebssystem mit dazugehörigen Hashwerten aller wichtigen Binaries. Dazu wurden bitgetreue forensische Snapshots der Betriebssysteme vor und nach der Installation bzw. der Nutzung des Messengers verglichen. Außerdem wurden alle Änderungen und Schlüssel in der Registry des Systems genauestens ausgewertet.

Des Weiteren wurde ermittelt, welche Log- und Protokolldateien von den Messengern angelegt werden, wo und unter welchem Namen diese Dateien erzeugt und welche Informationen in diesen Dateien gespeichert werden. Da die Dateien meist proprietäre Formate besitzen musste aufwendig untersucht werden, wie sich die in ihnen gespeicherten Informationen darstellen und später interpretiert haben. Hierzu musste die Hexstruktur dieser Dateien Bit für Bit ergründet werden.

Bei der Einrichtung eines User-Accounts ist neben der Festlegung eines Benutzernamens und eines Passwortes die Eingabe von personenbezogenen Daten erforderlich. Zudem kann die Angabe einer E-Mail-Adresse erforderlich sein. Diese Profildaten können für Ermittler von hohem Interesse sein und mussten als Nächstes mit ihren Speicherorten im System ermittelt werden.

Da die Benutzer der Messenger eine Vielzahl von Möglichkeiten haben, z. B. Kennworte zu speichern, sich automatisch anzumelden etc., musste pro Applikation eine Vielzahl von Szenarien durchgespielt werden. Je nach Nutzungs- und Konfigurationsart der Messaging Clients ändert sich die Bitstruktur der angelegten Daten, die es zu finden und zu analysieren galt.

Jeder Kontakt hinterlässt Spuren

Kontakt- und Kommunikationsdaten die im Zug von Chat, Mailversand, Telefonie und Dateitransfer mit Messengern entstehen, sind von höchstem Interesse für Ermittler. Basis aller wissenschaftlichen Untersuchungen ist hierbei das sogenannte Locard'sche Austauschprinzip. Es wurde von Edmond Locard (1877 – 1966), dem Leiter des ersten medizinisch, forensischen Institut der Welt formuliert und später in die digitale Welt des Computerzeitalters übertragen. Es besagt, dass kein Kontakt zwischen zwei Objekten vollzogen werden kann, ohne dass diese wechselseitige Spuren hinterlassen.

Nadeln im digitalen Heuhaufen

Um dieser digitalen Kontaktsuren habhaft zu werden, muss man sehr tief ins Dateisystem des jeweiligen Betriebssystems einsteigen. Unter Umständen hilft sogar nur eine Analyse des Hauptspeichers der noch laufenden Kommunikationssysteme.

Zwei klassische Ermittlungsfragen sind zum Beispiel: „Hatte Person A mit Person B Kontakt?“ bzw. „Wie lauten alle Kontaktpersonen einer gegebenen Person?“. Um Beweise für den Informationsaustausch mit Instant-Messenger zweier Kontaktpersonen zu finden, muss man gelegentlich nicht nur Verschlüsselung überwinden. Es ist auch oft sehr schwierig und aufwendig, deren binäre Codierung zu verstehen, um sie zu den entsprechenden Phasen und Inhalten der Kommunikation zuordnen zu können.

Manchmal helfen bei der Spurensuche auch Umwege. Bei Instant-Messengern wird beispielsweise manchmal zur Nutzung der vorhandenen E-Mail-Funktion auf den nach Standard hinterlegten E-Mail-Account des Systems zugegriffen. So kann man vielleicht zwar keine Kommunikationsspuren innerhalb der Dateistruktur des Messengers finden, wohl aber in der des standardisierten E-Mail-Clients, weil eventuell E-Mails lokal auf dem Computer gespeichert wurden.

Messenger ermöglichen weiterhin, mit Kontaktpersonen Dateien jeglicher Art auszutauschen. Auch hier gibt es eine Reihe nicht-trivialer Fragen zu klären. Gibt es zum Beispiel Hinweise auf die versendeten oder empfangenen Dateien und können Aussagen zur Transferrichtung getroffen werden? Wurden Hashwerte der übertragenen Dateien gespeichert, und wenn ja, an welchen Speicherorten und in welchem Algorithmus?

Um hierauf Antworten zu finden, mussten ebenfalls viele Szenarien durchexerziert, Datenträger Bit für Bit forensisch gesichert und analysiert werden.

Praktische Sicherheitsforschung

Besonders in der Phase der konkreten Zielbestimmung dieses Forschungsvorhabens, aber auch bei der Definition einzelner Nutzungsszenarien der Instant Messaging Clients wurde intensiv mit Spezialisten der Forensic Computer Investigation/Analysis Unit des Bundeskriminalamts zusammengearbeitet.

Dadurch konnte eine höchstmögliche Praxisnähe erreicht und Antworten auf konkrete Fragestellungen des regulären Ermittleralltags und seiner Arbeitsabläufe gegeben werden.

Die im Projekt gesammelten Forschungsergebnisse sind in eine umfangreiche Dokumentation eingeflossen, aus der ein dynamisch erweiterbarer Leitfaden für Ermittler der polizeilichen IT-Forensik in Deutschland entstanden ist. Dieser Leitfaden dient Ermittlern nicht nur als Hilfsmittel und Nachschlagewerk bei der Datenträgeruntersuchung, sondern auch als Anleitung, wie die Sicherstellung aller beweisrelevanten Daten insbesondere bei laufenden Computersystemen erfolgen sollte.

Referenzen/References

- [1] Jones: "Information warfare – A European perspective of recent developments?", International Conference on i-Warfare and Security, 2006
- [2] Haddon: "Information and Communication Technologies in Everyday Life", Berg Publ., 2004
- [3] Morfitt: "Structural Analysis of the Log Files of the ICQ Client Version 2003b", Proc. 4th Australian Digital Forensics Conference, 2006
- [4] Locard: „Die Kriminaluntersuchung und ihre wissenschaftlichen Methoden, bearbeitet von Willy Finke“, Berlin Kameradschaft, 1930
- [5] Sorensen, Yoo and Lyytinen (Herausgeber): "Designing Ubiquitous Information Environments: Socio-Technical Issues and Challenges", Springer, 2010

4.2 Webserver-Log-Forensik

Prof. Dr. rer. nat. Daniel Hammer

Abstract

In recent years, PHP-based malware is gaining popularity amongst attackers on the Internet. Such hacking scripts allow an attacker to hijack and control web servers that run the Hypertext Preprocessor scripting language in order to maintain dynamic web pages. We introduce a log-file parser that finds traces of such malware on infected systems, analyses and reports the actions of the attacker.

Logdatei-Forensik

Für den professionellen Einsatz von Computersystemen müssen die darauf stattfindenden Ereignisse – ähnlich wie bei einem Flugschreiber in Flugzeugen – geeignet protokolliert werden. Die gesammelten Informationen werden in Form von Ereignisprotokollen in Logdateien gespeichert.

Im Rahmen einer effizienten Administration von IT-Systemen und -Netzwerken, bei der Prozess-Kontrolle bzw. -Synchronisation und bei Optimierung und Automatisierung finden Logdateien eine wichtige Anwendung. Klassisch und besonders transparent ist der Einsatz von Logdateien auf Webservern, wo durch dieser Ereignisprotokolle Statistiken zur Nutzung und Optimierung von Internet-auftritten oder zu Analysen von Benutzerfreundlichkeit oder dem Erfolg von Marketing-Kampagnen erstellt werden.

Vor allem dann, wenn es zu Fehlverhalten von IT-Anlagen kommt, dienen Einträge in Systemlogbüchern der Fehleranalyse und Ursachenbekämpfung.

Sieben kriminalistische Ws

Nach dem Versuch oder der erfolgreichen Ausführung eines Hackerangriffs auf IT-Systeme können Logdateien von zentraler Bedeutung sein, um solche Vorfälle zu entdecken und aufzuklären. Als Teil einer computer-forensischen Analyse werden dabei Aufzeichnungen der Logdateien eines betreffenden Zeitraums nach bestimmten Kriterien untersucht, Anomalien festgestellt und Rückschlüsse auf die Angriffsszenarien gezogen. Um ein möglichst umfassendes Bild der Vorgänge zu bekommen, werden oft die Aufzeichnungen verschiedener Logdateien über

vorhandene Zeitstempel miteinander korreliert. Dies geschieht unter anderem, wenn die Logdateien von Webservern oder Firewalls mit denen von Routern in einer zusammenfassenden Analyse abgeglichen werden.

Wie bei allen digitalen forensischen Untersuchungen werden die einzelnen fall-relevanten Daten und Fakten jeweils für sich bewertet und in den zentralen Analysefeldern mit anderen Fakten in Beziehung gesetzt. Diese zentrale Analysefelder Täter, Tatort, Tatzeit, Opfer bzw. angestrebtes Gut, Modus Operandi, Tatmittel und Motiv manifestieren sich in den sogenannten „Sieben kriminalistischen Ws“, d. h. den Fragen: ~Wer? ~Wo? ~Wann? ~Wen/was? ~Wie? ~Womit? ~und ~Warum?

Gerade weil Logdateien wichtige Informationen über den Tathergang eines Angriffs enthalten können, bemühen sich manche Angreifer, ihre Spuren zu verwischen und Logdateien zu bereinigen oder gar ganz zu löschen.

Sind Logdateien allerdings vorhanden und nicht manipuliert worden, so sind deren Einträge oft nicht einfach zu lesen. Gerade wenn auf einem kompromittierten System sich Spuren einer Schadsoftware in den Logdateien finden, müssen diese erst extrahiert, mit den Gegebenheiten des Systems korreliert und interpretiert werden.

PHP-basierte Schadsoftware

Im Zug der IT-forensischen Ermittlungen nach Einbrüchen in eines der größten deutschen Internetportale wurde im Labor für IT-Sicherheit und Computer Forensik der Hochschule Offenburg ein Forschungsprojekt gestartet, das sich mit der Analyse von Schadsoftware Spuren in Logfiles beschäftigt. Ein im Zug dieser Forschungsarbeit entstandenes Programm, der „Analyzer of Death“, analysiert und interpretiert Spuren, die PHP-basierte Backdoor-Programme in den Webserver-Logfiles hinterlassen.

PHP-(Hypertext Preprocessor-) basierte Backdoor-Programme werden entworfen, um einem Angreifer die Kontrolle über einen infizierten Computer zu geben. Häufig bei Angriffen benutzte Skripte, die in diese Kategorie fallen sind „destroyer“, „C99Shell“, „c99ud“, „r57“, „safeOver“, „bypass“ oder „zehir“.

Mit dieser Schadsoftware werden vor allem XAMPP oder verwandte Installationen angegriffen. Hierbei handelt es sich um leicht zu installierende Zusammenstellungen eines Webserver-Apache mit der Datenbank MySQL und den Skriptsprachen Perl und PHP. Sie existieren für die Betriebssysteme Linux (LAMPP), MS-Windows (WAMPP), MacOS X (MAMPP) und Solaris und enthalten in der Regel noch weitere komfortable Module wie phpMyAdmin, einen ProFTPd-Server, OpenSSL, GD, FreeType2, libjpeg, libpng, gdbm, zlib, expat, Sablotron, libxml, Ming, Webalizer, pdf class, ncurses, mod_perl, FreeTDS, gettext, mcrrypt, mhash, eAccelerator, SQLite und einen IMAP C-Client.

Solche Backdoor-Schadsoftware ist sehr gefährlich; angegriffenen Opfersystem liefert sie u. a. folgendes Aktionsportfolio:

- voller Zugriff auf Dateien des Systems inklusive Änderung der Zugriffsrechte
- Starten von Kommandointerpretern, wobei der Standard Input/Output an einen spezifischen TCP-Port gebunden oder mit Daten eines IRC-Servers (Datapipe) verknüpft werden kann
- Ausführen von beliebigem PHP-Code und beliebigen Shell-Kommandos
- Download/Upload von Dateien
- Festplatten nach beliebigen Inhalten/Dateien durchsuchen
- MySQL-Datenbanken vollständig administrieren
- FTP-Server Accounts nach schwachen Passwörtern scannen
- Benutzeraktivitäten verfolgen und Accounts ohne Passwort anlegen
- Spuren der eigenen Aktivität aus den Logdateien des Webserver und sogar sich selbst löschen.

Dazu bringt z. B. die C99Shell ein leicht zu bedienendes grafisches User-Interface mit, sodass der Angreifer effizient und kurz seinen Auftritt gestaltet.

Infektion

Das entwickelte Programm Analyzer of Death kann Spuren aller oben genannter Backdoors analysieren, ist aber besonders auf die Schadsoftware Destroyer und C99Shell ausgelegt.

Eine solche PHP-basierte Backdoor-Schadsoftware kann auf drei Arten auf einem Zielsystem genutzt werden.



Abb. 4.2-1: Destroyer aka C99Shell

Bei der ersten Methode wird die Backdoor-Schadsoftware direkt auf das System durch eine dort vorhandene Upload-Routine für Bilder, Dateien etc. gebracht. Solche Upload-Mechanismen existieren zum Beispiel auf allen sozialen Netzwerken und vielen Informationsportalen. Einmal auf das Opfersystem gebracht, lässt sich die Schadsoftware dann direkt über den Browser des Angreifers nutzen. Bei dieser Methode werden Schwachstellen der PHP-Installation ausgenutzt, die es erlauben, den PHP-Code des Backdoors direkt auszuführen.

Bei einer zweiten Methode wird die PHP-basierte Backdoor-Schadsoftware ebenfalls auf das System geschleust, die Ausführung wird aber an eine im System bereits vorhandene PHP-Seite gekoppelt. Enthält eine solche PHP-Webseite, angenommen die index.php, zum Beispiel das Codefragment

```
<?php
if (isset($_GET[„page“])) {
    require_once($_GET[„page“]);
}
...
?>
```

dann kann das Backdoor-Programm in einer sogenannten Local File Inclusion mit

```
http://www.opfersystem/index.php?
page=backdoor.txt
```

über den Browser des Angreifers genutzt werden.

Bei der dritten Methode, der Remote File Inclusion, muss die PHP-basierte Backdoor-Schadsoftware gar nicht erst auf das Zielsystem gebracht werden. Bei dieser Methode nutzt man Schwachstellen im Code von PHP-Seiten des Opfersystems und belässt die Schadsoftware auf dem System des Angreifers. Beinhaltet eine PHP-Webseite, wieder angenommen die index.php, das bereits oben erwähnte Codefragment, so kann das Backdoor-Programm vom Angreifersystem in einer sogenannten Remote File Inclusion mit

```
http://www.opfersystem/index.php?
page=http://www.angreifersystemback-
door.txt
```



Abb. 4.2-2: Analyzer of Death

wiederum über den Browser des Angreifers geladen werden.

Spurensuche

Das sogenannte Combined Log-Format gehört zu den am häufigsten benutzten Formaten des sehr ausgiebig konfigurierbaren Apache-Webserver. Das Log-Schema hat dabei folgendes Aussehen:

```
LogFormat „%h %l %u %t \"%r\" %>s
%b \"%{Referer}i\" \"%{User-agent}i\"“
combined
```

Die Spuren etwa des Destroyers oder einer C99Shell gliedern sich in dieses Format ein, folgen aber einer dieser Schadsoftware eigenen Syntax.

Ein typischer Log-Eintrag für den Destroyer aka C99Shell hat zum Beispiel etwa folgendes Aussehen:

```
vvv.xxx.yyy.zzz-[02/Aug/2010:06:00:33
+0100] „GET /Destroyer99.php.
rar?act=f&f=.nsconfig&d=%2Fhome pa
ges%2F20%2Fd69932965%2Fhtdocs%
2Fforum%2F140581-ada& HTTP/ 1.1“
200 3238 forum.Opfersystem
„http://forum.Opfersystem/Destroyer99.
php.rar?act=ls&d=%2Fhomepages%2F
20%2Fd69932965%2Fhtdocs%2Fforu
m% 2F140581-ada&sort=0a“ „Mozilla/4.0 (compatible; MSIE 6.0; Windows
NT 5.1; SV1)“ „-“
```

Backend

Der entwickelte Analyzer of Death fungiert als Log-Parser, der die Logdatei analysiert und dabei einzelne Strings durch Filter passieren lässt. Der Parser legt dabei eine eigene Datei an, wobei jede Zeile in einzelne Teilstrings unterteilt in ein Array geschrieben wird. Dieses Array beinhaltet den exakten Zeitpunkt des Logeintrags (Systemzeit), die IP-Adresse, die Übertragungsmethode (GET/POST), Verzeichnis, Datei und deren Format bzw. Dateigröße, die URL und den Referrer.

Im URL-Teil befinden sich die Synonyme für die Funktionen der Schadsoftware, z. B. „act=“, „d=“ oder „f=“. Anhand dieser lassen sich in den meisten Fällen eindeutige Rückschlüsse auf die vom Angreifer durchgeführten Aktionen mit der Schadsoftware ziehen. Das Ergebnis der Analyse wird als HTML-Seite ausgeben.

Frontend

Das Frontend des Analyzer of Death hat fünf Hauptelemente (siehe Abb. 4.2-3: Analyzer of Death im Einsatz):

1. In das Suchfeld wird der Suchbegriff eingegeben, nachdem die Logdatei durchsucht wird.
2. Mit dem „Durchsuchen“-Button kann man eine Logdatei aus dem Dateisystem des Analysesystems einlesen. Der vollständige Pfad wird anschließend via JavaScript ausgelesen.
3. Dem Benutzer stehen zwei Ausgabemöglichkeiten zur Verfügung:
 - a) „show data“ zeigt die relevanten Bestandteile des Logeintrags an, ohne die Angreiferaktionen zu analysieren.
 - b) „show important data“ zeigt ebenfalls die relevanten Bestandteile des Logeintrags, jedoch wird jetzt nach Angreiferaktionen gefiltert und textuell beschrieben.
4. Analyse starten.
5. Die Ergebnistabelle listet die Analyseergebnisse chronologisch auf.

Der Analyzer of Death hat den Praxistest schon überstanden. Mit seiner Hilfe konnten bereits Angriffe auf Webserver analysiert und aufgeklärt werden. Unter anderem konnte die zuvor beschriebene Methode ermittelt werden, wie die PHP-basierte Backdoor-Schadsoftware auf die Opfersysteme gelangt ist und welche Informationen der/die Angreifer dazu im Vorfeld von Quellen aus dem Internet eingeholt haben.

Entsprechende forensische Gutachten wurden an die Webseiten-Betreiber respektive die Ermittlungsorgane weitergeleitet.

Referenzen/References

- [1] Web Server Log Forensics App Wanted, <http://ha.ckers.org/blog/20100613/web-server-log-forensics-app-wanted>, 13. Juni 2010
- [2] Fingerprinting port 80 attacks: a look into web server, and web application attack signatures, Zenomorph: <http://www.cgisecurity.com/papers/fingerprintport80>.
- [3] Web Server Log Forensics App Wanted, <http://ha.ckers.org/blog/20100613/web-server-log-forensics-app-wanted>, 13. Juni 2010

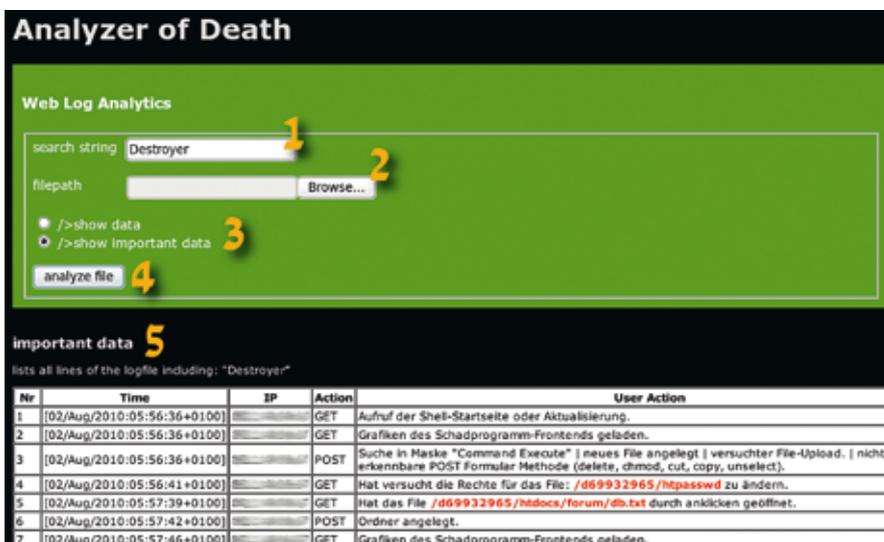


Abb. 4.-2-3: Analyzer of Death im Einsatz

MI-Learning und Informatik-Präsenzlehre – Ergänzung oder Ersatz?

Prof. Dr.-Ing. Claudia Schmidt

Fakultät Medien und Informationswesen (M+I)

Badstraße 24
77652 Offenburg
Tel.: 0781 205-133
E-Mail: c.schmidt@hs-offenburg.de

1963: Geboren in Westernohe

Bis 1992: Informatikstudium an der Universität Karlsruhe

1992–1998: Wissenschaftliche Mitarbeiterin und Promotion am Institut für Telematik der Universität Karlsruhe

Seit 1998: Professorin für Telekommunikation an der Hochschule Offenburg

Arbeitsgebiete: Computernetze, Neue Entwicklungen im Internet, Kommunikationsunterstützung für multimediale Anwendungen, Management von Kommunikationsdiensten, E-Learning in der Informatik



4.3 MI-Learning und Informatik-Präsenzlehre – Ergänzung oder Ersatz?

Prof. Dr. rer. pol. Volker Sängler
Prof. Dr.-Ing. Claudia Schmidt

Abstract

For more than two years MI-Learning, a web-based environment for electronic learning in three computer science courses, is used successfully. In this progress report we present some results of an inquiry in these courses. One focus of attention is the connection between on-line and face-to-face learning.

Einleitung

In der Fakultät Medien und Informationswesen der Hochschule Offenburg wird in den Informatikfächern Software Engineering, Computernetze und Datenbanken ein hybrides Lernarrangement zum Erlernen der komplexen und oft abstrakten Inhalte eingesetzt. In allen Fächern besteht das Arrangement aus:

- einer Vorlesung mit integrierten Übungen,
- der webbasierten Lernumgebung MI-Learning (<http://mi-learning.mi.fh-offenburg.de>),
- einem Praktikum/Labor, in dem wichtige Inhalte am Rechner geübt werden,
- einem Klausurforum, in dem gemeinsam auf die Klausur gelernt werden kann, und
- kooperativen Übungen als Eigenarbeit der Studierenden.

Derartige hybride Lernarrangements (Blended Learning) kombinieren die Vorteile unterschiedlicher didaktischer Methoden und Medien [1]. Die Materialien erlauben den Lernenden, selbstbe-



Abb. 4.3-1: Verlauf der Besucherzahlen auf der MI-Learning-Webseite

stimmt, im eigenen Lernrhythmus und über unterschiedliche Medien einen Zugang zu der Thematik zu finden.

Nutzungstendenzen

Schon in der Vergangenheit wurden die Erfahrungen und Einschätzungen der Studierenden in persönlichen Gesprächen und über Fragebogen zum Semesterende ermittelt. Dabei stellte sich heraus, dass die einzelnen Elemente des Lernarrangements von den Studierenden sehr gut angenommen wurden. Erste Umfrageergebnisse zum Fach Software Engineering zeigten, dass die Studierenden die E-Learning-Elemente intensiv nutzten, weil sie sich einen höheren Lernerfolg, sprich mehr Kenntnisse und Fähigkeiten im Hinblick auf anstehende Prüfungen versprachen [2, 3]. Die Kooperation in den Präsenz- und den Online-Phasen ergab für die Dozenten Einblicke in den Lernstatus der Studierenden, offenbarte Problembereiche, sodass die Dozenten helfend eingreifen konnten.

In den Zugriffsstatistiken der E-Learning Seiten, die mit dem Web-Analytics Tool PIWIK erstellt werden, ist erkennbar, dass vor der jeweiligen Klausur sehr viel mit der Lernumgebung MI-Learning gearbeitet wurde. Zu Beginn des Semesters im April fanden noch relativ wenige Zugriffe statt. Mit Fortschreiten des Semesters gab es Mitte Mai einen ersten Hochpunkt, wahrscheinlich aufgrund von Übungen im Zusammenhang mit der Vorlesung. Ab Ende Mai stieg die Zahl der Zugriffe stetig an, obwohl die Vorlesungen etwa ab Mitte Juni bereits beendet waren. In Abbildung 4.3-1 ist der ansteigende Trend bis zur Woche 12. – 18. Juli 2010 erkennbar, in der die letzten beiden Klausuren Software Engineering und Datenbanken stattfanden. Danach waren die Besucherzahlen stark rückläufig.

Um mehr über die Verwendung der E-Learning-Elemente zu erfahren, wurde zum Ende des Sommersemesters 2010 eine übergreifende Umfrage für alle drei Informatikfächer durchgeführt. Die anonymen Fragebogen mit Fragen zu den Interessen und dem Vorwissen, zum

zeitlichen Lernaufwand der Befragten und zum selbst eingeschätzten Lernerfolg wurden direkt im Anschluss an die Klausuren ausgeteilt, sofort ausgefüllt und wieder eingesammelt. Auf diese Weise lag die Rücklaufquote bei über 90 Prozent, und die Studierenden konnten ihren eigenen Erfolg in der Klausur schon relativ gut einschätzen. Zum Software Engineering wurden 33, zu den Computernetzen 27 und den Datenbanken 34 ausgefüllte Fragebogen abgegeben.

Analyse der Fragebogen

Das Fach Software Engineering ist im Grundstudium als Pflichtfach angesiedelt, während die anderen beiden Fächer Wahlfächer im Hauptstudium sind. Dazu passt die Tatsache, dass die Befragten ihre Vorkenntnisse unterschiedlich bewerten und auch recht unterschiedliches Interesse am Thema haben (siehe Abbildung 4.3-2). Zumindest erwähnenswert ist allerdings die Tatsache, dass trotzdem alle drei Vorlesungen sehr häufig besucht werden – obwohl umfangreiche E-Learning-Anwendungen angeboten werden.

Abbildung 4.3-3 zeigt, dass die Studierenden in allen Fächern am meisten von MI-Learning profitiert haben, gefolgt von der Vorlesung (siehe Abbildung 4.3-3). Dabei fällt die relativ niedrige Bewertung von Laboren und Praktika auf, obwohl doch eigentlich genau dort die Praxis geübt wird. Wahrscheinlich ist diese im Hinblick auf die direkt vor der Umfrage absolvierte Prüfung weniger relevant. Das Klausurforum wird im Hauptstudium offensichtlich wichtiger als im Grundstudium, sicherlich weil dort die Ergebnisse ins Zeugnis einfließen.

In Abbildung 4.3-4 finden sich die Bewertungen zur Frage „Mit welcher Lernkategorie haben Sie am meisten Faktenwissen erworben?“ Ganz eindeutig ist dies MI-Learning, gefolgt – zum Teil mit deutlichem Abstand – von der Vorlesung. Überraschenderweise sind beim Fach Datenbanken diese beiden Werte fast identisch, obwohl in Abbildung 4.3-3 bei der Frage nach dem Lernertrag MI-Learning deutlich vor der Vorlesung liegt.

Abbildung 4.3-5 visualisiert die Bewertungen zur Frage „Mit welcher Lernkategorie haben Sie am meisten Anwendungswissen erworben?“. Insgesamt liegt hier wiederum MI-Learning vorn, nicht

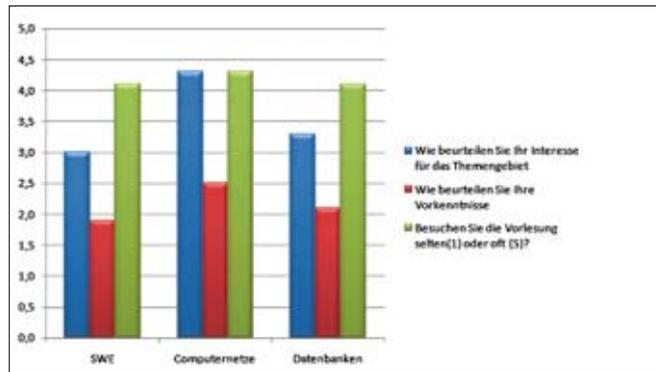


Abb. 4.3-2: Interesse, Vorkenntnisse und Vorlesungsbesuch im Vergleich

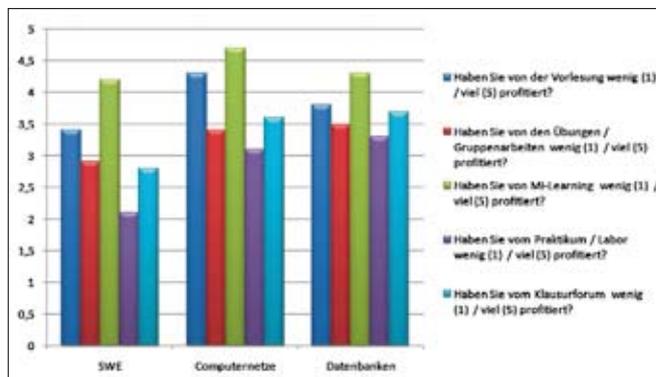


Abb. 4.3-3: Ertrag der verschiedenen Lernangebote im Vergleich

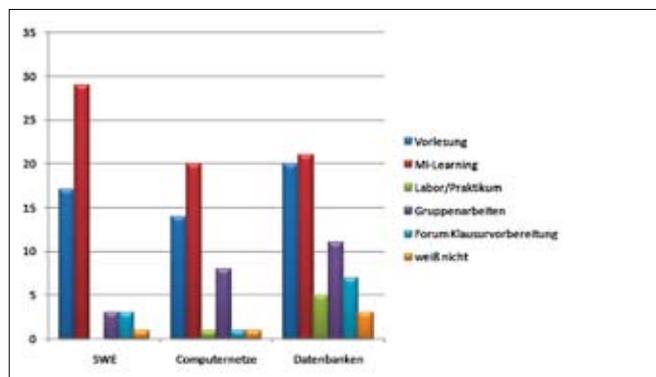


Abb. 4.3-4: Erwerb von Faktenwissen im Vergleich

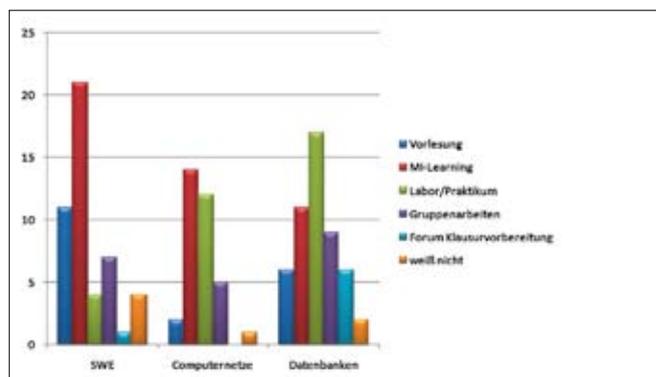


Abb. 4.3-5: Erwerb von Anwendungswissen im Vergleich

aber im Fach Datenbanken. Denn hier ist das Labor deutlich vorn. Insgesamt geht die Bedeutung der Vorlesung im Bereich des Anwendungswissens gegenüber dem Faktenwissen deutlich zurück. Außerdem ist ersichtlich, dass die Summe aus MI-Learning und Labor/Praktikum bei allen drei Fächern sehr ähnlich ist – wird MI-Learning sehr hoch bewertet (Software Engineering), dann wird das Labor niedrig bewertet und umgekehrt.

Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Variablen

Im vorangegangenen Abschnitt wurde deutlich, dass MI-Learning oft und mit Erfolg genutzt wurde. Nun soll diese Information in Verbindung mit dem Vorlesungsbesuch gebracht werden, der nach den Auswertungen sehr gut gewesen ist.

Zunächst noch einmal zu den Vorlesungen: Im positiven Fall würde man erwarten, dass diejenigen, die in die Vorlesung gegangen sind, auch davon profitieren haben. Die statistische Analyse der Umfrageergebnisse bestätigt dies. Denn der Korrelationswert der entsprechenden Variablen beträgt 0,4671 – dies entspricht einer Signifikanz von 0,01, d. h. mit 99-prozentiger Sicherheit sind die Antworten auf beide Fragen korreliert.

Abbildung 4.3-6, in der die Korrelationswerte zu der Antwort auf die Frage „Haben Sie vom MI-Learning viel (5) oder wenig (1) profitiert?“ mit den Aussagen über die Intensität der Nutzung in Beziehung gesetzt werden, zeigt, dass Ähnliches für MI-Learning gilt. Diejenigen, die viel damit gearbeitet haben, profitierten auch stark davon, sowohl durch die Fakten als sogar noch etwas mehr durch die Übungen. Für diese Fragestellung ist interessant, dass es Unterschiede zwischen den einzelnen Vorlesungen gab. Die ermittelten Werte besagen, dass die MI-Learning-Inhalte der beiden Hauptstudiumsvorlesungen deutlich wirkungsvoller als diejenigen von Software Engineering sind.

Dagegen konnte kein negativer Zusammenhang zwischen der Verwendung von MI-Learning und dem Vorlesungsbesuch hergestellt werden, denn der Korrelationswert der entsprechenden Variablen beträgt 0,2448. MI-Learning, das beliebteste Werkzeug zum Online-Lernen, ersetzt die Vorlesung offensichtlich nicht – im Gegenteil, es existiert

	Alle	Software Engineering	Computernetze	Datenbanken
Nutzung der MI-Learning Fakten versus Profitieren von MI-Learning	0,5285	0,2833	0,5298	0,7148
Nutzung der MI-Learning Übungen versus Profitieren von MI-Learning	0,5894	0,4498	0,6130	0,7206

Abb. 4.3-6: Korrelation zwischen Nutzung und Profitieren von MI-Learning

tendenziell sogar ein positiver Zusammenhang. Die Signifikanz dafür beträgt 0,05 sodass mit 95-prozentiger Wahrscheinlichkeit eine Korrelation besteht.

Fazit

Bei der Konzeption von MI-Learning [4] war beabsichtigt, dass die Studierenden sich mit den E-Learning-Inhalten ergänzend zur Vorlesung mit dem Stoff der Fächer Software Engineering, Computernetze und Datenbanken befassen können. Jeder Studierende soll seine persönliche Auswahl treffen können, soll sich aber in jedem Fall umfassend mit den Inhalten beschäftigen.

Die Umfrageergebnisse belegen nun, was in mündlichen Aussagen der Studierenden tendenziell erkennbar war:

- Die Vorlesungen im Bereich der Informatik werden geschätzt, nach den Aussagen der Studierenden weil das Wissen gut präsentiert und strukturiert wird.
- Sogar noch etwas beliebter sind die zugehörigen MI-Learning-Lektionen, denn damit lässt sich zeit- und ortsunabhängig selbstständig arbeiten.
- Die wichtigste Erkenntnis aus der Umfrage ist der Beleg, dass MI-Learning kein Ersatz für die Vorlesungen ist, sondern dass sich beide Elemente ergänzen. Mit einer deutlich erkennbaren Tendenz geht die intensive Nutzung von MI-Learning mit einem regelmäßigen Vorlesungsbesuch einher.

Als Antwort auf die Fragestellung im Titel dieses Beitrags lässt sich festhalten, dass im gegebenen Fall E-Learning und Präsenzlehre eine gut angenommene Ergänzung sind. Durch MI-Learning beschäftigen sich die Studierenden mehr und intensiver mit der Thematik, denn zum einen wird die gegenüber früher nicht verkürzte Vorlesung gut frequen-

tiert, und zusätzlich wird MI-Learning gelesen, und die vielfältigen Übungen werden gern und intensiv zur Eigenarbeit genutzt.

Sicherlich lässt sich diese Aussage nicht allgemein auf alle E-Learning-Inhalte an einer Hochschule übertragen. Im geschilderten Szenario aber ergänzt sich Präsenzlehre und E-Learning erkennbar dies belegt die statistische Analyse der Umfrage mit 94 Teilnehmern in drei verschiedenen Fächern.

Herzlichen Dank an Frank Habann und Carolina Bernal, durch deren Unterstützung die Berechnung und die Interpretation der Korrelationen mit SPSS ermöglicht wurden.

Referenzen/References

- [1] Kerres M.: Multimediale und telemediale Lernumgebungen. Konzeption und Entwicklung. 2. Auflage. S. 257 ff. R. Oldenbourg Verlag. München. 2001
- [2] Schmidt C., Sängler V., Endres J.: Hybride Lernarrangements – Informatik-Lehre an der Hochschule Offenburg. In Schwil A., Apastopolous N.: Lecture Notes in Informatics, DeLFI 2009 – die 7. E-Learning Fachtagung Informatik; pp. 139 – 150, Berlin, 2009
- [3] Schmidt C., Sängler V.: Erfahrungen mit einem hybriden Lernarrangement in der Informatik. In: Hamburger eLMagazin, Ausgabe Nr. 4 eLearning in den Naturwissenschaften, 2010
- [4] Sängler V., Schmidt C.: MI-Learning: ein Rahmenwerk für webbasiertes E-Learning. In „Die Energie der Didaktik – Beiträge zum 7. Tag der Lehre“, pp. 64 – 67, Biberach, 2007

M+I = Mediologie + Interdisziplinarität – Skizzen angewandter und anwendbarer Medienwissenschaft

Prof. Dr. phil. Hans-Ulrich Werner
Fakultät Medien und
Informationswesen (M+I)

Badstraße 24,
77652 Offenburg
Tel.: 0781 205-233
E-Mail:
hans-ulrich.werner@hs-offenburg.de

1954: Geboren in Auerbach/Vogtland
Studien Ton- und Bildtechnik, Musik, Publizistik,
Kommunikations- und Musikwissenschaft, Medienpädagogik
1980: Auditive Medienproduktion für Film, TV, Radio,
Musikprojekte, Hochschulen, Autor und Herausgeber für Klang-
Texte und künstlerische Bildungsprogramme
Sound-Producer für Hörfunk und Fernsehen; Produktionsingenieur
WDR-Studios Klang und Design
Seit 2005: Professur für Audioproduktion und Sound-Design
an der Hochschule Offenburg



Forschungsgebiete: Audio-Produktion und Sound-Design: Audio-Video-Studioteknik, Audiogestaltung, Radio, Klang für Film + Video; Sound Design + Klangregie; Akustische Kommunikation; Intercultural Media und auditive Medienpädagogik, Soundscape – „Kultur des Hörens“

4.4 M+I = Mediologie + Interdisziplinarität – Skizzen angewandter und anwendbarer Medienwissenschaft

Prof. Dr. phil. Hans-Ulrich Werner

Abstrakt

Im Handlungsfeld Medien + Informationswesen (M+I) der Hochschule Offenburg steht die didaktische Produktion in der Lehre und für professionelle Tätigkeiten im Zentrum. In Laboren, Studios, Projekten, Abschluss- und Forschungsarbeiten werden mediale Lösungen für die Praxis erarbeitet und auch neue Formate entworfen. Die Fachwissenschaften umgeben solche Workflows als paralleles Bezugssystem. Darin ist die Zusammenarbeit zwischen Gestaltungslehrern und Informatikern, von Medientechnik und Medienmanagement ein gut entwickelter Prozess für Medien in der Bildung (oder „Bildung im Neuen Medium“) [1]. Die Herstellung selbst aber ist nicht immer primär theoriegeleitet, sondern mehr konzentriert auf Ideen, Akteure, Werkzeuge, Abläufe und Strukturen. Lehr-Lern-Konzepte, theoretische Reflexion und forschendes Lernen treffen so zwar zusammen und an Übergängen wachsen theoriefähige Gestalten, noch ohne sich intermedial zu vollenden [2]. Aus dem Blickwinkel der Ilmenauer Angewandten Medienwissenschaft lässt sich ein Workflowkonzept übertragen zwischen praktischem Handeln und wissenschaftlichen Einzelfächern. Auch durch Mediologie, eine schlanke „Medientheorie der Kulturwissenschaften“ gerät solches Übertragen und Vermitteln bewusster von der technologischen und materialen Basis der

Medien her in die Diskussion. Als Mediation verbindet sie Inhalt, Organisation und Ästhetik, so der technikversierte Medienphilosoph Frank Hartmann [3].

Einleitung

Die allgemeine Erwartung an eine Theorie für die Praxis lautet daher, dass in jeder einzelnen Produktion der Medienkontext enthalten ist und nicht allein von Ideen und Diskursen, sondern durch die Materialität der Medien, Codes und Technologien bestimmt wird. Das Projekt einer integrativen Konzeptions- und Produktionsforschung in Ilmenau betrachtet Herstellung dabei als Ganzes: von Idee und Plan zu Thema und Form, im Zeit-Design und Workflow der Kommunikatoren, als Lösung und Produkt für das Publikum, vom Netzwerk der Technologie zum Werknetz der Akteure und ihrer Instrumente.

Mein darauf aufbauender, mit Weiterem versetzter Entwurf einer angewandten und anwendbaren Medienwissenschaft führt also Wahrnehmen, Kommunikation, Handwerk, Produzieren, forschendes Lernen und kulturelles Übermitteln gleichrangig zusammen.

Beispielhaft geschah solches Überlagern in der Redaktion Studio Akustische Kunst des WDR, wo Wissenschaftler wie Petra Maria Meyer („Acoustic Turn“) beim Entstehen von Hörwerken mitwirken, sie beobachten, ethnografieren, analysieren und damit verändern [4]. Das ist ein Idealfall für Kooperation und Kreativität im Studio, wenn sie sich synchron im Dialog mit Analyse und Reflexion zusammenfinden. Interdisziplinarität sensibili-

siert als Prozess für den Raum dazwischen und verbindet dessen Akteure.

Interdisziplinarität

2006 veröffentlichte der Sozialpsychologe Harald Welzer in „Die Zeit“ (vom 27.4.2006:37) einen Text über Interdisziplinarität mit dem Titel „Nur nicht über Sinn reden“. Er stellt dieser oft beschworenen Generalformel der Entgrenzung den Alltag von Forschenden gegenüber. Es gilt anderen die eigene Denkweise, Methoden und Systeme deutlich zu machen: „Was Interdisziplinarität besonders produktiv macht – nämlich die Zusammenführung verschiedener Kompetenzen, um ein und denselben Gegenstand umfassender zu erschließen. Das funktioniert jedoch nur dann, wenn man die jeweiligen Spezialisierungen komplementär nutzt und sicher nicht, wenn man im jeweils anderen Fach zu dilettieren lernt. Interdisziplinäre Forschung kann kein Kurs in nachholender Spezialisierung sein, aber praktische Aufklärung darüber, was die jeweils anderen tun und warum.“

Rico Defila und Antonietta Di Giulio ergänzen diesen Übergang von der Didaktik her in der Publikation „Neues Handbuch Hochschullehre“, mit dem Beitrag „Vorbereitung auf interdisziplinäres Arbeiten“ [5]: Konsens, Integration und Diffusion sind Kernbegriffe jenseits des „kleinsten gemeinsamen Nenners“ rein pragmatischer Lösungen. Konsens meint die Übereinstimmung und Komplementarität in Thema, Problem, Methode; Integration verknüpft Wege und Verfahren zu einer von Beginn an bewusst wachsenden Synthese der Ergebnisse;

2. Prozesse der Medienproduktion

		Preproduktion	Produktion	Postproduktion	Distribution
Film	Content	Planung	Dreharbeiten	Material-Bearbeitung	Auslieferung/ Digital-Bereitstellung
	Technik	Managementsystem	Filmzeitungs-System	Postproduktions-System	Testungssystem
Fernsehen (TV) Hörfunk	Content	Themen-Forschung	Material-Forschung → Material-Erstellung	Material-Bearbeitung	Auslieferung
	Technik	Redaktions-System	Bewertungs-System → Aufzeichnungs-System	Postproduktions-System	Sende-abrückungs-System
Musik	Content	Songwriting/ Komposition	Musikaufnahme	Musik-Nachbearbeitung → CD-Erstellung/ Vermarktung	Auslieferung/ Digital-Bereitstellung
	Technik	Kompositionssystem	Aufzeichnungs-System	Postproduktions-System → Vermarktungssystem	Vertriebs-System
Internet	Content	Anforderungs-analyse	Storyboard/ Flieschart → Anwendungs-entwurf	Anwendungs-Test	Digital-Bereitstellung
	Technik	Managementsystem	Prototyping/ Design-System	Testumgebung/ Testsystem	Provider-System
Print	Content	Themen-Forschung	Material-Forschung → Material-Erstellung	Verarbeitung (setzungsfertig)	Auslieferung/ Digital-Bereitstellung
	Technik	Redaktions-System	Bewertungs-System → Schreib-/ Layout-System	Drucksystem/ Color-Management-System	Provider-System
Mobilfunk	Content	Anforderungs-analyse	Anwendungs-entwurf	Anwendungs-Test	Digital-Bereitstellung
	Technik	Managementsystem	Programmsystem	Testumgebung/ Testsystem	Provider-System

Produktionsprozesse nach Krömker/Klimsa (2005)

Abb. 4.4-1: Workflowanalyse
Konzeption + Produktion

Diffusion schließlich bedeutet, sein Publikum deutlich zwischen etablierten Feldern und Kanälen auszumachen. Zusammengehalten wird auch ein solcher Workflow des Interdisziplinären durch wirksame Projekt- und bewusste Teamarbeit. Anders als im eigenen Feld fehlt aber oft das Wissen um die Qualität von „Kommunikation zwischen disziplinären Kulturen“. Übergreifende Fähigkeiten und der Wechsel von Theorie und Praxis sind also nie einfach vorhanden, sie gehören explizit in die Lehre und Ausbildung. Erst so entstehen eigenständige Schlüsselqualifikationen, die als Toolbox auf eine praxisbewusste Medien- und Kulturtheorie anwendbar sind.

Aber nur an wenigen Universitäten und Hochschulen gibt es Angewandte Medienwissenschaft überhaupt, eben in Ilmenau oder an der „ifs“ der „internationalen filmschule“ in Köln. Als ästhetisch-künstlerische Kategorie wirkt dort die Konzeption von Gundolf Freyermuth auf die Praxisausbildung für Regisseure, Drehbuchautoren und Produzenten. Durch deren intensive Arbeitsweise verbinden sich Kreativität, Kritikfähigkeit und Komplementarität gut miteinander. Das gilt auch für Torsten Meyer in der Kunstpädagogik der Universität Köln. Er entfaltet Medien hin zu digitalen Kultur- und Bildungsräumen und als „Bildung im Neuen Medium“ [6]. Auch seine Forschung ist geprägt von der Mediologie, die sich

mehr als Methode denn als Disziplin entwickelt. Im Zentralbegriff von konkreter Vermittlung oder Transmission weist sie sich als breit angelegte, gut anwendbare Kulturtheorie aus, auch, aber nicht nur, für und über Medien.

Ilmenauer Modell

Solche Beispiele zeigen, dass Praxis die Reflexion zur Fachwissenschaft und darüber hinaus nie ausschließt. Doch sie ist primär fasziniert vom Prozess des Herstellens selbst, als Workflow (oder „Flow at Work“, so der Kreativitätsforscher Csikszentmihalyi). Die an der Universität Ilmenau formulierte Angewandte Medienwissenschaft verbindet Systematik der Reflexion und forschendes Lernen mit ausdifferenzierter Interdisziplinarität. Ein Text wie „Medienproduktion“ von Krömker und Klimsa (2005) verringert deutlich die Distanz zwischen diesen Polen, er ist Marker einer Produktionswissenschaft auf dem Weg [7]. Herausgeber und Autoren schreiben theoriebewusst wie handlungsnah. Produktionsalltag, oft auf Pragmatik und Abläufe konzentriert, wird von Kunst- und Gestaltungslehre, Recht und Wirtschaftskunde, Kommunikations- und Medienwissenschaft, Informations- und Medientechnik flankiert. Den Kern bildet eine vergleichende Terminologie und Synopse der Produktionsphasen, ob bei Text, Ton, Bild, Druck oder im Web. Herstellung entfaltet sich in jedem Be-

reich ähnlich (wie ein Naturgesetz), von Idee über Pre-Produktion, Produktion und Postproduktion zur Distribution: „Da wir als Herausgeber des Handbuchs selbst interdisziplinär arbeiten, wissen wir, wie bedeutsam die Kooperation zwischen jeweiligen wissenschaftlichen Disziplinen im Feld der Medienforschung ist. Erst das Zusammenspiel von Technik, Organisation und Inhalt schafft ein fruchtbares Feld für Innovationen.“

Der Mediologie und ihrem Dreiklang zwischen Ästhetik, Technik und Organisation vergleichbar unterscheidet das Ilmenauer Modell zunächst drei Elemente, die sich in Schichten auflösen. So existiert der Content als übergreifendes Programmangebot im Lernsystem, als Inhaltscontainer durch das Format und als Medienelement von Text oder Video. Bei der Technik finden sich auf der oberen Ebene komplexe Systeme wie ein CMS oder Redaktionsnetze; die Basis bilden die Gerätetechnik am Beispiel der Server und die Bauelemente als Bestandteile der Komponenten. In der Organisation besteht übergeordnet zum Beispiel das Bildungssystem, als ausführende Institution die Universität und darin eingebettet Lehr- und Arbeitsprozesse.

Parallel dazu untersucht die Medienforscherin Nicola Döring, ebenfalls aus Ilmenau, Planung und Entwurf in der Medienarbeit und schafft Umriss einer

künftigen Konzeptionswissenschaft (Medienpsychologie 2009) [8]. Die „Wissenschaft des Entwerfens“ hat der Kybernetiker Herbert Simon am MIT formuliert und der Kybernetiker Oskar Wiener übersetzt und kommentiert. Beeindruckend ist die Modellierung unterschiedlicher Felder vom Architekt zum Ingenieur, von Sozialwissenschaft und zur Psychologie, in Design und Bildung. Dabei erscheint die Kunst und Wissenschaft des Entwerfens sowohl im individuellen Akteur wie im Workflow des Produzierens als übergreifende Logik, die auch Kultur und Gesellschaft prägt. Klimsa betont daher zu Recht die transdisziplinäre Offenheit nicht nur der Bezugswissenschaften, sondern auch der Leerstellen, die neue Schritte einer Forschungsspirale anregen: „Am Ende entsteht kein Produkt nur nach den ursprünglichen inhaltlichen Intentionen des Autors, sondern ein Produkt, das entsprechend dem Produktionsprozess modifiziert ist. In der Produktionspraxis wird sie (die Modifikation) genauso oft in allen ihren Implikationen unterschätzt wie später auch in der wissenschaftlichen Reflexion.“

Zwischen Kunst und Ästhetik

An der ifs, der internationalen filmschule hat Professor Gundolf Freyermuth einen eigenen Ansatz zur Theoriesensibilisierung gefunden. Er bildet künftige Regisseure, Produzenten und Autoren für Medientexte aus und reflektiert deren Fülle an praktischer Arbeit durch Querschnitte zu Kunst und Ästhetik in der Mediengesellschaft. Er selbst agiert seit langem in diesem Wechselspiel. Als Buchautor und Journalist in Deutschland und in den USA hat er die Kommunikatorpraxis intensiv durchlebt und zugleich das Wachsen der digitalen Kulturen erforscht. Zahlreiche Reportagen, Romane, Sachbücher und Medienanalysen markieren diesen doppelten Status (wie auch seinen doppelten Pass). Dazu tragen Freyermuths früh beginnende Beobachtungen der Medienverläufe in den USA bei.

Inzwischen macht er seinen Schreibprozess an einer Enzyklopädie des Medialen öffentlich und online, damit im Communitymodus weitere Ideen und Reaktionen in den Entwurfsprozess einfließen. Er engagiert sich für Studien wie das Cologne Game Lab, ein Katalysator moderner Ausbildung und Recherchen



Abb. 4.4-2: Angewandte Medienwissenschaft nach Freyermuth (ifs Köln)

in Spielwelten. Als seinen „zeitgenössischen Spiel- und Handlungsraum“ bezeichnet Freyermuth dabei vor allem audiovisuelle Medien zwischen „Fakten und Fiktionen“, mit dem Akzent auf linearen Formaten, die aber mit allen Erscheinungsformen von Medien und Kunst intermedial in Dialog treten können. Schichten dieses Konzepts sind Formen der subjektiven Wahrnehmung, soziale Kommunikation, ästhetische Rezeption und künstlerische Produktion. Die theoretische Konzeption definiert sich wie folgt: „Das interdisziplinär orientierte Fachgebiet untersucht die vielfältigen ästhetischen Interdependenzen linearen audiovisuellen Schaffens – Film, Fernsehen – in Konkurrenz und im Austausch mit je anderen Medien, Künsten und Unterhaltungsgenres (u. a. Theater, analoge und digitale Spiele, VR-Installationen, Literatur, Bildende Kunst und Musik. Den Schwerpunkt bilden die Konsequenzen der Digitalisierung für die audiovisuellen Medien in fiktionalen wie nonfiktionalen, linearen wie nonlinearen Darstellungsformen“. In der ifs und zusammen mit der Hochschule Köln entfalten sich daraus ungewöhnliche Seminare, in denen Theorie und Praxis nicht nur Präsentationen und Wikis reflektiert werden, sondern filmisch in Theorie-Clips. Gerade Letzteres ist eine interessante mediendidaktische Form, als mehrfaches Überlagern von Medien über Medien und durch Medienarbeiter. Angewandte Medienwissenschaften im

Kontext der Gestaltungslehre betont diese Rückwirkung auf eigene ästhetische Praxis damit deutlicher als grundlagenorientierte Medientheorie an Universitäten. Stärker wird, am Beispiel der Lehrziele, auch die persönliche Entwicklung der Lernenden thematisiert, in Kreativität und Autorenschaft.

Mediologie als interdisziplinäre Integration

Thomas Weber ist als Hochschuldozent in Berlin und Verleger eine der Schaltstellen der erwähnten Mediologie und ihren Sympathisanten. In Frankreich sind das zahlreiche Intellektuelle und ForscherInnen, in Deutschland ein wachsender Kreis von Medienwissenschaftlern, die der Vielfalt konkurrierender Disziplinen der Kultur- und Medienwissenschaften kritisch gegenüberstehen. Die Mediologie versteht sich als flexiblere Methode beim Verknüpfen von Wissenschaft und Praxis. Erdacht und entdeckt hat sie Régis Debray, ein politisch und kulturell hoch aktiver Denker, der sie als Analyse auch auf Medienformen anwendet: „Das Wort Medio in Mediologie steht für Mediation, für Vermittlung, unter dem Aspekt der Materialität und Medialität von kulturellen Übertragungsprozessen [9].“ Mediologie als Methode ist daher geprägt von einem Dreiklang, der zusammen gedacht und korreliert wird:

als symbolische Form, kollektive Organisation und als technisches System – kurz als Ästhetik, Ökonomie und Technologie. Die Mediologie findet durch ihre Denkweise Anschluss an die frühen kreativen Theoreme von Marshall McLuhan zu dessen einander überlagernde Mediensphären. Die Konzentration auf die zugrunde liegende Materialität, also der Code, das Gerät, die Schaltung, das Netz und seine TeilnehmerInnen, macht den oft abstrakten Diskurs konkreter verbunden mit unserem Alltag der Medienpraxis. Gerade hier lässt sich das Konzept von Vermittlung und Übertragung auch pädagogisch nutzen, als Teil nicht nur von „Medien (didaktik) in der Bildung“, sondern dichter als „Bildung im neuen Medium“, wie das Herausgeberteam um Torsten Meyer formuliert.

Anwendungsnahe Medienreflexion und anwendbare Medientheorie, auch in der hier vorläufig-eklektischen Montage, erzeugen mit dem Akzent auf der Materialität von Medien und durch interdisziplinäre

Sichten eine neue Balance von Theorie und Praxis. Idealerweise ist dabei die Lehre einer Angewandten Medienwissenschaft von praktischen Beispielen stark durchdrungen, ebenso wie produktive Praxis in und durch Medientheorie reflektiert und angeregt wird. Ideal geschieht dies vor als auch während der Herstellung, im Dialog von Kreativität und forschender Teilnahme im Studio. Es ist ein kleiner Fortschritt, wenn das Zusammenfallen solcher Sichten an einem Punkt, an einem Ort des Produzierens kein Widerspruch mehr ist.

Referenzen

- [1] Meyer Torsten, u. a. (Hg.): Bildung im Neuen Medium. Münster 2008
- [2] Werner, Hans U.: Intermediales Gestalten. in: IAF Forschungsbericht 2009
- [3] Hartmann, Frank: Globale Medienkultur. Technik, Geschichte, Theorien. UTB 2006
- [4] Petra Maria Meyer: Acoustic Turn 2008

- [5] Defila, Rico; Di Giulio Antonietta: Vorbereitung auf interdisziplinäres Arbeiten. in: Neues Handbuch Hochschullehre
- [6] Schwalbe, Christina; Meyer, Torsten: Umbauten im und am Bildungsraum. in: Neue digitale Kultur- und Bildungsräume (hg. von Grell, Petra; Marotzki, Winfried; Schelhowe, Heidi, Wiesbaden 2010)
- [7] Krömker, Heidi; Klimsa Paul: (Hrsg.) Handbuch Medienproduktion. Verlag für Sozialwissenschaften 2005
- [8] Döring, Nicola; Ingerl, Andreas: Medienkonzeption. in: Batinic, Bernad; Appel, Markus: Medienpsychologie 2008
- [9] Weber, Thomas: Mediologie. Manuskriptvortrag Hochschule Offenburg 2010

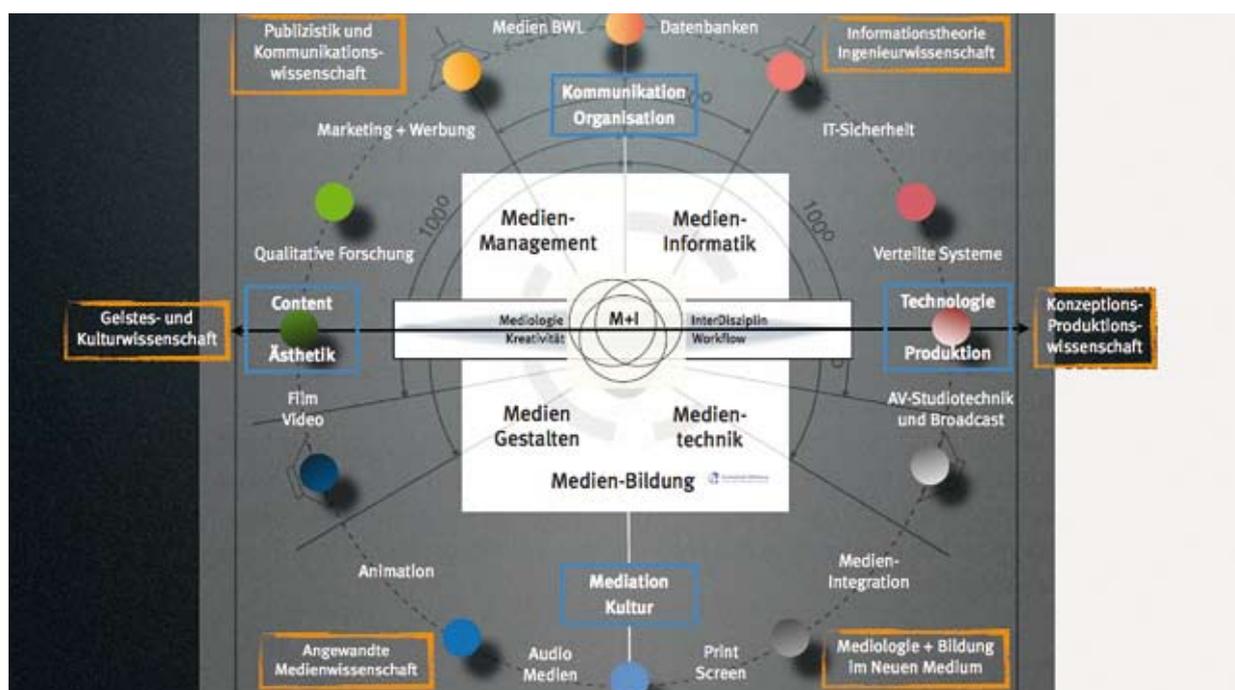


Abb. 4.4-3: Kontext Medienwissenschaften

Applied Information Technology opens Virtual Platform for the Legacy of Alexander von Humboldt

Prof. Dr. rer. nat. Detlev Doherr

Fakultät Maschinenbau

und Verfahrenstechnik (M+V)

Leiter des Instituts für Wissenschaftliche Weiterbildung

Badstraße 24

77652 Offenburg

Tel.: 0781 205-281

E-Mail: doherr@hs-offenburg.de

1953: Geboren in Göttingen

1983: Promotion zum Dr. rer. nat.

1983–1990: Geologe bei Kali und Salz AG, Kassel, und Projektleiter für die Entwicklung eines Geoinformationssystems mit IBM Deutschland GmbH

Seit 1990: Professor für Informatik und Umweltinformatik an der Hochschule Offenburg

1993 – 2010: Leiter des Hochschulrechenzentrums sowie Leiter des Steinbeis-Transferzentrums „Informationssysteme“ (früher „Umweltinformatik“)

Seit 1998: Zertifizierung zum European Geologist



Forschungsgebiete: Informationssysteme und Geoinformationssysteme, digitale Bibliotheken, E-Learning für Weiterbildungseinrichtungen und Berufsverbände, nachhaltige Entwicklungen im Bereich der Geothermie, Modelle und Simulationen zu den Energiemärkten für Erdöl und Erdgas

4.5 Applied Information Technology opens Virtual Platform for the Legacy of Alexander von Humboldt

Prof. Dr. rer. nat. Detlev Doherr
Armand Brahaj MSc. [1]

Abstract

The Humboldt Digital Library (HDL) is a project that aims to provide digital access to the legacy of Alexander von Humboldt. The HDL runs on an open source library developed in the Hochschule Offenburg and provides a virtual research environment in which researchers can work more effectively.

This article presents the development made in the HDL to provide alternative ways of content dissemination through the OAI protocol. Through the implementation of the OAI-PMH data provider in the HDL, the library is accessible in many universities and research centers everywhere around the globe.

Introduction

Since a couple of years, here at the Hochschule Offenburg we have been supporting and developing research in the area of Digital libraries through the Project Humboldt Digital Library (HDL). The HDL project aims to gather all the publications of Alexander von Humboldt and publish them in a digital format. So far we have published more than 30 volumes from Humboldt's work and more volumes are under process as we speak. The Library includes a range of texts, tables and images, as well as many tools that assist mining the data and navigating

the system [3]. While designing our digital library, we have chosen to be less orthodox to the digital library concepts of presentation, but would adhere to all the non-written standards of digital libraries for a technical collaborative process of dissemination of content, including meta-data that provide specific harvester engines with information about the digital publications.

This article deals with the developments in the HDL to provide dissemination tools for the content of the HDL. The goal of the project was the implementation of the Open Archives Initiative – Protocol for Metadata Harvesting (OAI-PMH). This implementation will allow the information about the content in the library to be disseminated within the OAI harvester network.

Open Archives Initiative

In order to disseminate content from a digital library, specific data structure should be presented and made available in a web-service way. The Open Archi-

ves Initiative (OAI) [4] supports the interconnection of scholar, academic and research repositories, disseminating their contents along its network of harvesters. Implementing the Open Archives Initiative – Protocol for Metadata Harvesting (OAI-PMH) within the Humboldt Digital Library opens the gates of the library to several harvesters around the world and makes easier to find the documents that the library hosts. The OAI- Protocol for Metadata defines a mechanism for harvesting XML-formatted metadata from repositories of digital libraries, which is essential for the dissemination of the HDL project. In figure 4.5-1 you can identify the search paths for Humboldt's documents, using the services of OAI.

The OAI-PMH operates the collaboration of Service Providers and Data Providers. Service providers (harvesters) use the protocol for harvesting and storing metadata. Data providers (repositories) provide free access to the metadata describing their resources.

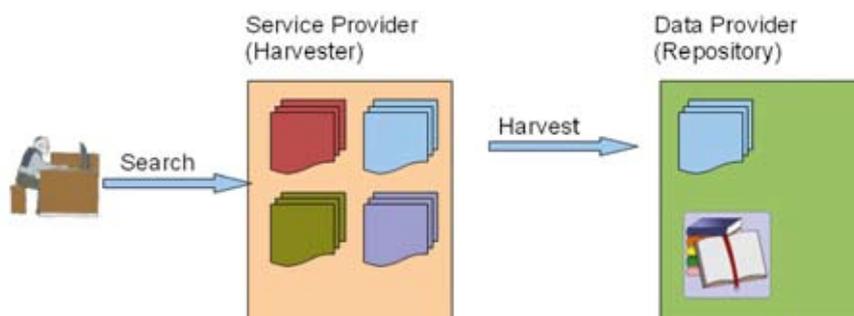


Abb. 4.5-1: Service Provider – Data Provider model for the HDL using the OAI Protocol

The interest of the developments in the HDL project was to provide a Data-Provider Service that could be easily harvested by many of the Service Providers out there [5]. The service should comply with all the requirements of the OAI and allow other dynamic information to be added as the system grows.

The service providers play a similar role to the role that search engines play on internet. They gather (harvest) information from data providers and index this information for later use. Visitors or other service providers can fetch the information from the service providers. Large list of service providers can be found on the web page of OAI.

Data Provider

To allow the HDL content to be indexed from service providers a separate service section should provide information about all the digital objects in the library. The information that will be published through the data provider has to be in a simple language that the service providers can understand. Luckily the OAI has detailed information on the protocol requests and responses. The system works on the concept of web-services (based on XML) that offer interaction between data provider and harvester. The information exchanged for each digital object is based on the Dublin Core [5] format to express the meta-data.

Technically the repository system should response autonomously to the requests made by the harvesters, which aim to collect the metadata and provide them to academic searches. Once the metadata is collected from the repository, it is available at the harvesters for user search. The searches on the harvesters use the data collected but do not interact directly with the repository. The requests collecting metadata are sent to the repository in a HTTP format using the POST or GET method, so the system should be able to read them and understand them. The system creates an XML-formatted response which should be sent back to the harvester.

The system (repository) should response autonomously to the requests made by the harvesters, which aim to collect the metadata and provide them to academic searches.

Once the metadata is collected from the repository, it is available at the harvesters for user search. The searches on the harvesters use the data collected but do not interact directly with the repository. The requests collecting metadata are sent to the repository in a HTTP format using the POST or GET method, so the system should be able to read them and understand them. The system must create an XML-formatted response which should be sent back to the harvester.

The tool should at least meet the „Minimal Repository Implementation“ of the protocol described by the OAI Community. The implementation must at least meet the following features:

Dublin Core format: As mentioned before, there are several formats for metadata dissemination. Repositories can implement one or more formats (Dublin Core, Marc21).

However, the Dublin Core format is the standard for the OAI Community and the metadata records must at least be available in this format.

Containers: The metadata record is formed by three containers, namely header, metadata and about. The latter, even though it can be very helpful when dealing with rights and provenance of the resources, is not required.

Sets: The grouping of resources into sets is helpful to Data Providers in order to narrow their harvesting. This feature is especially important whenever a repository has many resources or the subjects of the resources are diverse. However, implementation of Sets is not mandatory.

Response Compression: Compressed responses can be sent to harvesters. It would take less time whenever a big amount of metadata is to be delivered. However, not all harvesters are able to process these responses. This feature is also not compulsory.

Flow Control: It is specially used when a repository stores many resources. If the list of records is longer than hundred items, it can be partitioned into pieces and sent. This feature is not compulsory and is not necessarily taking into account the size of the repository.

The user / client defined for this protocol is normally a machine (harvester) that collects metadata from the OAI network repositories. These harvesters / clients include a xml parser which take the metadata out of the xml file.

The software writes an XML file from the PHP script. There is one root element within which all other elements are contained. A set of descriptive variables (relevant to the library identification) is defined at the beginning. The query string is taken either from the GET or the POST method. In the case there are no strings or the string contains invalid or repeated arguments, the routine leads to an error state. The string is split into key/values and stored in variables. Depending on the service requested (verb), the routine takes a different path. The process for every verb is quite different, as every verb has a different function within the system. All verb functions include error protection routines, in case the parameters are given wrongly.

The algorithm of the software tool is composed of a main common part (through which all requests may go) and a verb-specific part (depending on the request).

The main common part realizes tasks such as

- Write the XML headers
- Write the beginning of the OAI-PMH main element
- Defining the variables which will be used for describing the library
- Configure the access variables for the database
- Write the <responseDate> element
- Verify the presence of a data in the request
- Split the string into verb and its arguments
- Check for repeated verbs or parameters on the string
- Import string values to global variables

According to the service requested, the tool will run a specific sub-routine. The possible services are: Identify, ListMetadataFormats, ListSets, ListIdentifiers, ListRecords and GetRecord. Some functions, such as „prefix“ and „fuchek“, were written in order to verify the validity of the parameters. Finally error function takes control whenever an error occurs.

Implementation

For the implementation of this system, several technologies are used.

The server (avhumboldt.net) runs MySQL as database system. The database system contains a database which is part of the Humboldt Digital Library. This database contains several tables with different functions within the library. One of these tables is used only with the OAI-PMH implementation. This table is called "DokumenteOAI".

The columns represent the different metadata items regarding the resources in the library. The rows represent the different volumes contained in the repository. This database table can be seen as the source of information for the PHP script, as the script requests the values of the metadata to the database.

An example of a recordset used in data provider is as follows:

DOK ID: 2601 – Local ID, it is valid only within the repository
Title: Political Essay on the Kingdom of New Spain Vol.1 – Name of the resource
Creator: Alexander von Humboldt – The writer of the document
Date: 1811 – The date when the document was written
Description: (A brief description of the document)
Contributor: John Black – A person, who has helped to write, transcribe or translate the document
Coverage: America – Describes the place which is relevant to the resource
Format: application/pdf – The document is a PDF file
Identifier: oai:avhumboldt.net:2601 – Global ID, valid within all the OAI network and in all the harvesters members of the network
Language: eng – The resource was written in English language
Publisher: LONDON: Printed for Longman, Hurst, Rees, Orme, and Brown; and H. Colburn: and W. Blackwood, and Brown and Crombie, Edinburgh. 1811 – Indicates the date when the resource was first published
Resource identifier: http://www.avhumboldt.net/avhdata/Political%20Essay%20on%20the%20Kingdom%20of%20New%20Spain/Vol1/Complete/Vol1_complete.pdf – Indicates the location of the HTML and PDF files
Subject: Travel to the Americas –



Abb. 4.5-2: Printscreens from the University of Illinois Search engine on the OAI Service Provider

Contains a keyword which can be used to search for the resource

Type: Text – In this case the resource is a text. Other possible values for this field are picture or video

Datestamp: 2010-01-03 –

It is the date when the resource was fed into the system.

The dataset is retrieved by a scripting language (PHP in our case) and an output is generated in an appropriate format in XML.

The response file must be explicitly declared as XML-formatted. From the dataset and the operations with the datasets, a list of response xml urls is declared.

Evaluation

Since September 2010, the HDL Project has a data-provider interface that can be queried from any service provider based on OAI-PMH. The operation of the data provider tool divided in three stages:

- The harvester (service provider or client) sends a request to the server. This request includes a string specifying the type of service to provide
- According to the service requested, the tool searches the required information in the database
- Using the information from the database, the tool writes an XML-formatted file which is displayed to the harvester

The user / client defined for this protocol is normally a machine (harvester) that collects meta-data from the OAI network repositories. These harvesters / clients includes an xml parser which take the metadata out of the xml file.

The software writes an XML file from the web-scripting language script. There is one root element within which all other elements are contained. A set of descriptive variables (relevant to the library identification) is defined at the beginning. The query string is taken either from the GET or the POST method. In the case there are no strings or the string contains invalid or repeated arguments, the routine leads to an error state [2].

By the end of the last year, the HDL has been registered on more than 50 academic service providers. The registration has been completed successfully and at the moment we are noticing the first indexing of the HDL in the academic networks through the world. By being indexed from OAI harvesters, the chances of having the content published in the HDL being found and accessed increase significantly. One of the latest providers that has indexed our library is for example the University of Illinois in the USA (see figure 4.5-2). Any researcher searching for Humboldt within this University, will be pointed to the HDL project developed and maintained at Hochschule Offenburg. Some tests can be done by visiting the following URL: <http://gita.grainger.uiuc.edu/registry/> This is a big step forward to provide the

legacy of Alexander von Humboldt on the Web by using the prototype of the virtual research library, which is developed at the University of Applied Sciences Offenburg.

Continuing research work is ongoing in providing alternative collaboration methods from our digital library to different harvesting engines on the net.

References

- [1] PhD Candidate Humboldt-University zu Berlin
 - [2] Bejarano A.: Implementation of OAI-PMH protocol for Metadata Dissemination on The Humboldt Digital Library. Hochschule Offenburg 2010
 - [3] Doherr D., Brahaj A.: Information Management beyond Digital Libraries: Alexander von Humboldt in the Web. PIK - Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation, 161 – 166, 2009
 - [4] Initiative, O. A.: The Open Archives Initiative. Retrieved 01 24, 2011, from The Open Archives Initiative: <http://www.openarchives.org/OAI/openarchivesprotocol.htm> (2002, 01 01)
 - [5] A list of Service Providers <http://www.openarchives.org/service/listproviders/html>
 - [6] The Dublin Core® Metadata Initiatives <http://dublincore.org/>
-

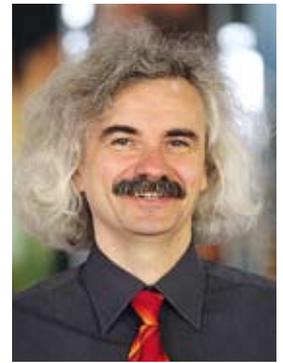
Shell Eco-Marathon 2010 live vom EuroSpeedway Lausitzring

Prof. Dr. Dan Curticaean

Fakultät Medien und
Informationswesen (M+I)
Studiendekan Medientechnik/
Wirtschaft+Praktikantenleiter Fakultät
Medien und Informationswesen (M+I)

Badstraße 24
77652 Offenburg
Tel. 0781 205 372
E-Mail: dan.curticaean@hs-offenburg.de

1964: Geboren in Lugosch/Rumänien
1983: Studium der Physik an den Universitäten Bukarest und Temesvar, Abschluss 1987
Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Temesvar und der Hochschule Offenburg
Freiberuflicher Dozent
2002: Promotion am Laboratoire des Systèmes Photoniques, École Nationale Supérieure de Physique de Strasbourg, Université Louis Pasteur, Strasbourg
2003: Projektmanager in Forschung und Entwicklung bei HYDAC ELECTRONIC GMBH Saarbrücken
Seit 2004: Mitglied der Optical Society of America (OSA)
Seit Oktober 2006: Professor der Medientechnik an der Hochschule Offenburg, Fakultät für Medien- und Informationswesen
Seit 2008: Session Chair and Committee Member „Photonics in the Automobile – Photonics Europe 2008 Strasbourg (EPE118)“, Mitglied der SPIE, Mitglied des Instituts für Angewandte Forschung (IAF) der Hochschule Offenburg
Seit 2009: Mitglied im Fachausschuss 5.4. der Informationstechnischen Gesellschaft ITG im VDE, Dozent am Institut National des Sciences Appliquées de Strasbourg
Seit 2010: Mitglied der SPIE Education Committee, Conference Chair der SPIE Eco Photonics, 2011, Strasbourg, France



Forschungsgebiete: Physik, Photonics, Digitale Medien

4.6 Shell Eco-Marathon 2010 live vom EuroSpeedway Lausitzring

Prof. Dr. Dan Curticaean

Nach einer Telefonkonferenz mit der weltweiten Shell-Zentrale in Houston/Texas sowie den für Europa und Deutschland zuständigen Zentralen in London bzw. Hamburg war es klar, dass der Shell Eco-Marathon in Europa durch uns live vom EuroSpeedway Lausitzring (Abb. 4.6-1 und 4.6-2) ins Internet gestreamt wird.

Eine besondere Herausforderung bei diesem Live-Event lag darin, dass unser Stream per Inlineframe auf der internationalen Shell-Webseite eingebunden wurde. Ein weiteres Zeichen für das uns entgegengebrachte Vertrauen bekamen wir dann vor Ort, als wir die Eröffnungszeremonie und die Siegerehrung exklusiv übertragen durften.

Mit einer speziellen „TV-Offenburg“-Marke hatte das Team Zugang zu allen Bereichen sowohl auf der Rennstrecke als auch in der Paddock-Area. In der VIP-Lounge wurde das Studio aufgebaut. Der direkte Blick auf die Rennstrecke ermöglichte eine optimale Berichterstattung. In der Rennbox unter dem Studio liefen alle Fäden zusammen: die Bild-



Abb. 4.6-1: EuroSpeedway Lausitzring während des Rennens mit „CitySpecht“ in der Füllstation

und Tonsignale von den EB-Teams sowie die Bilder der 7 Rennstreckenkameras, die von der Regie auf den Studiobildschirm geschaltet wurden. Aus dem Studio kamen Bild und Ton zurück in die Regie, von wo aus sie dann direkt auf den Stream-Server übertragen wurden. Das Signal wurde dann von unserem Streaming-Server über einen eigenen Internetzugang auf die Live-Streaming-

Plattform von zaplive.tv übertragen – von hier aus wurde es in unsere Webseite eingebunden und somit für alle Besucher zugänglich (Abb. 4.6-3).

In der Rennwoche hatte unsere Webseite „eco-marathon.de“ einen Datentransfer von ca. 16 TB und rund 21.000 Seitenaufrufe.



Abb. 4.6-2: „CitySpecht“ und „Schluckspecht“ mit dem stärksten Rivalen

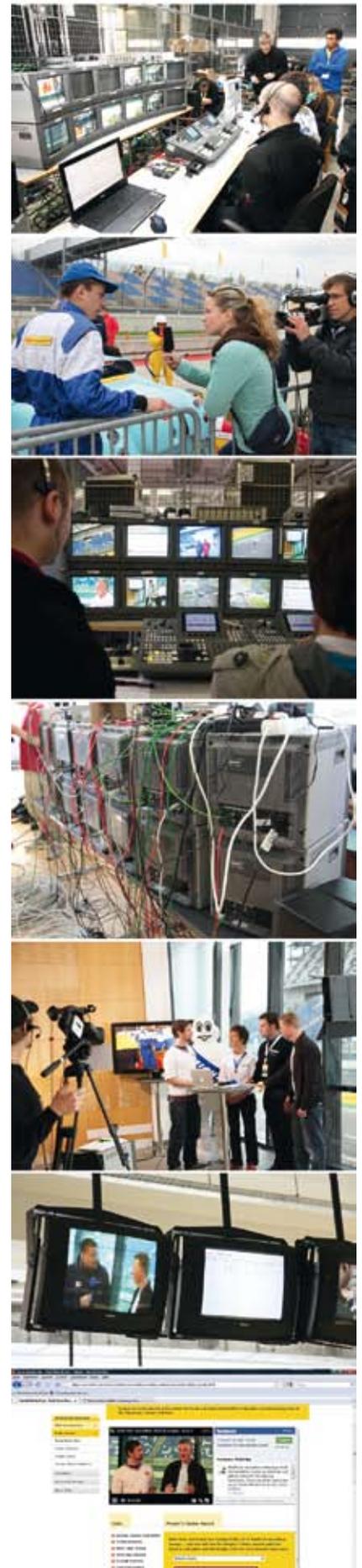


Abb. 4.6-3: MI-Studierende bei der Arbeit während der Livesendung

Digitale Fabrikplanung bei KMUs

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Köbler

Fakultät Betriebswirtschaft und
Wirtschaftsingenieurwesen (B+W)

Campus Gengenbach

Klosterstraße 14

77723 Gengenbach

Tel. 07803 9698-4492

E-Mail: juergen.koebler@hs-offenburg.de

1962: geboren in Ettenheim

1998: Diplom (FH) – Studium des Allgemeinen Maschinenbaus an der Hochschule Offenburg

2000: Diplom – Studium des Allgemeinen Maschinenbaus an der Technischen Universität Dresden (berufsbegleitend)

2006: Promotion – Dr.-Ing. am IFF / IPA-Fraunhoferinstitut der Universität Stuttgart (berufsbegleitend)

1988–1993: Anstellung als Betriebsmittelkonstrukteur

1993–2003: Konstruktionsleiter

2003–2008: Abteilungsleiter Industrial Engineering

Seit 2008: Professor an der Hochschule Offenburg,

Fakultät Betriebswirtschaft & Wirtschaftsingenieurwesen

Seit 2010 Mitglied des Instituts für Angewandte Forschung (IAF) der Hochschule Offenburg



Forschungsgebiete: Industrielle Fertigungsverfahren, Neue Technologien, Produktionsorganisation, Qualitätsmanagement, Prozessdesign, Digitale Fabrik, Projektmanagement

5.1 Digitale Fabrikplanung bei KMUs

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Köbler
Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH), M. Eng.
Matthias Pleuler

Abstract

Not only large-scale enterprises have to deal with the globalization, also small and medium-sized enterprises (SME) are increasingly affected by a more and more dynamic environment. The accomplishment of these challenges is essential for the economical survival of SME. Factory planning builds the foundation for a profit making company. But there are some huge shortcomings in SME in the field of modern factory planning.

Einleitung

Produzierende Unternehmen sehen sich auch zukünftig mit stark wachsenden Herausforderungen konfrontiert und gegenübergestellt. Dies ist vor allem durch eine zunehmend dynamischere Umwelt mit stark schwankenden Veränderungen bedingt, die es erforderlich macht, sich schnell und flexibel auf diese Veränderungen einzustellen bzw. anzupassen.

Die Fabrik als „Ort der Wertschöpfung“ ist hierbei ein sehr bedeutender und zentraler Erfolgsfaktor, zumal sie einen entscheidenden Einfluss auf den wirtschaftlichen Erfolg eines Unternehmens hat. Sind es doch die Fabriken, die mit den in ihnen eingesetzten Technologien, den vorherrschenden Strukturen, Abläufen, Produktionsprozessen und Durchlaufzeiten eine der Grundlagen zur Erfüllung der Kundenbedürfnisse schaffen.

Weiterhin findet auch verstärkt eine höhere Integration und zunehmende Parallelisierung der Produkt- und Prozessentwicklung mit digitalen Methoden und Werkzeugen, zur Beschleunigung der Innovationsfähigkeit in größeren Unternehmen statt. Gerade im Bereich kleiner und mittelständischer Unternehmen KMU (nach EU-Definition, gültig seit 01.01.2005, werden alle Unternehmen bis zu einer max. Mitarbeiterzahl von 249 und einem max. Jahresumsatz von 50 Mio. Euro der Gruppe KMU zugeordnet) wird diese Entwicklung, der Einsatz und die Anwendung von digitalen Werkzeugen und durchgängigen Planungsmethoden im Hinblick einer eigenen frühzeitigen Prozess- und Fabrikplanung unterschätzt oder nur sporadisch eingesetzt und durchgeführt.

Gerade aufgrund des hohen Wettbewerbsdrucks und den sich permanent ändernden Marktanforderungen steigen die Anforderungen an die Wirtschaftlichkeit und die Anpassungsfähigkeit von Fabriken stetig an. Eine der zentralen Zukunftsaufgaben von KMU ist die Planung und Realisierung agiler, anpassungsfähiger und flexibler Fabrikstrukturen bei gleichzeitiger Sicherstellung eines effizienten Fabrikbetriebs. Um diese steigenden Forderungen und die damit verbundene Erhöhung der Komplexität und des Planungsaufwands von Fabrikssystemen zu beherrschen, ist der Einsatz von Digitalen Werkzeugen unerlässlich [3].

In letzter Zeit haben unterschiedlichste Planungswerkzeuge im Bereich der Digitalen Fabrik Einzug in die Unterneh-

men erhalten. Dabei kommen diese – meist doch sehr investitions- und schulungssintensiven – Werkzeuge nur in großen und investitionsstarken Unternehmen zum Einsatz. Jedoch werden sich auch KMU aufgrund der immer komplexer werdenden Planungsaufgaben (speziell im Bereich der Fabrik- und Produktionsplanung) diesen Entwicklungen und Werkzeugen nicht mehr entziehen können [1].

Grundlagen

Dieser Forschungsbericht basiert auf der Grundlage einer Master-Thesis zum Thema: „Untersuchung der Einsatzfähigkeit ausgewählter Digitaler Werkzeuge zur Unterstützung einer kontinuierlichen Fabrikplanung“. Im Zusammenhang mit dieser Abschlussarbeit wurde eine Befragung von (vornehmlich) KMU zum Thema „Digitale Fabrikplanung und Schlanke Produktion“ durchgeführt. Dabei konnten entscheidende Defizite im Bereich der Fabrik- und Produktionsplanung sowie der Anwendung von Digitalen Planungswerkzeugen in KMU festgestellt werden.

Die Fokussierung auf KMU wurde bewusst vorgenommen, da diese eine sehr hohe volkswirtschaftliche Bedeutung haben. Der Umsatzanteil von KMU liegt laut Statistischem Landesamt aus dem Jahr 2007 in Baden-Württemberg, bei mehr als 80 % am Gesamtumsatz der Unternehmen.

Es wurden über 200 Unternehmen aus unterschiedlichsten Branchen angeschrieben und deren Antworten ausge-

wertet. Bei einer Rücklaufquote von 13 % ist die statistische Sicherheit gewährleistet. Somit konnten in dieser Studie einige markante Trends und Erkenntnisse aufgezeigt werden.

Themeneingrenzung

Abgrenzend zur Aufgabe der Fabrikplanung, die die Standortplanung, Generalbebauungsplanung und Fabrikstrukturplanung beinhaltet, lag der Fokus der Untersuchung auf der Kernaufgabe der Fabrikstrukturplanung. Grund dieser Fokussierung ist, dass gerade in diesem Planungsschritt die entscheidenden Grundstrukturen einer Fabrik festgelegt werden und der Planungszyklus sich in diesem Bereich in Zukunft weiter verkürzen wird (siehe Abb. 5.1-1). Außerdem wird in dieser Planungsphase eine wesentlich höhere und genauere Planungsqualität erforderlich.

Zunehmend sich verkürzende Produkt- und Technologielebenszyklen verursachen dabei eine steigende Anzahl an den erforderlichen Produktionsstruktur- anpassungen.

Gerade in der Teilaufgabe der Fabrikstrukturplanung, die auch die operative Prozessplanung beinhaltet, hat das Konzept der „Schlanken Produktion“ – dem Lean Manufacturing – einen entscheidenden Einfluss auf die Prozessabläufe, Prozesszeiten, Bestände, Durchlaufzeit und somit der Wirtschaftlichkeit. Jedoch sind die Methodiken und Prinzipien der „schlanken“ Produktionsphilosophie in digitalen Planungskonzepten noch selten anzutreffen. Deshalb kommt es bei der Anwendung digitaler Planungswerkzeuge auch noch sehr stark auf die Denk- und Handlungsweise des Fabrikplaners an, der es somit erst ermöglicht, derartiges Know-how in die Planung und Ausgestaltung der Fabrik mit einzubeziehen.

Ergebnisse der Umfrage

Zunächst wird auf die allgemeine Situation zur Fabrikplanung in KMU eingegangen.

Hierbei konnten einige Defizite in den KMU identifiziert werden. Vor allem die Tatsache, dass vielen Unternehmen die Bedeutung und Wichtigkeit der Aufgabe der Fabrikplanung noch nicht bewusst ist, steht im Mittelpunkt der Diskussion.

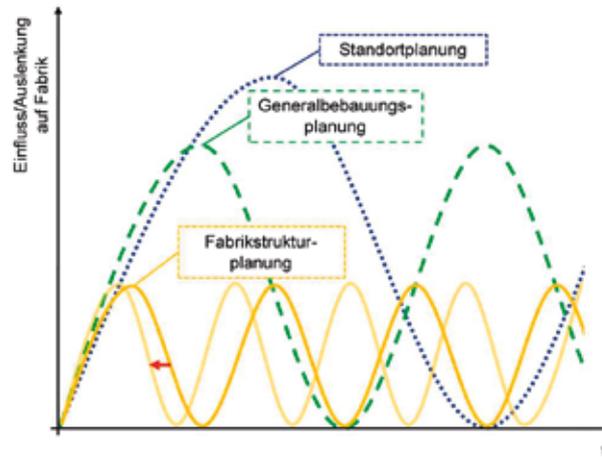


Abb. 5.1-1: Veränderung der Planungszyklen

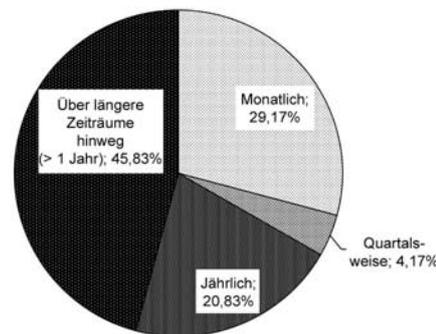


Abb. 5.1-2: Umfrageergebnis – Planungszyklen für Neubau- und Umplanungen

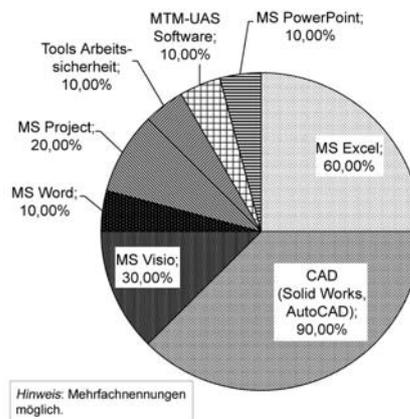


Abb. 5.1-3: Umfrageergebnis – Eingesetzte Softwaretools zur Fabrik- und Produktionsplanung

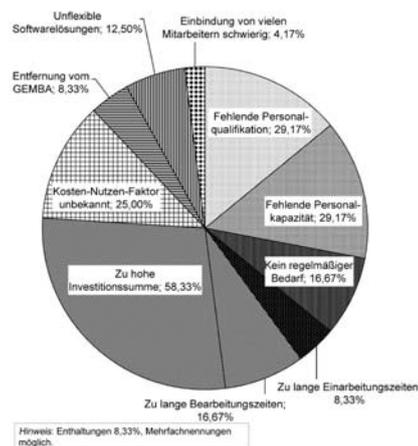


Abb. 5.1-4: Umfrageergebnis – Hemmnisse zum Einsatz von Werkzeugen der Digitalen Fabrik

Dies wird dadurch bekräftigt, dass 62,5 % der Teilnehmer angeben, keine Experten für die Fabrikplanung zu beschäftigen. Wobei 75 % dabei nicht einmal externes Know-how spezialisierter Dienstleister in Anspruch nehmen. Demnach werden die Aufgaben der Fabrik- wie auch Layoutplanung mehrheitlich von „Nicht-Experten“ durchgeführt.

Aufgrund immer kürzerer Produktlebenszyklen steigt die Anzahl an Umplanungen in Produktionsbereichen stetig an. Diese Tatsache erfordert das Erreichen einer kontinuierlichen Anpassungsfähigkeit der Unternehmen. Vor dem Hintergrund, dass ca. 46 % der Teilnehmer Neu- und Umplanungen über längere Zeiträume (> 1 Jahr) durchführen (siehe Abb. 5.1-2), könnte dies KMU in Zukunft vor schwerwiegende Probleme stellen. Es gilt zu beantworten, ob KMU zukünftig in der Lage sind, ihre Planungszyklen drastisch zu senken, um eine kontinuierliche Anpassungsfähigkeit zu erreichen.

Betrachtet man die Situation zum Einsatz digitaler Planungskonzepte und -werkzeuge in KMU, wird deutlich, dass deren (zukünftig) geforderter Einsatz und Bedeutung noch nicht erkannt werden. Keines der befragten Unternehmen hat spezielle Softwaretools zur Planung von Fabriken und Produktionsprozessen im Einsatz. Vornehmlich werden Standardanwendungen wie z. B. Tabellenkalkulationssoftware eingesetzt. Lediglich zur Ausgestaltung von Layouts kommen bei 90 % der Teilnehmer CAD-Systeme zum Einsatz (siehe Abb. 5.1-3).

Die angegebenen Gründe für die mangelnde Verbreitung spezieller Planungssoftware in KMU, sind vor allem die z. T. immensen Lizenzgebühren. Diese werden von 58 % der Teilnehmer beklagt. Des Weiteren werden fehlende Personalkapazitäten sowie -qualifikationen als auch die Unkenntnis über den Kosten-Nutzen-Faktor derartiger Digitaler Werkzeuge als entscheidende Hemmnisse genannt (siehe Abb. 5.1-4).

Viele Konzepte und Werkzeuge der Digitalen Fabrik sind auf die Bedürfnisse von Großunternehmen ausgerichtet, was sich durch umfangreiche Organisations-, System- und Produktstrukturen bemerkbar macht.

Fazit

Während die Anwendung durchgängiger Konzepte der Digitalen Fabrik aus heutiger Sicht für KMU schwierig bis unmöglich ist [2], gibt es Möglichkeiten, den Einstieg in eine Digitale Fabrikplanung über einzelne ausgewählte Anwendungen zu bewältigen. Dabei eröffnen sich entscheidende Vorteile durch die Unterstützung der Planer.

Es lässt sich jedoch feststellen, dass nicht einmal einzelne spezielle Planungstools angewendet werden. Dies ist vor allem auf die vorherrschenden Hemmnisse und Unkenntnisse zum Einsatz derartiger Hilfsmittel in KMU zurückzuführen.

Daneben besteht ein immenser Bedarf an Aufklärung in KMU über die Nutzeffekte Digitaler Planungstools wie auch die Bedeutung einer effektiven und effizienten Fabrikplanung.

Auf Anbieterseite zeigt sich ebenfalls ein großer Nachholbedarf. So lässt sich feststellen, dass das Angebot an für KMU anwendbaren und beherrschbaren Digitalen Planungswerkzeugen sehr überschaubar ist und erweitert werden muss. Im Rahmen der Master-Thesis wurde u. a. eine für KMU entwickelte Softwarelösung für Aufgaben der 2D-/3D-Layoutplanung untersucht. Deren Einsatzfähigkeit konnte für ein beschränktes Aufgabenspektrum bestätigt werden.



Aus der durchgeführten Umfrage kann ein entscheidender Forschungs- und Handlungsbedarf abgeleitet werden. KMU müssen bei den Methodiken der Fabrikplanung und bei der Einführung und dem Einsatz Digitaler Planungstools unterstützt, ausgebildet und anwendungsorientiert qualifiziert werden. Eine entscheidende Rolle spielt hierbei das Konzept der „Wertstromorientierten Lernfabrik“, das den Wissenstransfer zur Anwendung neuester Methoden und Digitaler Werkzeuge zwischen der Hochschule und Industrie (insbesondere KMU) sicherstellen soll. Als Beispiel sei die Anwendung des Fabrikplanungstischs der Fa. Plavis zu nennen, der zur Ausbildung der Studenten am Campus Gengenbach bereits eingesetzt wird (siehe Abb. 5.1-5).

Referenzen/References

- [1] Bracht U., Reichert J.: „Digitale Fabrik – auch KMU sind aufgefordert künftig ihre Fabriken in 3D-CAD zu planen“, ISSN: 1434-1980, In: „Industrie Management“, Heft: 2, 2010
- [2] Bracht U., Schlange C.: „Digitale Fabrikstruktur- und Layoutplanung unter Nutzung erweiterter virtueller Modelle“, ISSN: 0932-0482, In: „Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb“, Heft: 3, 2010
- [3] Hirsch B., Klemke T., Wulf S., Nyhuis P.: „Digitale Werkzeuge in der Fabrikplanung. Bewertung und Auswahl“, ISSN: 0932-0482, In: „Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb“, Heft: 3, 2010

Abb. 5.1-5: Fabrikplanungstisch der Fa. Plavis

Usabilityuntersuchung durch Eyetracking zur Steigerung der Conversion-rate

Prof. Dr. rer. pol. Ute Rohbock

Fakultät Medien und
Informationswesen (M+I)

Badstraße 24,
77652 Offenburg
Tel.: 0781 205-135
E-Mail: ute.rohbock@hs-offenburg.de

1961: Geboren in Stuttgart

Studium der Gesellschafts- und Wirtschaftskommunikation an der Universität der Künste, Berlin, mehrjährig tätig im internationalen und nationalen Kommunikations- und Medienmanagement, Lehre an verschiedenen Universitäten und Fachhochschulen und Gastdozentur an der Beuth Hochschule für Technik Berlin, Promotion an der Universität Hamburg über Marketingmanagement kleiner und mittlerer Werbeagenturen, selbstständig im Bereich Marketing- und Kommunikationsberatung

2006: Professorin für Medienmarketing an der Hochschule Offenburg

2007: Leiterin des Eye-Tracking-Labors an der Hochschule Offenburg

Seit 2011: Prodekanin und Studiendekanin Medien und Informationswesen



Forschungsgebiete: Marketingmanagement in Medienunternehmen (insbesondere Kommunikations- und Werbeagenturen), Werbewirkungsforschung, Hochschulmarketing

5.2 Usabilityuntersuchung durch Eyetracking zur Steigerung der Conversion-rate

Prof. Dr. rer. pol. Ute Rohbock
Gabriele Brühlmeier, M. Sc.
Martha Jagoda, Dipl.-Ing. (FH)

Abstract

Jakob Nielsen, einer der bekanntesten Experten im Bereich der Benutzerfreundlichkeit, spricht der Usability im Web neben einer großen Bedeutung auch die Fähigkeit zu, aus Besuchern Kunden zu machen: „If a website is difficult to use, people leave.“[1] Im Umkehrschluss bedeutet das, wenn eine Webseite einfach zu bedienen ist, werden die Besuchenden länger auf ihr verweilen und im Idealfall die gewünschte Handlung ausführen. Eine Handlung, die einen Besucher zum Kunden qualifiziert, wird als Conversionshandlung bezeichnet. In den meisten Fällen geht es dabei um das Absenden eines Formulars.

Innerhalb dieses Forschungsberichts wird aufgezeigt, wie die Methode Eyetracking in Kombination mit einer qualitativen Nachbefragung mit halb strukturiertem Fragebogen genutzt werden kann, um Probleme bei der Benutzerfreundlichkeit zu identifizieren. Entstanden ist diese Studie in Zusammenarbeit mit dem Unternehmen Click Effect Internet Marketing GmbH in Freiburg. Untersuchungsgegenstand der Studie ist die Webseite des Zeitarbeitsunternehmens Randstad Deutschland GmbH, Eschborn. Besonderer Fokus der Betrachtung ist der Weg eines potenziellen Bewer-

benden auf eines der ausgeschriebenen Stellenangebote.

Einleitung

Die meisten Methoden des Usability-testing, wie zum Beispiel Klick-Analysen oder Befragungen, beschränken sich auf die bewussten Prozesse der Probanden. Das Problem an diesen Methoden ist, dass die Aufmerksamkeit des Betrachtenden und die damit verbundenen kognitiven Prozesse nicht zwangsweise den bewussten Erfahrungen unterliegen. Die kognitive Verarbeitung erfolgt oft unterbewusst, und darüber kann folglich nicht berichtet werden. Da Blickbewegungen in der Regel sehr schnell ablaufen, ist es durch die meisten beobachtenden Methoden nicht möglich, diese zu erkennen. [2] Die Methode des Eyetracking ermöglicht jedoch, diese schnellen Augenbewegungen aufzuzeichnen und basierend auf den Ergebnissen der Eyetrackinguntersuchungen Erkenntnisse über den kognitiven Prozess zu gewinnen.

Vorstellung der Eyetrackingmethode

Nach einmaliger Kalibrierung des Eyetrackingsystems auf den Probanden ist das System in der Lage, geringfügige Kopfbewegungen der Testperson zu kompensieren. Das bedeutet, ein berührungsloser Messvorgang ist möglich und eine relativ entspannte Testsituation im Labor wird geschaffen.

Das Eyetrackingsystem setzt sich aus diversen Komponenten zusammen: Neben mehreren Hardwareelementen, wie beispielsweise dem Remote-Eyetra-

cking-Device (RED) zur Erfassung der Blickbewegungen des Probanden dienen spezielle Softwareprogramme der Auswertung der Eyetrackingdaten. Auf einem der Bildschirme wird der Stimulus präsentiert und die Testperson hält sich während des Versuchs davor auf. Als Bedien- und Eingabehilfe stehen dem Probanden zusätzlich eine Tastatur und eine Maus zur Verfügung.

Im Rahmen der Registrierung der Augenbewegungen kommt die Cornea-Reflex-Methode zum Einsatz, die auf der Erfassung von Infrarotlichtquellen auf der Oberfläche der Hornhaut (Cornea) basiert. Da die Oberfläche der Cornea glänzend ist, spiegelt sich das dort auftreffende künstliche Licht der punktförmigen Quelle und die dadurch entstehenden Reflexe können durch das optische Verfahren gemessen werden. Dabei bringt das in dem Versuch eingesetzte Infrarotlicht für das Auge der Testperson keinerlei gesundheitliche Gefahren mit sich.

Das gesamte Blickfeld des Menschen umfasst circa 100 Grad. Der Bereich des scharfen Sehens ist jedoch wesentlich kleiner. Durch Augenbewegungen kann der Mensch einen bestimmten Bereich seines Blickfelds fokussieren und ihn dadurch hoch aufgelöst sehen. Der Sehende lenkt seine Aufmerksamkeit auf einen Punkt, und dieser Vorgang wird bei der Blickverlaufsmessung beobachtet.

Innerhalb einer Eyetrackinguntersuchung sind Sakkaden und Fixationen die wichtigsten Messwerte. Bei einer Fixation befindet sich das Auge in rela-

tiver Ruhe zum betrachteten Objekt, und in dieser Situation können visuelle Informationen wahrgenommen werden. Wissenschaftliche Forschungen haben gezeigt, dass die minimale Fixationsdauer bei 100 Millisekunden liegt und ab diesem Wert davon ausgegangen werden kann, dass eine Informationsverarbeitung bei der Testperson stattfindet. Bewegungen, die dazu dienen, das Auge auf ein Objekt zu richten, werden als Sakkaden und auch als ballistische Bewegungen bezeichnet, da sie unkontrollierbar sind, bis das Auge das Ziel gefunden hat. Während der Sakkaden ist das menschliche Wahrnehmungsvermögen allerdings deutlich eingeschränkt. [3]

Vorbereitung der Studie

Eyetracking zählt zu den rein quantitativen Forschungsmethoden und kann den Forschenden dabei Antwort auf folgende Fragen geben:

- Werden Bildelemente überhaupt wahrgenommen? (Fixationen)
- In welcher Reihenfolge werden Bildelemente wahrgenommen? (Blickverläufe)
- Welche Bildelemente werden insbesondere wahrgenommen? (Aufmerksamkeitsschwerpunkte)
- Wie lange werden Bildelemente wahrgenommen? (Verweildauer)

Um ergänzend qualitative Aspekte zu ermitteln und herauszufinden, warum eine Testperson beispielsweise ein Bildelement betrachtet hat, wird die Untersuchung insgesamt zweistufig angelegt. Im Anschluss an die Eyetrackinganalyse wird der Proband mündlich-persönlich in einer Nachbefragung mit einem halb strukturierten Fragebogen befragt. Dabei ist die Testperson aufgefordert, zentrale Untersuchungsgegenstände zu bewerten.

Die Forschungsfragen für die Eyetrackinguntersuchung sowie hypothetische Ansätze für die Nachbefragung resultieren häufig auf einer vorangegangenen Analyse. Die zu untersuchende Webseite wird im Vorfeld nach bekannten Heuristiken der Usability überprüft. Potenzielle Probleme können identifiziert und deren Ausmaße in der benutzerorientierten Studie überprüft werden.

Um Personen aus der im Vorfeld definierten Zielgruppe von Randstad als Testpersonen zu finden, wurde eine Zeitungsanzeige veröffentlicht. Bevorzugt wurden Personen ausgewählt, die aktuell auf der Suche nach einer neuen Arbeitsstelle im Finanzwesen waren. Die Anzahl der Testpersonen wurde auf 15 Probanden limitiert.

Spezieller Fokus der Studie lag darauf, den Zusammenhang zwischen der Benutzerfreundlichkeit der Webseite und der Conversionrate zu untersuchen. Die Conversionrate gibt an, wie viele Besuchende tatsächlich die gewünschte Handlung ausgeführt haben. Laut Hypothese kann eine Verbesserung der Usability auch zur Steigerung der Conversionrate führen. Aus diesem Grund wurde die Aufgabenstellung gezielt auf die Conversionhandlungen auf der Webseite gerichtet.

Unmittelbar vor der Eyetrackinguntersuchung wurden die Probanden in einem Kurzfragebogen nach ihren soziodemografischen Daten gefragt. Dadurch wurde nochmals überprüft, ob die Testperson der gewünschten Zielgruppe entsprach.

Bei der Eyetrackinguntersuchung wurde den Probanden die Hintergrundinformation gegeben, dass sie sich vorstellen

sollen, sie seien auf der Suche nach einer Anstellung im Bereich Buchhaltung in der Stadt Eschborn. Folgende Aufgaben wurden den Testpersonen gestellt:

- Orientieren Sie sich auf der Webseite. Versuchen Sie Informationen zum Unternehmen oder dem Thema Zeitarbeit zu finden.
- Suchen Sie eine Vollzeitstelle in Eschborn und bewerben Sie sich auf die gefundene Stelle.
- Um ständig auf dem Laufenden zu bleiben, möchten Sie die angegebenen Suchkriterien speichern und neue Stellenangebote automatisch per E-Mail erhalten.

Die Begrenzung auf den Raum Eschborn ergab sich aus dem Testaufbau. Da die reale Webseite des Unternehmens Randstad Grundlage der Untersuchung war, wurden in Zusammenarbeit mit dem Unternehmen spezielle Testanzeigen integriert. Um zu vermeiden, dass sich reale Besucher bewerben, wurden die Testanzeigen als solche gekennzeichnet. Um die korrekte Testanzeige zu finden, war das Kriterium „Eschborn“ entscheidend.

Während des Tests wurden die Probanden ermutigt, ihre Entscheidungen und

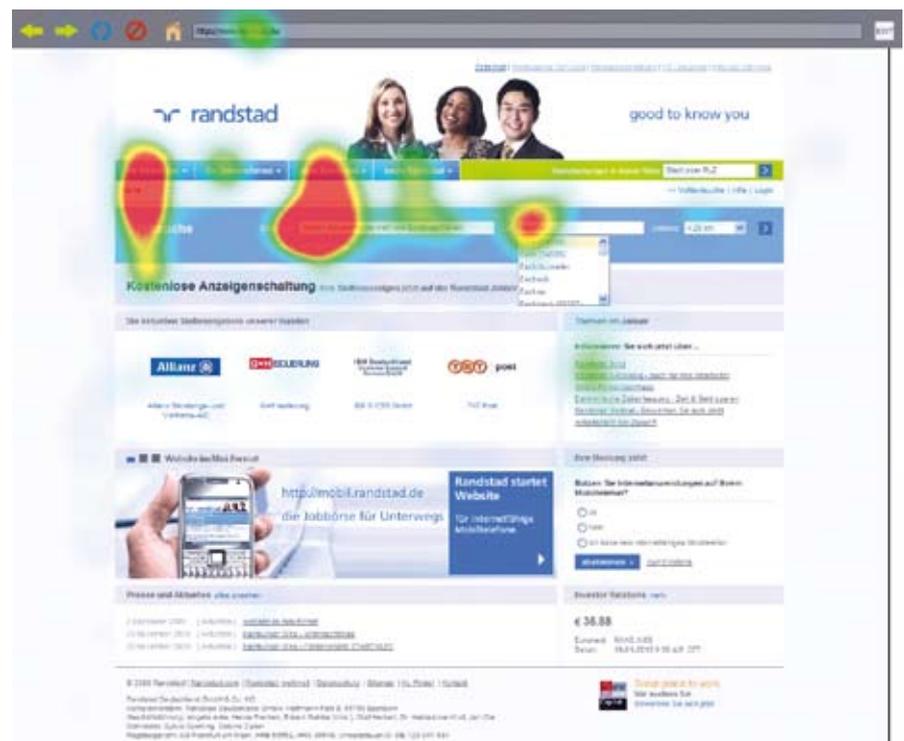


Abb. 5.2-1: Attentionmap der Startseite (alle Probanden)

Gedanken über die Webseite zu kommentieren. Vor allem durch die beobachtende Position der Forscherin war es möglich, bei entsprechender Situation nachzufragen und den Probanden zum Gespräch anzuregen.

Auswertung der Studie

Um an dieser Stelle eine möglichst ausführliche Beschreibung der Untersuchungsergebnisse zu liefern, werden nachfolgend die Erkenntnisse aus der Eyetrackinguntersuchung in Kombination mit den Erkenntnissen der Nachbefragung dargestellt.

Die Startseite

Die Auswertung der Eyetrackingdaten hat ergeben, dass insbesondere Bilder die Aufmerksamkeit der Probanden auf sich zogen. Wie aus der Abbildung 5.2-1 ersichtlich ist, wurde die Unterteilung der Hauptnavigation in „für Bewerber“, „über Randstad“ sowie die Suchleiste intensiv betrachtet und als eindeutige Informationen wahrgenommen. Darüber hinaus wurde die Seite als übersichtlich beschrieben und die Farbe Blau als angenehm empfunden. Zusätzlich lassen die Daten erkennen, dass der untere Bereich der Webseite nicht betrachtet wurde.

Die Übersicht über offene Stellenangebote

Als signifikant erweist sich die Tatsache, dass kaum ein Proband die Subnavigation am linken Rand der Webseite nutzte. Die Daten aus der Eyetrackinguntersuchung zeigen deutlich, dass sie kaum betrachtet wurde. Insgesamt kamen die Probanden jedoch in dieser Übersicht gut zurecht.

Die Detailbeschreibung eines offenen Stellenangebots

Die Ergebnisse der Eyetrackinguntersuchung zeigen, dass der Text in der rechten Spalte von keinem Probanden gelesen wurde und die wenigsten ihn überhaupt beachteten. Lange Texte in der Stellenbeschreibung wurden ebenfalls kaum gelesen. Im Rahmen der Nachbefragung bemängelten die Probanden das Fehlen von Überschriften. Daraus resultiert die Erkenntnis, dass lange Texte ohne klare Struktur die Webseitebesuchenden abschrecken.

Das Bewerbungsformular

Die Beobachtungen im Rahmen der Eyetrackinguntersuchung haben ergeben,

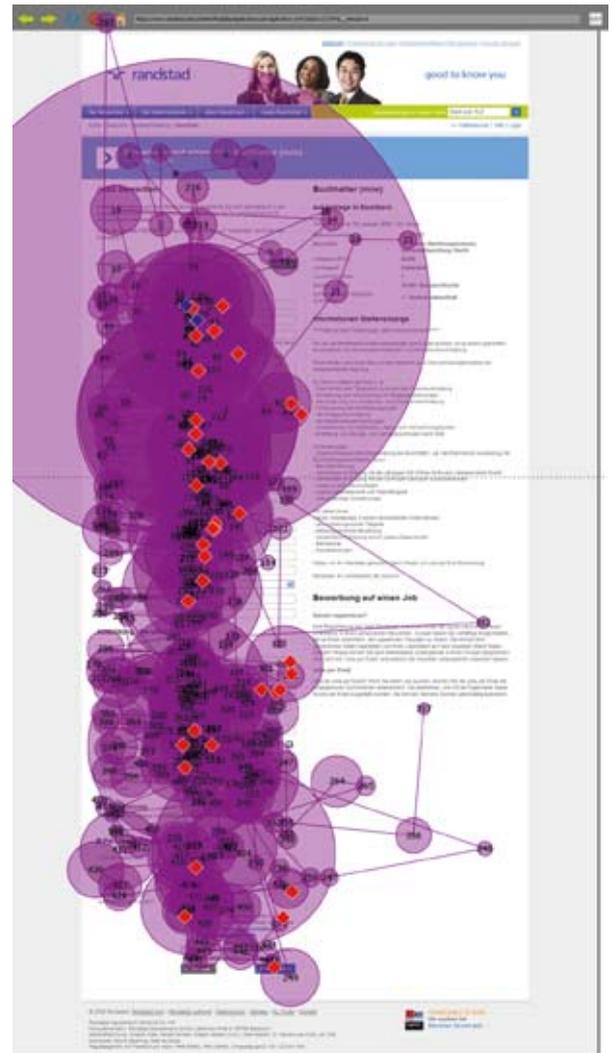


Abb. 5.2-2: Scanpfad auf dem Bewerbungsformular (ein Proband)

dass einige Probanden zunächst im Bewerbungsformular bis an das Seitenende scrollten, um sich einen Überblick zu verschaffen. Dabei stellten mehrere Probanden spontan die Frage, ob das Formular komplett ausgefüllt werden soll. Diese Reaktion bestätigte die Annahme, dass das Formular viel zu lang ist. Die rechte Seite wurde wiederum nicht betrachtet und Fließtexte ohne Überschriften wurden erneut nicht gelesen.

Um das Bewerbungsformular erfolgreich auszufüllen, musste der Besucher unter anderem ein Passwort wählen. Die meisten der Probanden hatten damit große Probleme, da immer wieder eine Fehlermeldung auftrat, die nicht weiterhalf. Die Probanden bemängelten außerdem fehlende beziehungsweise schlecht zu erkennende Hinweise und Fehlermeldungen. Die Eyetrackingdaten und der Scanpfad (vgl. Abbildung 5.2-2) zeigen, dass der Proband die Stelle wiederholt

lang fixiert hat. Durch die insgesamt große Anzahl der Fixationen und Sakkaden wird deutlich, dass das Ausfüllen des Formulars einen großen Aufwands bedarf. Bestimmte Stellen im Formular wurden dabei relativ lang fixiert.

Stellenanzeigen per E-Mail erhalten

Bei dieser Funktion müssen die Besuchenden ihre E-Mail-Adresse hinterlassen, um anschließend Stellenanzeigen entsprechend ihrer Suchkriterien per E-Mail zu erhalten. Die meisten Probanden fanden diese Funktion sehr gut, hatten allerdings Probleme, diese auf der Webseite zu finden.

Weitere Erkenntnisse

Im Lauf der Untersuchung stellte sich heraus, dass die Suchfunktion intolerant ist. Kleine Abweichungen des Suchbegriffs wie zum Beispiel „Buchhalterin“ statt „Buchhalter“ führten zu keinen Treffern und somit zu einer Fehlerseite.

Daraus lassen sich zwei wichtige Empfehlungen ableiten: Auch Abweichungen des genauen Suchbegriffs sollten zu Ergebnissen führen und eine Fehlerseite sollte Möglichkeiten aufzeigen, um die Suche erfolgreich durchzuführen.

Bei der Nachbefragung wurden die Probanden außerdem zu der Lesbarkeit der Texte befragt. Dabei wurde erneut bemängelt, dass Überschriften fehlen. Außerdem empfanden die Probanden die Schriftgröße und den Kontrast der Schrift zum Hintergrund als zu gering.

Zusammenfassung

Die Beobachtung der Probanden im Test hat eindeutig gezeigt, dass Defizite in der Benutzerfreundlichkeit, eine Conversion verhindern können. Daraus folgt im Umkehrschluss, dass eine Verbesserung der Usability ebenso zu einer Steigerung der Conversionsrate führen kann.

Die Kombination der beiden Methoden bewährte sich auch in dieser Studie, und bei einer reinen Eyetrackinguntersuchung wäre die Forscherin gezwungen gewesen, Vermutungen über das Verhalten der Probanden anzustellen. Durch den Einsatz der „Think-aloud“-Methode erklärten einige der Probanden ihre Handlungen. Durch die Notizen der Forscherin während der Eyetrackinguntersuchung konnten in der darauf folgenden Nachbefragung gezielte Rück-

fragen gestellt werden. Aus diesem Grund ist es besonders wichtig, im Rahmen der Nachfragung auch offene Fragen zu stellen und den Fragebogen nicht vollständig zu strukturieren. Diese Vorgehensweise ermöglicht es, auf das Individuum einzugehen.

Darüber hinaus führte die Methodenkombination dazu, dass Antwortverzerrungen bei der Nachbefragung entgegengewirkt werden konnten. Viele der Probanden neigten im ersten Moment dazu, alles als positiv zu bewerten, obwohl sie teilweise große Probleme hatten. Durch die Beobachtung während der Eyetrackinguntersuchung konnte die Forscherin anschließend nachfragen, ob eine bestimmte Problematik, die erkennbar war, tatsächlich kein Störfaktor war. Ein erneutes Bekräftigen, dass Kritik erwünscht sei, verhalf dabei zu mehr Offenheit bei den Antworten.

Durch die vorangehende heuristische Analyse war es der Forscherin möglich, das Untersuchungsobjekt kennenzulernen und einen umfassenden Eindruck vom Webauftreten und das Unternehmensumfeld zu erhalten. Durch diesen kreativen Prozess war es möglich, gezielte Fragen für die Untersuchung zu ermitteln und manche Aspekte während der Untersuchung explizit zu hinterfragen. Vor diesem Hintergrund war die Versuchsführerin auch während der Unter-

suchung dazu in der Lage, nach manchen Aspekten explizit nachzufragen. Zahlreiche Annahmen, die auf der Analyse beruhen, konnten verifiziert werden. Durch die Eyetrackinguntersuchung und anschließende Nachbefragung unter den Probanden, die der Zielgruppe entsprachen, konnten insgesamt wertvolle Ideen gewonnen und Empfehlungen abgeleitet werden. Eine rein heuristische Analyse hätte nicht zu diesem Erkenntnisgewinn geführt.

Referenzen/References

- [1] Nielsen Jakob: Usability 101: Definition and Fundamentals: What, Why, How (Jakob Nielsen's Alertbox), <http://www.useit.com/alertbox/20030825.html>, abgerufen am 07.01.2010
- [2] Schiessl Michael, Duda Sabrina, Thölke Andreas, Fischer Rico: Eye tracking and its application in usability and media research, http://www.eye-square.com/fileadmin/docs/publications/user_experience/eye_square-eye_tracking_research_applications.pdf, abgerufen am 05.04.2010
- [3] Rötting Matthias, Seifert Katharina: ZMMS-Spektrum: Blickbewegungen in der Mensch-Maschine-Systemtechnik, Band 8, 1. Auflage, Sinzheim 1999

Logistik als Teilgebiet der BWL: Ein Streifzug durch 50 Jahre Ideengeschichte

Prof. Dr. rer. pol. Stefanie Müller

Fakultät Betriebswirtschaft und
Wirtschaftsingenieurwesen
Speditions-, Transport-, Verkehrslogistik

Campus Gengenbach

Klosterstraße 14

77723 Gengenbach

Tel. 07803 9698-4428

E-Mail: stefanie.mueller@hs-offenburg.de



1967: Geboren in Nürnberg

1986–1989: Ausbildung zur Speditionskauffrau

1989–2002: Verschiedene Tätigkeiten bei einer führenden deutschen Spedition (als Disponentin, Projektmanagerin, Abteilungsleiterin Großkundenbetreuung, Bereichsleiterin Customer Service)

1992–1997: Studium der Betriebswirtschaftslehre an der Universität Erlangen-Nürnberg

2003–2004: Promotion an der Universität Erlangen-Nürnberg

2004–2008: Tätigkeit als Senior Consultant bei der Fraunhofer-Arbeitsgruppe für Technologien in der Logistikdienstleistungswirtschaft (ATL) in Nürnberg

2008: Berufung an die Hochschule Offenburg auf die Stiftungsprofessur „Speditions-, Transport-, Verkehrslogistik“ der Georg-und-Maria-Dietrich-Logistik-Stiftung

seit 2010: Lehrbeauftragte an der Hochschule Offenburg

Forschungsgebiete: Management von Speditions- und Transportunternehmen, Performance Measurement in der Logistik, Anwendung modellbasierter Entscheidungsunterstützung in der Logistik

5.3 Logistik als Teilgebiet der BWL: Ein Streifzug durch 50 Jahre Ideengeschichte

Prof. Dr. rer. pol. Stefanie Müller

Abstract

Die Logistik als betriebswirtschaftliche Teildisziplin hat sich im Lauf der letzten Jahrzehnte sehr dynamisch entwickelt. Der folgende Beitrag wirft einen Blick auf wesentliche Impulse und Ideengeber und stellt in diesem Zusammenhang 15 Literaturbeiträge vor, die für die Ideengeschichte der Logistik wegweisend waren.

Logistik: 50 Jahre Erfolgsgeschichte

Die Logistik hat im letzten halben Jahrhundert Erfolgsgeschichte geschrieben: In Unternehmen wurden Versandabteilungen in Logistikabteilungen umbenannt, frühere Speditions- und Transportunternehmen bezeichnen sich heute als Logistikdienstleister und vormals verkehrswissenschaftlich oder transportwirtschaftlich ausgerichtete Forschungsinstitute forschen heute im breiteren Feld der Logistik. Angesichts dieser Entwicklungen kommt es nicht von ungefähr, dass die Logistik mit einem Umsatzvolumen von derzeit 210 Mrd. Euro pro Jahr einen der umfangreichsten und dynamischsten Sektoren der deutschen Wirtschaft ist. Vergleichbar sind allenfalls die Automobilindustrie oder das Gesundheitswesen.

Dabei ist die Logistik innerhalb der Wirtschaftswissenschaften ein relativ junges Forschungs- und Praxisfeld. Das Interesse an der betriebswirtschaftlichen Logis-

tik sowie die Gründung der ersten Lehrstühle und Forschungseinrichtungen gehen auf die 1960er und 1970er Jahre zurück.

Umso vielfältiger sind dagegen die Forschungsrichtungen und Felder, von denen die Logistik inhaltliche Impulse erhalten hat. Diese Ideengeschichte der Logistik in den letzten 50 Jahren will dieser Beitrag nachzeichnen. Er folgt dabei einer Reihe von bahnbrechenden Ideen, Impulsen und Beiträgen, die das moderne logistische Denken maßgeblich mitgeprägt haben.

Ideengeschichtliche Wurzeln der Logistik

Aufgabenstellungen des Transports und der Materialversorgung sind praktisch so alt wie die Menschheit. So können der Bau der Pyramiden oder Hannibals Alpenüberquerung als frühe „logistische Großprojekte“ gesehen werden. Der Begriff der Logistik taucht im frühen 19. Jahrhundert erstmals im militärischen Kontext auf. In seinem Werk „Abriss der Kriegskunst“ definierte der Schweizer General und Militärtheoretiker Antoine-Henri JOMINI (The Art of War. Translated from the French by Capt. G.H. Mendell and Lieut. W.P. Craighill, originally published by J.B. Lippincott, Philadelphia, 1862) die logistische Organisation von Truppen- und Materialbewegungen als eine wesentliche Aufgabe im Rahmen der Kriegsführung. Zunächst kaum beachtet, geht Jominis Werk nach seiner Übersetzung ins Englische als Standardwerk in den Lehrbetrieb amerikanischer Militärschulen ein.

Die beim US-Militär stattfindende Auseinandersetzung mit logistischen Fragestellungen erreicht während des 2. Weltkriegs und in den Jahren danach einen Höhepunkt. In seinem 1959 erschienen Aufsatz „Logistics – What is it?“ setzte sich der General der US-Navy Henry E. ECCLES (Logistics – What is it? Naval Research Logistics Quarterly, 1/1954, S. 5-15) erstmals umfassend mit Begriff und Wesen der Logistik auseinander, ordnete sie aber noch vollständig in einen militärischen Aufgabenbereich ein. Im Jahr darauf unternahm der Mathematiker und Wirtschaftswissenschaftler Oskar MORGENSTERN (Note on the Formulation of the Theory of Logistics, Naval Research Logistics Quarterly, 3/1955, S. 129–136) einen ersten Versuch, Logistik auch in einen wirtschaftswissenschaftlichen Kontext zu übertragen.

Ab etwa 1960 fanden logistische Fragestellungen und Lösungsansätze zunehmend Eingang in die BWL. Hauptimpulsgeber hierfür waren zwei amerikanische Aufsätze von Paul CONVERSE (The Other Half of Marketing, 26th Annual Boston Conference on Distribution, 1954, S. 310–314) und von Peter DRUCKER (The Economy's Dark Continent, Fortune, 4/1962, S. 265–270).

Beide lenkten erstmals die Aufmerksamkeit der Fachwelt auf die Tatsache, dass ein erheblicher Teil jedes Dollars, den die amerikanischen Konsumenten ausgeben, auf die physische Distribution von Gütern entfällt. Drucker wies bereits damals darauf hin, dass Distribution und Lieferservice weit über einfache Lager-, Transport- und Verpackungsfunktionen hinausgehen. Vielmehr sei eine ganzheitliche Perspektive nötig. Er zeigte damit – auch wenn er den Begriff Logistik noch nicht verwendete – ein Logistikverständnis, das unserem heutigen erstaunlich nahekommt.

Die Erkenntnis, dass mit einem Wandel von Verkäufer- zu Käufermärkten, wie er sich in den 1950er und 1960er Jahren in Amerika und Europa vollzog, Distribution und Lieferservice entscheidende Erfolgsfaktoren sind, bildete den Ausgangspunkt für ein rasch wachsendes Interesse an Logistik und eine rasante Entwicklung logistischer Methoden und Lösungsansätze, wie sie sich in den darauffolgenden Jahrzehnten vollzog.

Marketing, der Organisation oder der Personalwirtschaft – deren Selbstverständnis und Lösungsansätze relativ klar umrissen waren und sind, hat die Logistik einen Entwicklungsprozess mit mehreren Phasen durchlaufen. Vier solcher Entwicklungsphasen lassen sich identifizieren; diese Phasen und die bahnbrechenden Beiträge und Autoren innerhalb dieser Phasen sind in Abbildung 5.3-1 dargestellt. In jeder Phase wurde mit Logistik ein anderes Begriffsverständnis, eine andere Bedeutung verbunden. Auch haben sich die ange-

wandten Konzepte und Vorgehensweisen immer wieder gewandelt.

Erste Bedeutung. In einer ersten Phase (in den 1960er und frühen 1970er Jahren) verstand sich Logistik als das Management der betriebswirtschaftlichen Aktivitäten „Transportieren“, „Umschlagen“ und „Lagern“. Zur Identifizierung und Systematisierung dieser elementaren Transferaktivitäten hat vor allem der Vordenker der deutschen Logistik, Gösta B. IHDE, mit seinen frühen Arbeiten entscheidend beigetragen. Bei der Fokussierung auf diese Aktivitäten stand deren betriebswirtschaftlich-optimierte Gestaltung im Vordergrund. Insbesondere richtete sich das Interesse auf die Frage nach der Standardisierbarkeit und Industrialisierbarkeit solcher Aktivitäten. Ein früher Beitrag zur Industrialisierung von Dienstleistungen entstand 1972 und stammte von dem renommierten Marketing-Professor Theodore LEVITT von der Harvard-Universität. In diesem Aufsatz „Production-line Approach to Service“ zeigte Levitt Möglichkeiten auf, um (an sich individuelle und variable) Dienstleistungen unter Anwendung von industriellen Prinzipien wie Standardisierung und Automatisierung kosteneffizienter durchzuführen. Viele dieser Möglichkeiten sind auch für Logistik und logistische Leistungen anwendbar und haben der Diskussion um das Management solcher Leistungen wesentliche Impulse gegeben.

Zweite Bedeutung. In den 1970er und 1980er Jahren veränderten sich auch das Verständnis und die Ziele von Logistik. Die relativ enge Begriffsauslegung eines

(isolierten) Managements von Transport-, Umschlag- und Lageraktivitäten erweiterte sich zu einer aktivitätenübergreifenden Sicht auf die Logistik, bei der die Optimierungspotenziale vor allem in den Schnittstellen zwischen Aktivitäten und in der Gestaltung ganzer Prozessketten gesehen wurde. Nicht mehr die einzelne Aktivität, sondern eine koordinierte, übergreifende Gestaltung ganzer Prozessketten stand im Mittelpunkt des Interesses; dabei auch die Frage, wie Aktivitäten und Prozesse ineinandergreifen und Systeme als Ganzes sich verhalten. In diesem Zusammenhang interessierte es auch, welche Aufgaben innerhalb und welche außerhalb einer Organisation durchgeführt werden sollen; ferner, welcher Komplexitätsgrad für eine Organisation angemessen ist.

In dieser Perspektive erhielt die Logistik Anstöße unter anderem von der Organisationstheorie. Ein sehr früher Ideengeber in dieser Richtung war Fritz NORDSIECK, der schon 1934 in seinen organisationstheoretischen Überlegungen feststellte, dass sich Leistungserstellung in Unternehmen nicht nur in Strukturen, sondern auch in Prozessen vollzieht und der damit das „Prozessdenken“ in der Logistik schon Jahrzehnte, bevor dies in den 1980er Jahren in Mode kam, einführte. Mit Fragen des Aufbaus und der Strukturierung von Systemen befasste sich auch Herbert SIMON, Systemtheoretiker und späterer Nobelpreisträger, in seinem wegweisenden Aufsatz „The Architecture of Complexity“ von 1962. Ihn interessierte dabei vor allem, wie in immer umfangreicher werdenden Systemen die Komplexität ge-

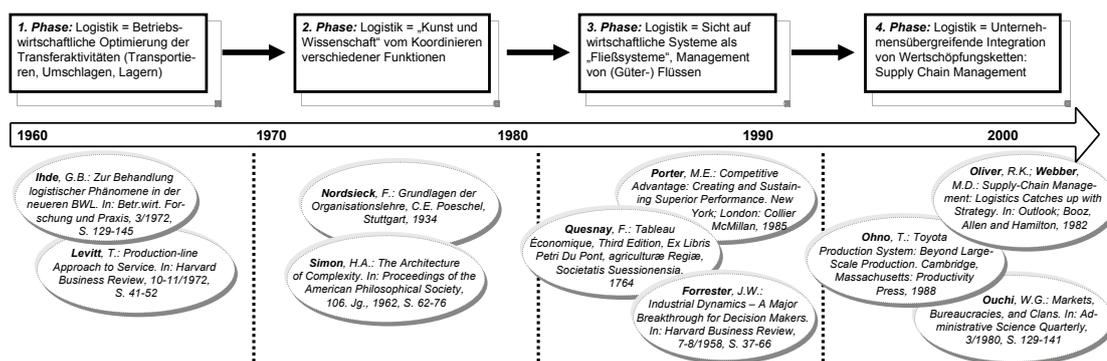


Abb. 5.3-1: Evolution des Logistikverständnisses in vier Phasen

messen und beherrscht werden kann – auch dies Überlegungen, die in unserer heutigen Zeit wirtschaftlicher Konzentration und großer Konzerne wichtiger als je zuvor sind.

Dritte Bedeutung. Ab der zweiten Hälfte der 1980er Jahre, unter dem Eindruck von Michael E. PORTERS bahnbrechendem Modell der „Wertschöpfungskette“ und einer zunehmenden Bedeutung des Prozessmanagements, entwickelte sich ein drittes Begriffsverständnis von Logistik. Die Grundlage dieses Verständnisses bildet eine spezifische Sichtweise wirtschaftlicher Phänomene und Zusammenhänge als Flüsse von Objekten durch Prozessketten und -netzwerke. In diesem Verständnis von wirtschaftlichen Systemen als „Objektflüsse durch Ressourcennetzwerke“ stehen die Abhängigkeiten und die Interaktionen der einzelnen Elemente eines solchen Netzwerks im Fokus; ferner die Frage nach Robustheit und Adaptionsfähigkeit solcher Systeme. Eine solche Auffassung wirtschaftlicher Zusammenhänge als „Fließsysteme“ ist beileibe nicht neu: Bereits im 18. Jahrhundert interpretierte der französische Arzt und Ökonom François QUESNAY in seinem „Tableau Économique“ wirtschaftliche Prozesse als ein Geflecht vernetzter Zusammenhänge, in dem verschiedene wirtschaftliche Akteure in bestimmter Weise interagieren. 200 Jahre später untersuchte der Amerikaner Jay W. FORRESTER in seinen kybernetischen Studien Wirkungsketten und Abhängigkeiten in komplexen, dynamischen Systemen und wies in Simulationen Aufschaukelungseffekte nach, wie sie für solche Systeme typisch sind. Heute spricht man – dies schon Teil der vierten Bedeutung – vom so genannten Bullwhip-Effekt, dessen Verringerung sich einige Forscher im Bereich großer Wertschöpfungsketten – vor allem durch Informationslogistik – zum Ziel gesetzt haben.

Vierte Bedeutung. Das heutige weiteste Verständnis von Logistik geht über das Management unternehmensinterner Güterflüsse und Wertschöpfungsprozesse hinaus und beinhaltet auch eine unternehmensübergreifende Sicht im Sinn eines „Supply Chain Management“. Begriff und Konzept des Supply Chain Management stammen, anders als viele andere Impulse, die die Logistik im Lauf

der Zeit erhalten hat, aus einer praxisorientierten Richtung. Im Jahr 1992 erschien ein Artikel der beiden Booz Allen & Hamilton-Berater R. Keith OLIVER und Michael D. WEBBER mit dem Titel „Supply Chain Management: Logistics Catches up with Strategy“, in dem der Begriff geprägt und auf die Notwendigkeit, Güter- und Materialströme nicht an den Grenzen von Unternehmen enden zu lassen, hingewiesen wurde. In dieselbe Richtung eines unternehmensübergreifenden Managements der Materialversorgung gehen auch die Überlegungen von Taiichi OHNO, dessen „Toyota-Produktionssystem“ seit den 1970er Jahren die Automobilwirtschaft durch möglichst verschwundungsfreie Ausrichtung aller Prozesse am Kunden revolutionierte. Jedoch nicht nur Beiträge und Denker, die direkt mit Logistik und Materialwirtschaft zu tun hatten, waren und sind in dieser vierten Bedeutung der Logistik von Relevanz. Auch der Personal- und Organisationswissenschaftler William OUCHI, der in seinem Aufsatz „Markets, Bureaucracies, and Clans“ untersuchte, nach welchen Prinzipien und Gesetzmäßigkeiten Organisationen miteinander interagieren, gab und gibt der konzeptionellen Entwicklung der Logistik Nahrung. In unserer heutigen Welt virtueller Netze und sich auflösender traditioneller Organisationsbeziehungen sind solche Überlegungen aktueller denn je.

Logistik: eine Disziplin mit vielfältigen Wurzeln

Die vorangegangenen Kapitel haben einen Streifzug durch die Ideengeschichte der Logistik unternommen und ist dabei einigen wichtigen Vordenkern, Ideengebern und Autoren begegnet. Der Zeitraum, in den das Schaffen dieser Personen fällt, ist dabei ungleich länger als der Entwicklungszeitraum der Logistik: Während sich die Logistik als betriebswirtschaftliche Disziplin erst seit den 1960er Jahren entwickelt hat, reichen die hier angesprochenen Werke bis zurück ins 18. und 19. Jahrhundert.

Zur heutigen Logistik beigetragen haben Ideen und Konzepte aus verschiedenen Ländern und Kontinenten. Wenngleich sich – wie erwartet – viele amerikanische Beiträge finden (Logistik ist schließlich eine Disziplin, die ihren Ursprung in den USA hat), so sind doch auch in Frankreich, Großbritannien, Deutsch-

land, Japan und anderen Ländern Ansätze entwickelt worden, die für die moderne Logistik wichtig geworden sind.

Das Spektrum der Felder und Disziplinen, von denen die Logistik Anregungen bezogen hat, ist vielfältig. Es reicht von Marketing und Organisationstheorie über Volkswirtschaftslehre bis hin zu Mathematik, Psychologie und Philosophie.

Dem überwiegenden Teil der hier zitierten Autoren läge es fern, sich selbst als Logistiker zu sehen. Gleichwohl haben sie mit ihren schöpferischen Leistungen, deren bahnbrechende Wirkung oftmals erst sehr viel später erkannt wurde, die Logistik zu dem gemacht, was sie heute ist.

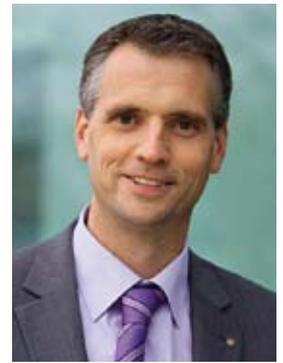
Dieser Beitrag stellt in zusammenfassender Weise ein Buchprojekt dar: In dem Band „Logistics Classics – Essays Pioneering the Discipline of Logistics“ (Herausgeber: Stefanie Müller, Peter Klaus), werden die auf den vorangegangenen Seiten erwähnten Aufsätze im Original abgedruckt. Das Buch erscheint im Lauf des Jahres 2011 in englischer Sprache im Springer-Verlag.

Social Media als Herausforderung und Chance für Medienunternehmen und -marken

Prof. Dr. Thomas Breyer-Mayländer

Prorektor Marketing
und Organisationsentwicklung

Badstraße 24
77652 Offenburg
Tel. 0781 205-134
E-Mail: breyer-maylaender@
hs-offenburg.de



1971: geboren in Stuttgart

Studium Verlagswirtschaft und Verlagsherstellung an der Hochschule für Druck und Medien, Stuttgart: Dipl.-Wirt.-Ing. (FH), Aufbau-studium Informationswissenschaft an der Universität Konstanz: Dipl.-Inf. Wiss., Promotion bei Prof. Dr. Jürgen Heinrich im Bereich Medienökonomie des Instituts für Journalistik der Universität Dortmund (Dr. phil.), Berater beim Aufbau eines Online-Dienstes im Auftrag eines großen deutschen Zeitschriftenverlags, Referent beim Bundesverband Deutscher Zeitungsverleger (BDZV), Bonn, zunächst zuständig für die Bereiche Betriebswirtschaft/Vertrieb, anschließend Referent für Multimedia, in dieser Zeit auch Geschäftsführer der Online-Media-Daten-Bank (OMDB) Betriebsgesellschaft, Geschäftsführer der Zeitungs-Marketing-Gesellschaft (ZMG), Frankfurt am Main, der zentralen Marketingorganisation der deutschen Zeitungsverlage

2001: Professor für Medienmanagement in der Fakultät „Medien und Informationswesen“ an der Hochschule Offenburg

Seit 2002: Mitglied des Instituts für Angewandte Forschung (IAF) der Hochschule Offenburg

2002–2006: Leiter des Studiengangs Medien und Informationswesen

2006–2007: Prodekan der Fakultät

2007–2010: Dekan der Fakultät M+I

seit 2010: Prorektor für Marketing und Organisationsentwicklung

Professor Breyer-Mayländer ist Mitglied in unterschiedlichen Gremien der Wirtschaft und Wissenschaft, z.B.: Mitglied im Aufsichtsrat eines Buchverlags, Mitglied im Kuratorium der Stiftervereinigung der deutschen Presse und Mitglied des Beirates (jule: Junge Leser)

Forschungsgebiete: Medienbetriebslehre, Medienmanagement, Unternehmenskommunikation, Organisationsstrukturen und Geschäftsmodelle im Mediensektor, Analyse von Off- und Online-Medien

Zahlreiche Veröffentlichungen zum Themenbereich Medien und Managementen

5.4 Social Media als Herausforderung und Chance für Medienunternehmen und -marken

Prof. Dr. Thomas Breyer-Mayländer

Abstract

Social Media platforms are one of the most important fields of growth for traditional media companies. The TV stations and publishers have to redefine topics like editorial content, journalism and they also have to accept the transformation of business models and the need for new investment and brand strategies.

Social Media ist für viele Medienunternehmen eine Möglichkeit, neue Zielgruppen zu erreichen und die Kundenbindung für etablierte Produkte und Marken zu erhöhen. Die Ausweitung der bestehenden Aktivitäten auf neue Beteiligungen im Segment Social Media ist eine strategische Option zur Weiterentwicklung etablierter Medienhäuser.

Social Media scheint inzwischen zum Allgemeingut in der Kommunikationsbranche geworden zu sein. Werbekunden aus dem Investitionsgüterbereich suchen mittlerweile Führungskräfte mit „Social-Media-Kompetenz“ in ihren Stellenanzeigen. Dennoch ist das Thema für Medienunternehmen von besonderer Bedeutung. Es geht dabei nicht nur um den Versuch, mit neuen Geschäftsfeldern den Umsatzrückgang im Kerngeschäft zu kompensieren, sondern um die Frage, wie entwicklungsfähig die eigenen Unternehmen, Produkte und Marken sind.

Social Media statt Journalismus?

Das Social Web ist dabei kein grundsätzlich anderes Geschäftsfeld als das sich stets weiterentwickelnde Internet. Beim Social Web wechseln vor allem die Rollen: Aus Verbrauchern und Konsumenten werden an anderer Stelle Anbieter. Alle Akteure können das Web aktiv gestalten (Erstellung persönlicher Profile oder der eigene Videofilm). So werden User zu Internet-Produzenten oder auch Prosumer (von Produzent und Konsument) bzw. Prosumer (producer and consumer) genannt.

Eine hoffnungsvolle Zielsetzung beim Schritt der Medienunternehmen in den Internet-Markt war der Claim „Content is King“, aber im Zuge des Aufkommens von Social Media geht es um die Frage, ob dies auch für „user generated“-Content gilt. Die selbst erstellten Inhalte der Nutzer und Online-Communities haben eine hohe Relevanz für das Social Web.

Hier haben wir dann auch schon die erste Funktion, die das Social Web mit klassischen Medien verbindet. Die Einbindung von Lesern, Zuschauern und Usern, z. B. auch in den redaktionellen Teil einer Zeitung oder Zeitschrift, kann mit den neuen Methoden auch jenseits der Leserbriefe erfolgen.

Der Drang zur Selbstdarstellung und zur Positionierung über die Anerkennung anderer wird dabei nicht nur im Internet auf den einschlägigen Plattformen bedient, sondern kann auch in den klassischen Massenmedien Anwendung finden. Die Kaufzeitung „Bild“ hat dies bereits seit einigen Jahren in nicht unumstrittener Form mit den Leserreportern etabliert.

Relevanz der klassischen Redaktion im Online-Markt?

Die Online-Statistik scheint somit den Medienunternehmen nahe zu legen, dass das Ende der redaktionellen Relevanz begonnen hat. Social Media und „user generated“-Content gewinnen an Bedeutung, Fahrt und Reichweite und für die Zeitungen, Zeitschriften, Radio- und TV-Sender ist es ein zunehmend hartes Geschäft, über die Monetarisierung der eigenen redaktionellen Kernkompetenzen nachzudenken [3]. Die Freemium-Modelle, bei denen ein Teil der Inhalte kostenlos im Netz und besonders wichtige und exklusive Inhalte kostenpflichtig online angeboten werden, können sich nur schwer durchsetzen.

Blick auf die Plattformen

Neben Communities für undifferenzierte Zielgruppen wie StudiVZ und Facebook haben sich vor allem regionale Plattformen und Angebote mit klarer Themenfokussierung (Business, Filme, vegane Ernährung etc.) etabliert. Entsprechend dieser Erfahrungen sind auch die Entwicklungen im Mediensektor zu sehen. Dabei sind die meisten dezidierten Social-Web-Produkte der Medienhäuser durch ein gezieltes Investment und nicht durch Eigenentwicklung entstanden, da man erkannt hat, dass es sich überwiegend um Produkte handelt, die keine enge Anbindung an den Printtitel erfordern oder gestatten und die Entwicklungszeit knapp kalkuliert werden muss, da die Produkte und Plattformen nur kurze Lebenszyklen haben. Hubert Burda Media beispielsweise hat mit Plattformen wie holiday-check oder Xing über diese Investmentstrategie den Bereich der lukrativen digitalen Geschäftsfelder erweitert und abgesichert.

Aber auch regionale Medienhäuser haben diese Investmentstrategie verfolgt. Der Verlag der „Neuen Osnabrücker Zeitung“ kam über die Beteiligung am lokalen Player „OSCommunity“ dazu, sich als Gesellschafter bei „Stay Blue“ nun auch bundesweit mit eventorientierten Plattformen für junge Zielgruppen zu engagieren. Weg von der lokalen Orientierung ging das Kölner Verlags- haus M. DuMont Schauberg, das mit Lizzynet eine Plattform für Mädchen und junge Frauen als Beteiligung übernahm. Andere wiederum setzen klar auf die lokale Karte. Die Verlagsgesellschaft

Madsack, Hannover hat über die Tochtergesellschaft Madsack MediaLab eine Beteiligung an „myheimat.de“ übernommen und damit die lokale und regionale Kompetenz der klassischen Geschäftsfelder auch bei den Social Web-Investments berücksichtigt.

User Generated Content unter der eigenen Redaktionsmarke

Für die etablierten Medienmarken stellt sich damit auch die Frage, wie stark sich das eigene print-nahe Online-Angebot in die Social-Web-Welle integrieren lässt. Die Einbindung von „user generated“-Content haben ja Marken wie „Focus“ aus dem Bereich der Publikumszeitschriften schon getestet. Sehr weit ging die Tageszeitung „Die Welt“, die eine experimentelle Version des Printprodukts herausgebracht hatte, das von Bloggern erstellt wurde.

Das bedeutet, dass selbst traditionelle Marken, die in erster Linie von der Glaubwürdigkeit und Verlässlichkeit leben, unterschiedliche Möglichkeiten haben, vom Wachstum mit Social Media zu profitieren. Da die amerikanische Online-Zeitung „Huffington Post“ seit Mitte 2010 mehr externe Zugriffe über Facebook als über Google erhält, bleibt für eine zukunftsorientierte Strategie keine Möglichkeit, den Trend zu ignorieren. Welche Möglichkeiten es für etablierte Medienmarken gibt, diesen Trend zu nutzen, zeigt die Abbildung 5.4-2 am Beispiel einer Analyse der Zeitungsbranche [4].

Einen aktuellen Überblick über eingesetzte Features im Rahmen der Social-Media-Aktivitäten von Zeitungsverlagen gibt die Übersichtsdarstellung des Bundesverbands Deutscher Zeitungsverleger (BDZV) unter: http://www.bdzv.de/social_media.html.

Voraussetzung für die Nutzung aller Möglichkeiten ist eine rechtzeitige strategische Weichenstellung von oben. Die „Rhein-Zeitung“ in Koblenz hat in einer sehr frühen Phase mit einem eigenen Aufgabenbereich Social Media in der Redaktionsleitung Strukturen geschaffen, mit denen sich Twitter, Facebook und Co. als Weg zum Leser nutzen lassen. Dennoch erreichen die deutschen Zeitungsverlage ihre Leser und User nur sehr spärlich über die neuen Wege.

Social Media und Mobile Media

Die nächste Stufe der Herausforderung für die Medienbranche ist der richtige Umgang mit mobile devices, insbesondere den freizeitorientierten Tablet-PCs im Stil der I-Pads, WeTabs oder Smart-Pads. Hier gibt es mit Produkten wie Quipe oder den Apps von „meinestadt.de“ bereits einige Produkte, die Social und Mobile Media zu einem sinnvollen Ganzen verbinden. Denn klassische Location Based Services, bei denen der Kontext über eine lokale Einordnung des User-Standorts entsteht, eignen sich hervorragend für die Entwicklung von Social Media. Wenn beim abendlichen Ausgehen nicht nur das Programm der Kinos, Kneipen und Diskotheken verfügbar ist, sondern direkt auch die Verknüpfung mit dem eigenen sozialen Netzwerk möglich wird, wird der Nutzwert von Service-Angeboten deutlich gesteigert und diese Produkte lassen sich insbesondere in den Lifestyle der aktiven Generation im Alter zwischen 25 und 40 Jahren integrieren. Die Kombination mit dem mobilen Geschäft ist ohnehin für alle Mediengattungen Pflicht, da spätestens ab 2014 die Mehrzahl der Nutzungsvorgänge im Internet von mobilen Endgeräten (Smartphones, Casual Devices etc.) erfolgen wird und damit die Nutzung über Notebooks und Desktop-Rechner in den Schatten stellt.

Referenzen/References

- [1] Jarvis Jeff: „Staatshilfe für Verlage? So eine Idee ist absurd“, Interview mit Spiegel-Online, Hamburg (05.05.2009)
- [2] Haller Michael: „Die Zukunft der Zeitung hat schon begonnen“, Institut für praktische Journalismusforschung Universität Leipzig, AVS Forum Kundenmanagement 2010 (01.12.2010)
- [3] vgl. Todt Tanja: „Entwicklung und Umsetzung einer Social-Media-Strategie am Beispiel des deutschen Free-TV-Markts“, Bachelorarbeit Hochschule Offenburg, (30.09.2010)
- [4] vgl. Breyer-Mayländer, Thomas: „Wieviel Social Media braucht die Zeitungsbranche?“, New Business Report Regionale Tageszeitungen September 2010, S. 43 – 46

Zur externen Validität der eignungsdiagnostischen Forschung

Prof. Dr. rer. pol. Arnulf Weuster
Fakultät Betriebswirtschaft und
Wirtschaftsingenieurwesen (B+W)

Campus Gengenbach
Klosterstraße 14
77723 Gengenbach
Tel.: 07803 9698-44 17
E-Mail: weuster@hs-offenburg.de

1947: Geboren in Oberhausen/Rheinland
Ausbildung zum Industriekaufmann
1972: Diplom-Betriebswirt, Fachhochschule Niederrhein
1976: Diplom-Volkswirt, Universität Köln
1979: Promotion über Konsumgenossenschaftsentwicklung
1978–1982: tätig im Personalmanagement
der Philips GmbH in Hamburg
1982: Professor an der Hochschule Offenburg für Personalwirtschaft, Führungslehre und Organisation



Forschungsgebiete: personale Eignungsdiagnostik, Arbeitszeugnisse, Referenzen

5.5 Zur externen Validität der eignungsdiagnostischen Forschung

Prof. Dr. rer. pol. Arnulf Weuster

Abstract

In personnel selection research prevail laboratory studies. Probands are often students in sometimes highly artificial conditions. What are the practical benefits of the research findings? Can practitioners use the results for increasing the validity of their selection procedures?

Feld- und Laborforschung

Eine Feldforschung in der Art, dass Entscheidungsträger und Bewerber ohne ihre Kenntnis beobachtet und die Beobachtungsergebnisse ausgewertet wurden, existiert nicht. Hier gibt es neben praktischen Schwierigkeiten auch rechtliche und moralisch-ethische Forschungsgrenzen. Ethische Bedenken bestehen ebenso gegen eine experimentell unterschiedliche Behandlung realer Bewerber. Auch eine begleitende Feldforschung zu realen Auswahlverfahren in der Praxis, zum Beispiel durch den intensiven Einbezug von Forschern, durch offensichtliche Tonbandaufnahmen oder Videoaufnahmen von Live-Gesprächen oder durch die stumme oder teilnehmende Beobachtung der Akteure durch Forscher kommt, außer bei Campusinterviews, nicht oft vor.

Ein Problem von Feldstudien ist, dass hier eine Vielfalt von Einflussfaktoren wirkt, die kaum vollkommen kontrolliert werden kann. Auch muss angemerkt werden, dass durch eine begleitende Feldforschung sehr wahrscheinlich das Verhalten der Teilnehmer beeinflusst würde. Sie wäre eine reaktive Forschungsmethode.

Die Feldforschung zeigt, was Entscheidungsträger der Personalauswahl, die zur Kooperation mit Forschern bereit sind, tun, wenn sie beobachtet werden. Schließlich sei angemerkt, dass Feldstudien oft nur ein einzelnes Auswahlinstrument in einem oder in wenigen Unternehmen zu einem bestimmten Zeitpunkt betreffen und die gewonnenen Ergebnisse daher nur mit großer Vorsicht generalisiert werden können.

In der Forschung dominieren Laboruntersuchungen, was die Frage nach ihrer externen Validität, also nach der Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die Auswahl in der Realität aufwirft. Aus Laborergebnissen kann man nur mit Vorsicht Empfehlungen für das praktische Handeln herleiten. Das Problem der Reaktivität der Forschungsmethode (geändertes Verhalten im Experiment) versucht man bei Laboruntersuchungen dadurch in den Griff zu bekommen, dass man die Versuchspersonen über ihre Rolle im Experiment informiert, ihnen andere als die wirklichen Forschungsziele nennt oder ihnen erzählt, es gehe erst um eine Pilotstudie.

Paper-and-Pencil-Ansatz

Viele Laboruntersuchungen erfolgen als sogenannte Paper-and-Pencil-Verfahren. Hierbei werden die Untersuchungen mithilfe konstruierter schriftlicher Unterlagen durchgeführt. Dieser Ansatz ist berechtigt, wenn es um Untersuchungen zur Vorauswahl geht. Doch selbst hier gibt es Probleme. So werden Untersuchungen zum Lebenslauf oft mit sogenannten Profil-Lebensläufen durchgeführt. Dies sind knappe Lebensläufe mit verdichteten Angaben (z. B. Berufserfahrung = gut). Die Ergebnisse der Analyse solcher Profil-Lebensläufe weichen er-

heblich von der Analyse realer Lebensläufe ab. Gründe dafür sind unter anderem, dass reale Lebensläufe umfangreicher sind, irrelevante Angaben enthalten sowie unterschiedlich geordnet und unübersichtlicher sind.

Auch Untersuchungen zum Auswahlgespräch (Interview) und zur Endauswahl erfolgen oft nur mit schriftlichen Materialien. Diese Unterlagen sind Interview-Transkripts, knappe Frage-Antwort-Protokolle oder manchmal nur die stichwortartigen Notizen eines Interviewers. Eine seltenere Variante der Forschung besteht in Postkorbstudien, bei denen eignungsdiagnostische Aufgaben neben anderen Problemen in einem Eingangspostkorb enthalten sind, den die Versuchspersonen bearbeiten müssen. Auch Untersuchungen, bei denen die Probanden Einstellentscheidungen allein auf der Basis von Vornamen oder Fotos treffen, gibt es. Das Papier-Personen-Design erlaubt zwar eine bessere Kontrolle der unabhängigen Variablen (z. B. durch Ausschluss nonverbaler Einflussgrößen), bedeutet zugleich aber eine Entfernung von der Realität, da in diesen artifiziellen Szenarien die als Interviewer fungierenden Probanden nicht interviewen und die Bewerber sich nicht face-to-face bewerben.

In manchen Untersuchungen mag die Präsentation von Bewerberbeschreibungen sinnvoll sein, zum Beispiel, wenn die Bewerber in wiederholten „Interviews“ unverändert bleiben sollen, also Lerneffekte bei den Bewerbern ausgeschlossen werden sollen.

Auch ist dieser Forschungsansatz oft leichter durchführbar und mit geringeren Kosten verbunden als die Produktion von Filmen oder von Computersimulationen und deren späterer Einsatz in Experimenten. Der Verzicht auf den Paper-and-Pencil-Ansatz käme demnach nicht selten einem Verzicht auf experimentelle Forschung gleich. Der Vergleich von Paper-and-Pencil-Tests mit „realen“ Simulationsinterviews mit „live applicants“ im Labor zeigt allerdings, dass diese Testweisen zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können.

Schließlich sei angemerkt, dass in der Forschung ganz überwiegend von externen, den Entscheidungsträgern zuvor unbekanntem Bewerbern ausgegangen wird (stranger-to-stranger situation). Viele Bewerbungs- und Auswahlverfahren in der Praxis betreffen aber ausschließlich oder zusätzlich interne Bewerber, was für beide Seiten eine wesentlich andere Motivations- und Informationsbasis bedeutet. Demnach können Forschungsergebnisse zu externen Bewerbern nicht ohne weiteres auf interne Bewerber übertragen werden.

Geringe Involviertheit

Für alle Laborexperimente, auch für Rollenspiel-Interviews (mock interviews), gilt, dass den Teilnehmern die Involviertheit fehlt. Sie simulieren Interviewer und Bewerber. Es fehlt der Realitäts- und Erfolgsdruck, der in der Praxis auf Bewerbern und betrieblichen Entscheidungsträgern lastet. Es fehlt die starke Erfolgsmotivation, die reale Bewerber bei attraktiven Stellen haben. Fehlentscheidungen im Labor produzieren weder Kosten und Alternativenverzicht noch zeitigen sie wirkliche Rechenschaftspflichten und persönliche Konsequenzen für die Entscheidungsträger. Laborsituationen sind folgenlose low investment situations für die Teilnehmer. Allerdings werden manchmal kleine Geldpreise als Anreiz für ein zielstrebiges Verhalten ausgesetzt oder eine Wettbewerbsstimmung erzeugt.

Es fehlt bei der experimentellen Personalauswahl in der Regel auch der gesamte Lebenshintergrund, also die Eingebundenheit der betrieblichen Entscheidungsträger in einen organisatorischen Kontext und in ein Aufgabenbündel. Suche, Eignungsdiagnose und Auswahl erfolgen in der Realität oft vor, zwischen und nach

anderen wichtigen Aufgaben. Dies führt dazu, dass wider besseres Wissen auf eine gründliche Eignungsdiagnose verzichtet wird. Bei den Probanden in der Bewerberrolle wiederum fehlt die soziale Einbettung und Verankerung in den gesamten Lebenszusammenhang und Lebensentwurf. Oft wird in Experimenten die Organisation, für die die Personalauswahl stattfinden soll, nur vage mit einem Stichwort wie „Großunternehmen“ oder „Company X“ oder gar nicht angedeutet. Verständlicherweise werden auch langfristige Arbeitsweltänderungen, die Arbeitsmarktlage, die demografische Entwicklung und rechtliche Änderungen nicht thematisiert.

Ein weiterer Aspekt der Involviertheit ist, dass die Ergebnisse oft mit Versuchspersonen gewonnen werden, die Videofilme von kurzen Vorstellungsgesprächen sehen. Diese passiven Zuschauer nehmen dann Bewertungen vor und geben Empfehlungen zur Einstellung und zur Einkommenshöhe, ohne mit den Bewerbern unmittelbar zu interagieren. Auch insofern stellt sich die Frage, ob diese Entscheidungen von Zuschauern denen realer, aktiver Entscheidungsträger entsprechen.

Studenten als Versuchspersonen

Ein Problem für die Generalisierbarkeit von eignungsdiagnostischen Forschungsergebnissen ist darin zu sehen, dass in ihnen überwiegend Studenten als Probanden dienen. Häufig handelt es sich um Studenten des zweiten Studienjahrs (sophomores). In diesem Sinn sind Studenten bzw. Absolventen ein überstudiertes Segment des Arbeitsmarkts. Eine weitere überstudierte Gruppe sind Hochschulrekruten. Man muss aber zugeben, dass es für Forscher schwierig bis unmöglich ist, eine größere Anzahl von Praktikern für Laborstudien zu versammeln.

Einschlägige Untersuchungen zeigen signifikante und wichtige Differenzen in den Ergebnissen von studentischen und nichtstudentischen Probanden. Es bestehen also Probleme, mit nichtstudentischen Versuchspersonen die Verhaltensphänomene zu reproduzieren, die mit studentischen Versuchspersonen gewonnen wurden. Da in den Studien aber auch viele Verhaltensähnlichkeiten festgestellt wurden, wäre es wohl überzogen, von einer völligen Unterschiedlichkeit im Verhalten von Studenten und Nichtstudenten auszugehen.

Die Frage, ob die mit Studenten gewonnenen eignungsdiagnostischen Ergebnisse verallgemeinert werden können, also externe Validität besitzen, wird in der Literatur aufgrund gemischter Ergebnisse kontrovers diskutiert. Speziell bei der Untersuchung des Einflusses des Alters von Bewerbern auf Bewertungen und auf Einstellentscheidungen haben sich Unterschiede zwischen den Entscheidungen von Studenten (jüngeren, wenig Erfahrung) und den Entscheidungen von Managern (Älteren) gezeigt. In neuerer Zeit wird kritisch gefragt, ob die mithilfe von studentischen Versuchspersonen gewonnenen Ergebnisse zum Einsatz neuer Techniken (Internet, computer-basierte Tests) bei der Personalsuche und der Personalauswahl auf andere Gruppen übertragen werden können.

Studenten und Absolventen stellen durch die Kombination von guter Ausbildung und geringer Berufserfahrung einen eigenen Bewerbertyp dar. Es handelt sich bei studentischen Versuchspersonen aber nicht immer um beruflich unerfahrene Personen. Man muss unterscheiden zwischen Undergraduates im Bachelor-Studium und Graduates im Master-Studium. Oft verlassen Studierende in Ländern mit hohen Studiengebühren nach Erwerb des Bachelor-Grads zunächst die Hochschule. Sie kehren dann nach einiger Zeit mit Berufserfahrung zu einem Master-Studium zurück bzw. betreiben dieses nebenberuflich als Teilzeitstudium.

Als ein möglicher Grund für Verhaltensunterschiede zwischen Studenten und Nichtstudenten ist die Vertrautheit mit der Aufgabe zu nennen, die im Experiment untersucht wird. Demnach sind in eignungsdiagnostischen Untersuchungen Unterschiede wahrscheinlich, wenn es um die Personalauswahl für qualifizierte Positionen (z.B. Führungsfunktionen) geht, deren Inhalte und Anforderungen Studenten kaum kennen. Keine Unterschiede treten in Studien auf, in denen es um weithin bekannte oder gut vorstellbare Tätigkeiten wie zum Beispiel Taxifahren geht.

Allgemeine Verhaltensweisen: Man kann vermuten, dass Studenten dann als Ersatz für Bewerber oder Entscheidungsträger in Frage kommen, wenn allgemeine Verhaltensweisen wie zum Beispiel Blickkontakt oder die Wirkung von Bewerberfotos oder

die Besetzung von Jedermann-Arbeitsplätzen untersucht werden. So zeigen Untersuchungen zum Attraktivitätseffekt bei Bewerberpersonen keine signifikante Differenz zwischen Studenten und Praktikern. Unterschiede sind zu erwarten, wenn es um die Ausübung einer Interviewer- und Entscheiderrolle bei der Besetzung spezieller Positionen geht. Hier dürften Studenten, die oft noch nie an einer Personalauswahl teilnahmen, oft nicht oder kaum in den Techniken der Personalauswahl geschult wurden, oft noch nie in einem Unternehmen verantwortlich tätig waren und oft auch die der Auswahl zugrunde liegende Tätigkeit nicht kennen, überfordert sein. Jeder, der erstmalig die Interviewerrolle wahrnehmen musste, weiß, wie schwierig allein eine souveräne und flüssige Gesprächsführung ist.

Abschließend sei angemerkt: Auch nichtstudentische Versuchsgruppen sind oft nicht repräsentativ. So agieren als professionelle Entscheidungsträger der Personalauswahl in Experimenten häufig Hochschulrekruter, die an der endgültigen Einstellentscheidung in den Unternehmen aber nicht mehr vorrangig beteiligt sind, sowie Teilnehmer von universitären Weiterbildungskursen. In Studien zu Bewerberreaktionen sind neben Studenten insbesondere Bewerber und Arbeitnehmer des öffentlichen Dienstes (Polizisten, Feuerwehrleute) sowie Zeit- und Saisonarbeitnehmer vertreten, während Bewerber in der Privatwirtschaft, Hochqualifizierte und Ältere unterrepräsentiert sind. Bedenkt man, dass ein großer Teil der Arbeitnehmer in kleinen und mittleren Unternehmen ohne Personalabteilung tätig ist und dort vom Inhaber, von Linienvorgesetzten oder Vor-Ort-Managern interviewt und ausgewählt wird, und bedenkt man weiterhin, dass auch viele Fachvorgesetzte in Großunternehmen nur sporadisch Bewerber interviewen und auswählen, so wird deutlich, dass die sogenannten professionellen Interviewer nur einen Teil der Interviewer ausmachen. Viele Interviewer in der Praxis sind Laien-Interviewer. Auch Personalleiter haben neben der Personalbeschaffung vielfältige andere Aufgaben und sind nur Teilzeit-Interviewer. Personalreferenten und Personalberater, die wohl Paradebeispiele für erfahrene Interviewer sind, sind keineswegs repräsentativ für Interviewer aus der Praxis. Einen dominierenden Typ „des Interviewers“ oder „des Bewerbers“ gibt es nicht.

Verschiedene Einschränkungen

Dominanz von Mikroanalysen: In der Forschung dominieren mikroanalytische Forschungen über die Wirkung einzelner Variablen bei der Auswahl. Weniger häufig finden sich komplexe Ansätze oder makroanalytische Ansätze, die das Gewicht, das Zusammenspiel und die Wechselwirkung der Vielzahl von Einflussgrößen im Rahmen von Kriterienkombinationen erforschen. Diese Mikroanalysen sind oft Partialanalysen, bei denen die anderen Einflussfaktoren konstant gehalten oder gar nicht beachtet werden. Die Ergebnisse stehen demnach unter der Ceteris-paribus-Bedingung. Aus diesem Grund ist bei der Generalisierung und Anwendung der Ergebnisse dieser artifiziellen mikroanalytischen Studien auf reale Auswahlverfahren Vorsicht geboten.

Inhalt des Auswahlgesprächs: Der konkrete Interviewinhalt wurde bisher in der Forschung weitgehend vernachlässigt. Zwar kann man sagen, dass die Forschungen zur Wirkung verfügbarer Anforderungsprofile, zur Wirkung negativer Informationen und zum situativen Interview, zum Verhaltensbeschreibungs-Interview und zum multimodalen Interview indirekt den Frageninhalt betreffen. Es liegen aber nur wenige empirischen Untersuchungen zum detaillierten Interviewinhalt und zur Interviewdynamik vor, also welche Fragen mit welcher Häufigkeit, in welcher Reihenfolge, mit welcher Reaktion und welchem Erfolg gestellt werden. Das Gleiche gilt für die Antworten.

Dominanz einfacher Zielpositionen: Die meisten Studien untersuchen die Personalauswahl bei der Besetzung von einfachen Stellen oder von Absolventenstellen und anderen Einstiegsstellen.

Dominanz von Großunternehmen: In vielen Untersuchungen werden direkt oder indirekt, zum Beispiel bei Untersuchungen zur Absolventenrekrutierung, die Verhaltensweisen von Entscheidungsträgern aus Großunternehmen untersucht. Die Ergebnisse können daher nicht ohne Weiteres auf kleinere Unternehmen übertragen werden.

Kennenlern-Interviews: Bei der Mehrheit der Studien wurden Interviews eingesetzt, die eher als Screening-Interviews anzusehen sind, in denen also nur

eine grundsätzliche Eignung der Bewerber festgestellt wird. Wünschenswert wären auch Studien, die die Endauswahl bei einem schwierigen Anforderungsprofil simulieren.

Fazit

Abschließend sei zur kritischen Würdigung der Validität von Laborexperimenten und von Feldstudien zur Personalauswahl angemerkt, dass nur mit diesen Mitteln systematisch nachvollziehbares Wissen erlangt werden kann. Es erscheint wohl doch empfehlenswerter zu sein, die vorhandenen Forschungsergebnisse mit aller gebotenen Vorsicht zu berücksichtigen, als sich allein auf das selbsttestierte Expertentum zu verlassen. Viele Praktiker nehmen die eignungsdiagnostische Forschung aber nicht zur Kenntnis, was deren Ergebnisse zu einem esoterischen Wissen macht. Der Verfasser hat Personalberater kennengelernt, die sich mit ihrer Ignoranz der eignungsdiagnostischen Forschung geradezu brüsteten. Die gleichen Personalberater würden ihren Auftraggebern aber keinen Ingenieur, Betriebswirt oder Juristen zur Einstellung vorschlagen, wenn diese offen erklärten, am neuesten Stand ihres Fachgebiets nicht interessiert zu sein. Zugespitzte Konsequenz: Nichts ist so praktisch wie bewährte Theorien und Forschungsergebnisse.

Literaturhinweise

- [1] Breugh J. A. & Starke M. (2000): Research on Employee Recruitment: So Many Studies, So Many Remaining Questions. In: Journal of Management. Vol. 26. No. 3. S. 405 – 434
- [2] Bronner R. (1998): Experimentelle Personalforschung. In: Zeitschrift für Personalforschung. 12. Jg. H. 1. S. 5 – 20
- [3] Chapman D. S., Uggerslev K. L., Carroll S. A., Piasentin K. A. & Jones D. A. (2005): Applicant Attraction to Organizations and Job Choice: A Meta-Analytic Review of the Correlates of Recruiting Outcomes. In: Journal of Applied Psychology. Vol. 90. No. 5. S. 928 – 944
- [4] Hausknecht J. P., Day D. V. & Thomas S. C. (2004): Applicant reactions to selection procedures: An updated model and meta-analysis. In: Personnel Psychology. Vol. 57. S. 639 – 683

Zusammenstellung

Veröffentlichungen

Bollin E., Dalibard A., Eicker U., Huber K., Kettner C., Meißner R., Pietruschka D., Scheck E., Wewior J., Wiemke E.:

Operational analysis and energy evaluation of a solarthermal system assisting the air conditioning of an office/administration building. *www.reknow.net*, 25. Januar 2010

Bollin E., Dalibard A., Eicker U., Huber K., Kettner C., Meißner R., Pietruschka D., Scheck E., Wewior J., Wiemke E.: Solare Unterstützung der Kälteversorgung eines Büro- und Verwaltungsgebäudes, Betriebsanalyse und energetische Bewertung, *Technik am Bau*, Januar 2010

Bollin E., Feldmann T.: Prädiktive Gebäudeautomation, *Proceedings des Facility Management Kongresses*, Messe Frankfurt, Best Paper Award 09. – 11. März 2010

Bollin E., Feldmann T., Da Costa Fernandes J.: Gebäudetechnik – Simulationsgestützte Automation für die nachhaltige sommerliche Klimatisierung von Gebäuden. *KlimaZwei-Abschlussbericht im Projekt unter BMBF-FKZ: 01LS05064*, Offenburg/Stuttgart/Ostfildern, 30. März 2010

Bollin E., Feldmann T.: Mit dem Wetter sparen. *Der Facility Manager*, April 2010

Bollin E., Huber K., Jödicke D., Scheck E.: Funktionskontrolle solarthermische Großanlagen auf Basis von Langzeitmonitoring durch die Hochschule Offenburg. *Proceedings 20. Symposium Thermische Solarenergie*, Bad Staffelstein, 5. – 7. Mai 2010

Bollin E., Huber K., Scheck E.: Kühlen im großen Stil. *Erneuerbare Energien*, Juni 2010

Bollin E., Feldmann T.: Prädiktive Betriebsverfahren, *Zukunft bauen – Das Magazin der Forschungsinitiative Zukunft Bau*. Herausgeber Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 2010

Bollin E., Scheck E.: Wissenschaftlich-technische Begleitung eines Feldtests von Mikro-KWK-Anlagen durch die Hochschule Offenburg. *Abschlussbericht Energiepioniere*, 13. Dezember 2010

Breyer-Mayländer T.: Der neue Schwerpunkt Vertriebsmarketing. *Kundenmanagement. ConCept Card*, Bayreuth, S. 1 ff., September 2010

Breyer-Mayländer T.: Wieviel Social Media braucht die Zeitungsbranche? *New Business Report Regionale Tageszeitungen*, S. 43 – 46, September 2010

Christ A., Feißt M., Sultana R.: Collaborative language learning as a device independent application. *CELEDA (Cognition and Exploratory Learning in Digital Age)*, Universität Timisoara, Romania, 15. – 17. Oktober 2010

Curticapean D.: Magic of light, *SPIE international society for optics and photonics – Proc. SPIE 7783, 77830I*, doi: 10.1117/12.862847, San Diego, Kalifornien, USA, 2010

Curticapean D., Christ A., Feißt M.: Perspectives of mobile learning in optics and photonics. *SPIE intern society for optics and photonics – Proc. SPIE 7783, 077830R*, doi: 10.1117/12.862918, San Diego, Californien, USA, 2010

Curticapean D., Neculae A.: Numerical study on radiative heat transfer and boundary control of glass fibers cooling process. *American Institute of Physics – AIP Conf. Proc. Volume 1262*, pp. 155 – 160, doi: 10.1063/1.3482224, 2010

Daryusi A., Lohrengel A., Schäfer G., Schlecht B.: Ermüdungsfestigkeit von Zahnwellenverbindungen mit freiem und gebundenem Auslauf. *VDI-Fachtagungsband für Welle-Nabe-Verbindungen in Nürtingen*, Heft: *VDI-Berichte 2114*, VDI-Verlag, Düsseldorf, 27./28. Oktober 2010

Dorer K., Cornelis J.: Vermeidung der Abhängigkeitsdivergenz zwischen Design und Implementierung in Java. *Software-Technologien und -Prozesse, Proceedings der STeP Konferenz*, Furtwangen, Oldenbourg Verlag. S. Thiel, Ch. Reich und F. Dölitscher (eds.) 2010

Dorer K.: Virtuelle Kicker aus Offenburg bei der Robo-Cup-WM. *Badische Zeitung*, 3. März 2010

Dorer K.: CME Students at the RoboCup World Championship. *Alumni Newsletter CME*, 2010

Dorer K.: Offenburg beim Robo-Cup dabei – Weltmeisterschaft findet in Singapur statt. *Offenburger Tageblatt* 4. März 2010

Feldmann T.: Energetische Optimierung des Gebäudebetriebs aktiv gekühlter Bauten, *Broschüre: Simulationsgestützte Automation für die Nachhaltige sommerliche Klimatisierung*. Herausgeber Bundesministerium für Bildung und Forschung, Berlin 2010

Felhauer T.: Asnar A., Magnana M.: Wireless network coding with cooperative diversity. *Wireless Personal Communication Journal*, Springer Verlag März 2010

Fischer D., Seitel D.: Pairwise Testing- Unentdeckten Fehlern auf der Spur. *Proceedings, Emb. SW Eng.*, S. 443 – 449, ISBN: 978-3-8343-2404-7, ESE Kongress, Sindelfingen 2010

Flegel U., Pohlmann N., Reimer H., Schneider W.: Privacy compliant internal fraud screening, *Proceeding of the 12th International Convergence on Information Security Solutions Europe (ISSE 2010)*, EEMA, TeleTrust, Vieweg-Teubner, p. 191 – 199, Berlin, Oktober 2010

Gruner G.: "Principles of animation film" in *Animated Films from Germany*, Institut für Auslandsbeziehungen, Stuttgart/Berlin 2010

Ismer B., Dannberg G., Figulla H. R., Haltenberger A. M., Heinke M., Heinke T., Kuehnert H., Prochnau D., Surber R.: Bipolar Transesophageal Left Atrial Electrocardiography and Rapid Left Atrial Pacing with Hemispherical Directed Electrical Pacing Field for Evaluation and Termination. *Biomed Tech*, 55 (Suppl. 1) Walter de Gruyter – Berlin – New York. DOI 10.1515/BMT:2010.355, Rostock-Warnemünde, 6. – 9. Oktober 2010

Ismer B., Burska, Heinke, Kroll, Melzer, Nienaber, Rotter, Voss: Vergleich der hämodynamischen Reaktion auf VV-Delay. *Änderungen bei Sinusrhythmus und Vorhofflimmern. Clin Res Cardiol* 99, Suppl 2, S. 459, DOI 10.1007/s00392-010-1200-0. *Tagung Herz- und Kreislaufforschung e. V.*, Nürnberg, 7. – 9. Oktober 2010

Ismer B., Akin S., Heinke M., Kroll K., Melzer F., Nienaber C., Rotter K., Schell-Dieckel S., Trautwein U., Weber F.: Semi-invasives elektrokardiographisches Mindestmaß zur Positionierung der linksventrikulären Elektrode. *Clin Res Cardiol* 99, Suppl 2, S. 67, DOI 10.1007/s00392-010-1200-0. Tagung Herz- und Kreislaufforschung e. V., 7. – 9. Oktober 2010

Ismer B., Akin S., Heinke M., Kroll K., Melzer F., Nienaber C., Rotter K., Schell-Dieckel S., Trautwein U., Weber F.: Semi-invasives Charakterisierung der interventrikulären und intra-linksventrikulären Leitungsverzögerung bei Herzinsuffizienz-Patienten. *Clin Res Cardiol* 99, Suppl 2, S. 67, DOI 10.1007/s00392-010-1200-0. Tagung Herz- und Kreislaufforschung e. V., Nürnberg, 7. – 9. Oktober 2010

Ismer B., Kroll K., Roesch L.: Left ventricular TIPP versus superior vena cava coil electrogram – a new approach for automatic AV delay optimization in cardiac resynchronization. *Biomed Tech*, 55 (Suppl. 1) © 2010 by Walter de Gruyter – Berlin – New York. DOI 10.1515/BMT.2010.128, 44. DGBMT Jahrestagung, Rostock, Oktober 2010

Ismer B., Akin I., Heinke M., Kroll K., Melzer C., Nienaber C. A., Peters R., Rotter K., Schell-Dieckel S., Trautwein U., Voß W., Weber F.: Semi-invasive determination of interventricular and intra-leftventricular conduction delay in CRT patients. *Biomed Tech*, 55 (Suppl. 1) © 2010 by Walter de Gruyter – Berlin – New York. DOI 10.1515/BMT.2010.625, 44. DGBMT Jahrestagung, Rostock, Oktober 2010

Ismer B., Heinke M., Hoppert T., Kleimenhagen F., Körber T., Nieaber C. A., Peters R., Weber F.: Programmer based interatrial conduction interval measurement simplifies AV delay programming in cardiac resynchronization therapy. *Biomed Tech*, 55 (Suppl. 1) Walter de Gruyter – Berlin – New York. DOI 10.1515/BMT.2010.129, 44. DGBMT Jahrestagung, Rostock, Oktober 2010

Ismer B., Dannberg G., Eisenträger D., Figulla H. R., Haltenberger A. M., Heinke M., Heinke T., Kuehnert H., Lorenz M., Prochnau D., Surber R.: Bipolar Transesophageal Left Ventricular Electrocardiography and Directed Electrical Pacing with Cylindrical and Hemispherical Electrodes to Select Patients. *Biomed Tech*, 55 (Suppl. 1) Walter de Gruyter – Berlin – New York. DOI 10.1515/BMT.2010.354, 44 DGBMT Jahrestagung, Rostock-Warnemünde Oktober 2010

Jansen D., Riske A., Volk T.: Konzeption und Entwicklung eines Delta-Sigma-Wandlers in VHDL. MPC-Workshop, ISSN 1862-7102, Herausgeber Hochschule Ulm, Februar 2010

Jansen D., Bau D., Fleiner B., Kreker A., Riske A., Speletz H.: Active RFID Sensor with integrated file system for logistic applications, VDE, RFID-SysTech 2010, ISBN: 978-3-8007-3282-1, Ciudad Real, 15. – 16. Juni 2010

Jansen D., Dusch B.: Design for Testability (DFT) Strukturen für ASIC-Design und ihre Emulation auf FPGA. MPC-Workshop, ISSN 1862-7102, Herausgeber Hochschule Ulm, Reutlingen 2010 Jansen D.: Elektronische Pille (ePille). *Lahrer Zeitung*, November 2010

Junk S., Niederhofer, Sämann-Sun, Lin L.: Application of 3D printing for the rapid tooling of thermoforming moulds, Proceedings of the 36th International MATADOR Conference, Springer, ISBN: 9878-1-84996-431-9, Hinduja, Srichand, 2010

Kachel G., Albers A., Bachmann H., Berg M., Kelemen S.: Entwicklung einer alternativen Montagevorrichtung für Offshore-Windenergieanlagen. Konstruktion, Fachaufsatz Simulation, Januar/Februar 2010

Lankau R.: Von Peers, Pop und Porn: Neue Medien und Formen der Öffentlichkeit. Die Bedeutung der Unterhaltungsmedien für die Konstruktion des Politikbildes, KoPaed, Klaus-Dieter Felsmann (Herausgeber), München 2010

Lankau R.: Medienstudenten gratulieren dem Laser. Plakate zum Thema „50 Jahre Laser“ (Arbeiten von Studierenden MI). *Laser-Technik-Journal*, Heft 4, S. 6, 2010

Mayer A. P., Hess P., Lomonosov A. M.: Nonlinear acoustic waves localized at crystal edges, Proceedings of the 2009 IEEE Ultrasonic Symposium, p. 1088 – 1091, Rom, Italien, 19. – 23. September 2010

Maier A. P., Mayer E., Plessky V., Reindl L. M.: Four-wave interaction in 2D periodic structures, Proceedings of the 2009 Ultrasonics Symposium, p. 1160 – 1663, Rom, Italien, 19. – 23. September 2010
Otte A., Nguyen T., Wink K.: Die großen Arzneimittelkatastrophen der letzten 50 Jahre. *Baden-Württembergisches Ärzteblatt*, 65 (8): S. 338 – 339, 2010

Otte A.: Die Fourier-Transformation und ihre Bedeutung für die biomedizinische Systemtechnik. *WHL Schrift* Nr. 17. ISBN 978-3-86692-116-0. *WHL Wissenschaftliche Hochschule Lahr*, 2010
Otte A., Barsch A.: The legal standards for the radioactive or non radioactive drugs research and approval in the European Community and in Germany after the thalidomide catastrophe. *Hell J Nucl Med*, 13 (1), S. 45 – 51, 2010

Reich W., Backes A., Hilderhaus R.: Active Noise Control Using the TMS320C6713 DSP. IEEE-Konferenz EDERC in Nizza, Frankreich 2010

Rohbock U., Jagoda M.: Kommunikationspolitik im Dienstleistungssektor. Zeres M./Reich M. (Herausgeber). *Handbuch Versicherungsmarketing*. S. 397 – 408, Berlin/Heidelberg 2010

Sänger V., Schmidt C.: Erfahrungen mit einem hybriden Lernarrangement in der Informatik. *Hamburger eLMagazin*. Ausgabe #4 eLearning in den Naturwissenschaften, S. 28. ff, Hamburg 2010

Sikorski E.: Air conditioning of parked aircraft by ground based equipment. 13th International Refrigeration and Air Conditioning Conference, #2309, p. 8, Purdue University, West Lafayette, IN, USA, 2010

Spangenberg B., Broszat M. Ernst H.: A simple method for quantifying triazine herbicides using thin-layer chromatography and a CCD camera. *Journal of Liquid Chromatography & rel. Technol.* 33, p. 948 – 956, 2010

Spangenberg B., Broszat M., Ernst H., Welle C., Wojnowski M.: A versatile method for quantification of aflatoxins and ochratoxin A in dried figs. *Journal of Planar Chromatography* 23, p. 193 – 197, 2010

Weiß H.-J.: Markt und Staat in der Verkehrswirtschaft. Diskussionsbeitrag des Instituts für Verkehrswissenschaft und Regionalpolitik an der Universität Freiburg, Nr. 134, Oktober 2010

Werner H.-U., Fahres M., Rösenberg M.: Coimbra Vibra! Soundwalkes mit R. Murray Schafer. WDR open, Studio Akustische Kunst, 23. April 2010

Werner H.-U.: Akustische Landschaften in der Veränderung. Eine Dokumentation europäischer Klangorte zwischen 1975 und 2000. *Musik Texte-Ausgabe* 126, *Zeitschrift für neue Musik, Soundscapes*, August 2010

Weuster A.: Bewertungen in Arbeitszeugnissen. Schulmanagement. Schulmanagement, *Die Zeitschrift für Schulleitung und Schulpraxis*, S., 21 – 23, Heft 1/2010

Weuster A.: Unternehmensorganisation. Organisationsprojekte – Aufbaustrukturen. 4. überarbeitete Auflage. München und Mehring Hampp-Verlag 2010

Weuster A.: Arbeitszeugnisse. Längst kein Auslaufmodell. *Personalwirtschaft*, 37. Jg. S. 60 – 61, Heft 09/2010

Weuster A., Scheer B.: Arbeitszeugnisse in Textbausteinen. 12. überarbeitete Auflage. Stuttgart, München, Hannover Boorberg-Verlag 2010

Weuster A., Scheer B.: Arbeitszeugnisse in Textbausteinen. Deutsch – Englisch. 2. Auflage, Stuttgart Boorberg-Verlag, 2010

Zahoransky R., Akihawa F., Ruhkamp L.: Discussing the Potential of Hybrids for on and off Road Emissions Reduction. *Diesel Emissions. Conference Europe, Panel Discussion & Proceedings*, Frankfurt, Juni 2010

Zahoransky R., Reith J.: Exhaust Gas Aftertreatment by Micro Waves. Tagungsband, 14th ETH-Conference on Combustion Generated Nanoparticles, Zürich, Schweiz, 2. – 4. August 2010

Zahoransky R., Janz T.: Elektrische und hybride Antriebslösungen für Leichtfahrzeuge und Off-Highway-Anwendungen. Tagungsband E-MOTIVE Expertenforum „Elektrische Fahrzeug-Antriebe“, Herausgeber: Forschungsvereinigung Antriebstechnik e. V. 2010

Zimmermann M.: On demand learning in manufacturing processes, implementation by integrated multimedia streaming services. The Sixth Advanced International Conference on Telecommunications AICT 2010, Best Paper Award, IEEE Computer Society Press 2010

Zimmermann M.: Experiences in using integrated multimedia streaming services to support E-Learning in manufacturing processes. IEEE EDUCON Education Engineering 2010, IEEE Computer Society Press 2010

Zimmermann M.: A web service architecture for VoIP services. Fifth International Conference on Internet and Web Applications and Services ICIW 2010, IEEE Computer Society Press 2010

Vorträge

Bau D.: studPOD: Student Digital Assistant with OS and SIRIUS prozessor core in PGA and fully integrated in 0,18 µm CMOS, Vortrag & Postersession. DATE 2010, Konferenz zum Thema (elektronisches) Design, Automation & Test, Konferenzzentrum Dresden, März 2010

Bollin E., Scheck E.: Mikro-BHKW auf Stirlingbasis – Ergebnisse eines Feldtests, 1. Energietour: Kraft-Wärme-Kopplung an der Schwelle zum Massenmarkt. Vortrag im Rahmen der Vortragsreihe der badenova AG & Co. KG „Energietouren – Innovationen begreifen“, Hochschule Offenburg, 24. Februar 2010

Bollin E.: Prädiktive Gebäudeautomation. Fachvortrag anlässlich des Facility Management Kongresses, Messe Frankfurt, ausgezeichnet mit dem Best Paper Award, 9. März 2010

Bollin E., Hber K., Jödicke D., Scheck E.: Funktionalkontrolle solarthermischer Großanlagen auf Basis von Langzeitmonitoring durch die Hochschule Offenburg. Vortrag und Poster, 20. Symposium Thermische Solarenergie, Bad Staffelstein, 5. – 7. Mai 2010

Bollin E., Huber K., Jödicke D., Scheck E.: Langzeitmonitoring einer solarthermischen Anlage zur Unterstützung der Kälteversorgung eines Büro- und Verwaltungsgebäudes. 20. Symposium Thermische Solarenergie, Bad Staffelstein, 5. – 7. Mai 2010

Bollin E.: Large-scale solar thermal adsorption cooling at FESTO Company – monitoring results. 3. Int. Conference on Solar Air Conditioning, Vortrag im NH-Hotel München, 8. Juni 2010

Bollin E.: Neue Entwicklung im Bereich der Solarthermie. Fachvortrag anlässlich des LEADER Energietages für Entscheider im Bären in Schramberg, 23. Juni 2010

Bollin E., Huber K., Scheck E.: Solaranlage zur Klimatisierung Firma Festo. Vortrag im Rahmen des Arbeitstreffen Solarthermie2000plus, Bad Boll, Juni 2010

Bollin E., Huber K., Scheck E.: Integration einer solarthermischen Großanlage in die CO²-neutrale Nahwärmeversorgung Holzgerlingen. Vortrag im Rahmen des Arbeitstreffen Solarthermie2000plus, Bad Boll, Juni 2010

Bollin E., Da Costa Fernandes J.: Die Energieinsel der Hochschule Offenburg. 29. Regelungstechnisches Seminar der Bälz-Stiftung, Offenburg, September 2010

Bollin E.: Research on building automation. Fachvortrag anlässlich der Policity Final Conference, Wagenhallen in Stuttgart, 17. September 2010

Bollin E., Feldmann T.: Prädiktive Gebäudeautomation – Wetterprognosen verbessern das Betriebsverhalten moderner Gebäude. 29. Regelungstechnisches Seminar der Bälz-Stiftung, Offenburg, September 2010

Bollin E.: Monitoringkonzepte für solare Wärmeanlagen im Überblick. Vortrag anlässlich des Seminars Planerdialog der Berliner Energieagentur im BEGATEC Zentrum Berlin, 15. Oktober 2010

Bollin E.: STAR Project. Fachvortrag anlässlich des Pfizer Energy Day, Pfizer Manufacturing, Freiburg, 18. November 2010

Breyer-Mayländer T.: Paid-Content für Fachverlage. EUWID-Gruppe, Gernsbach, 25. Februar 2010

Breyer-Mayländer T.: Marken-Community statt Selbsthilfegruppen. Pharmasymposium des Heinrich-Bauer-Verlags im Museum für Völkerkunde in Hamburg, 30. April 2010

Breyer-Mayländer T.: I-Pad und Paid-Content – Was kommt auf die Zeitungsbranche zu? Strategie-Workshop der BBV Medien-Gruppe, Wesel, 31. Mai 2010

Christ A., Feißt M. Sultana R.: Collaborative language learning as a device independent application. CELDA (Cong. And Explor. Learn. In Digital Age). Universität Timisoara, Romania, 15. – 17. Oktober 2010

Curticapean D., Christ A., Feißt M.: Magic of light. SPIE Optics + Photonics, San Diego, Kalifornien, USA, 1. August 2010

Curticapean D., Christ A., Feißt M.: Perspectives of mobile learning in optics and photonics. SPIE Optics + Photonics, San Diego, Kalifornien, USA, 1. August 2010

Curticapean D., Neculae A.: Numerical Simulation of Mass Diffusion in Brain Tissues. TIM 10 Physics Conference, Timisoara, Rumänien, 25. – 27. November 2010

Doherr D.: Virtual research archive on the works of Alexander von Humboldt. Digital Humanities Summit, Univ. of Kansas, Lawrence, USA, 8. – 9. März 2010

Doherr D., Baron F.: The legacy of Alexander von Humboldt in a virtual platform. DAAD: Facing Four Elements: Developing a Transatlantic Approach to Sustainability, New York, USA, 28. – 30. Oktober 2010

Feldmann T.: Predictive Building Automation. Poster zur Abschlussveranstaltung Polycity Excursion and Final Conference, Wagenhallen in Stuttgart, 15.–17. September 2010

Feldmann T., Da Costa Fernandes J.: Natürliche Gebäudeklimatisierung in Klassenzimmern. 29. Regelungstechnisches Seminar der Bälz-Stiftung, Ofenburger, September 2010

Flegel U.: Privacy compliant internal fraud screening. 12th International Conference on Information Security Solutions Europe (ISSE 2010), Berlin, Oktober 2010

Lankau R.: Digital ist doch normal. Warum Sie für den Unterricht keinen Computer brauchen oder wie man mit, trotz und durch Rechner zu medialer Mündigkeit kommt. Vortrag und Workshop im Rahmen der Sommerakademie Sächsisches Bildungsinstitut, Radebeul (Dresden) 2010

Lankau R.: Das Ich ist eine Datenspur. Identität als Realität im digitalen Konkon. Vortrag 14. Buckower Mediengespräche: Mein Avatar und Ich. Die Interaktion von Realität und Virtualität in der Medienwirtschaft, 2010

Lankau R.: Medien. Mythen. Märchen: Wie Gutenberg das Internet erfand und warum Google keine Suchmaschine ist. Vortrag im Rahmen der Sommerakademie Sächsisches Bildungsinstitut, Radebeul (Dresden) 2010

Mayer A. P. et al.: Interaction of SAWs with resonating structures on the surface. IEEE International Ultrasonics Symposium, San Diego, Kalifornien 2010

Münchenberg J.: ITIL-konformes Ticketsystem – Lösung zur Verbesserung der IT-Zusammenarbeit an Hochschulen. RZ-Leiter Tagung, Stuttgart, Oktober 2010

Nuß U.: Principles of Power Electronics. Tagungsband OTTI Seminar Power Electronics for Photovoltaics, S. 23 – 27, München 7./8. Juni 2010

Nuß U.: Feedback Control Systems for Power Electronics. Tagungsband OTTI-Seminar Power Electronics for Photovoltaics, S. 313 – 349, München 7./8. Juni 2010

Otte A.: Multimodale Bildgebung. 1. Freiburger PET/CT Symposium. Universitätsklinikum Freiburg, 22. – 23. Oktober 2010

Otte A.: BioValley Meet&Match: Medical Imaging. Solar-Info-Center. Freiburg, 5. November 2010

Otte A.: Marktplatz Arbeit. Messe Freiburg, 12. November 2010

Sikorski E.: Air to Water Heatpumps. Speaker Section R-11. 13th International Refrigeration and Air Conditioning Conference, Perdue University, West Lafayette, IN, USA 2010

Spangenberg B.: A Versatile Method for Quantifying Aflatoxins and Ochratoxin A Present in Dried Figs. Analytica Messe 2010, Neue Messe München, B1/B11, 24. März 2010

Spangenberg B.: Toxikological Investigation of TLC Separated Pain Killer Using Marine (Photobacterium Fischeri), Vortrag und Postersession. Fachbereichstag Verfahrenstechnik KFBT Tagungsband der Fachbeiträge, Berlin 16. September 2010

Wilke A.: Microbial Fuel Cell – Engineering Approaches. Eingeladener Vortrag beim IMTEK Freiburg im Rahmen der Ringvorlesung des Graduiertenkollegs Micro Energy Harvesting, 2010

Lehrbuch

Bollin E.: Systemtechnik, Kap. 3.4, Beitrag zur Forschungsstrategie Niedertemperatur Solarthermie 2030 im Auftrag der DSTIP, gefördert durch das BMU Berlin, 2010

Breyer-Mayländer T.: Wirtschaftsunternehmen Verlag: Märkte analysieren und bewerten, Herstellungsprozesse verstehen und planen, Medialeistungen bewerten und verkaufen. 4. Auflage, Braumann Verlag Frankfurt, 2010

Breyer-Mayländer T.: Was Technologie für Medien wirklich bedeutet: Innovations- und Technologiemanagement in der Medienbranche. Hans-Ulrich Werner/Ralf Lankau (Herausgeber), Medien Kreativität Interdisziplinarität, MUK-Schriftenreihe 176/177, S. 154 – 163, Universität Siegen 2009

Breyer-Mayländer T.: Medienmanagement. Lehrmodul an der Freien Journalistenschule, Berlin, 2010

Breyer-Mayländer T., Löffel M.: Social Web und Social Commerce in Zukunft – Visionen, Herausforderungen und Perspektiven. Amersdorfer. Daniel et al. (Herausgeber): Social Web im Tourismus: Strategien, Konzepte, Einsatzfelder, Springer-Verlag Berlin, S. 327 – 345, 2010

Breyer-Mayländer T., Schönstedt E.: Der Buchverlag: Geschichte, Aufbau, Wirtschaftsprinzipien, Kalkulation und Marketing. 3. Auflage, J. B. Metzler, Stuttgart 2010

Breyer-Mayländer T.: Paradigmenwechsel – Vertrieb überholt Werbung. BDZV (Herausgeber), S. 265 – 273, ZV Verlag Berlin, Zeitungen 2010

Riempp R., Hehn T.: PDF@Flash: Multimediale interaktive PDF-Dokumente durch Integration von Flash. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2010

Krimmel M., Orb J.: SAP NetWeaver Process Integration. SAP PRESS, 370 Seiten, ISBN-10: 1592293441, 2010

Münchenberg J.: Open Source Business Intelligence. Konzepte, Produkte, Erfahrungen und Trends, U. Haneke, S. Trahasch, T. Hagen, T. Lauer (Herausgeber). „Palo Suite“, Hanser Carl, S. 192 – 212, München 2010

Nuß U.: Hochdynamische Regelung elektrischer Antriebe. Berlin, Offenbach, VDE Verlag 2010

Otte A., Wink K.: Klinische Studien richtig darstellen: Leitfaden zum CONSORT-Statement für die Qualitätssicherung des Studienberichts. ISBN 978-3-7945-2766-3 (Print) – 978-3-7945-6587-0 (eBook). Schattauer, Stuttgart 2010

Weuster A.: Personalauswahl. Anforderungsprofil, Bewerbersuche, Vorauswahl und Vorstellungsgespräch. Gabler Verlag, 2. aktualisierte und überarbeitete Ausgabe, S. 276 ff, Wiesbaden 2010

Weuster A.: Unternehmensorganisation. Organisationsprojekte – Aufbaustrukturen. Hampp-Verlag, 3. aktualisierte Auflage, S. 235 ff, München und Mering 2010

Wülker M., Weichert N.: Messtechnik und Messdatenerfassung. 2. aktualisierte und erweiterte Auflage, IX, 323 S., ISBN 978-3-486-59773-8, Oldenbourg 2010

Zahoransky R. (Herausgeber), Allelein H.-J., Bollin E., Oehler E., Schelling U.: Energietechnik – Systeme zur Energieumwandlung. 5. Auflage (aktualisiert und erweitert). Vieweg + Teubner Verlag, 483 S., ISBN 978-3-8348-1207-0, 2010

Technische Berichte

Volk T., Jansen D.: SEAGsens: Modifikation an der Hardware, IAF 03/2010

Volk T., Jansen D.: SEAGsens: Modifikation am Digitalteil des ISO15693 Frontend, IAF 03/2010

Volk T., Jansen D.: SEAGsens: Firmware 2.3, IAF 06/2010

Bau D., Jansen D.: Integration eines externen USB-Controllers in das SIRIUS µC-System, IAF 08/2010

Bau D., Jansen D.: Projekt EKG, Capture and Wavelet, Compression Processor, IAF 08/2010

Kreker A., Jansen D.: Trans-Ösophagealer Stimulator/Analyzer Band I+Band II, IAF 10/2010

Grünwald W., Jansen D.: Patientendosiersystem, IAF 11/2010

Sonstiges

Flegel U.: Industrie-Chair Internationale Konferenz Emerging Security Information, Systems and Technologies. SECURWARE 2010

Flegel U.: Konferenzvorsitz Internationale Konferenz Detection of Intrusions and Malware & Vulnerability Assessment, DIMVA 2010

Flegel U.: Verleihung des Promotionspreises des Fachbereichs Sicherheit der Gesellschaft für Informatik e.V. und CAST e.V., Berlin, Oktober 2010

Flegel U.: Konferenzvorstandsmitglied Internationale Konferenz Information Security Solutions Europe (ISSE 2010). 12th International Conference on Information Security Solutions Europe (ISSE 2010), Berlin, Oktober 2010

Jansen D.: Sprecher MPC Gruppe, Konferenzvorsitz MPC Workshops. MPC Workshops 2010 in den Hochschulen Reutlingen und Göppingen

Lankau R.: Plakatausstellung „50 Jahre Laser“. Foyer D-Gebäude, Hochschule Offenburg, 16. – 24. Mai 2010

Lankau R.: Kurzfilmfestival „BahnWahnSinn“. Gefördert von der Landesanstalt für Kommunikation (LfK) Stuttgart, der Stadt Offenburg, Offenburg Marketing, Visionsbox und Kunstschule Offenburg, 8. Juli 2010

Teilnahme an Messen und Ausstellungen

Bollin E., Henschen G., Huber K.: Inter-solar 2010, Gemeinschaftsstand Baden-Württemberg International. Neue Messe München, 9. – 11. Juni 2010

Henschen G., Lehmann R., Staiger S.: Aktive Teilnahme an der Hannover Messe HMI 2010 mit den Exponaten „Autonomer Hubschrauber“ und „RON“. Gemeinschaftsstand Baden-Württemberg International auf der Hannover Messe, Halle 2, April 2010

Henschen G., Huber K.: Poleko 2010. Gemeinschaftsstand BMBF, Poznan International Fair. Poznan International Fair, Poznan, Polen 23. – 26 November 2010

Klausmann T., Kurtschenka A., Weber C.: Aktive Teilnahme an Messen mit „sprechender Sitzschiene“. Aircraft Interiors Expo 2010, Hamburg, 19. Mai 2010

Lorenz K.: Teilnahme an der Messe (Aussteller) und Konferenz „Nanotech“. Anaheim, Kalifornien, USA, Juni 2010

Lorenz K.: Teilnahme an 2 Messen als Aussteller: „China International Industry Fair 2010“ in Shanghai & Messe und Konferenz „Chinano Forum“ in Sushou. Shanghai, Sushou, China, November 2010

Erfindungen/Patentanmeldungen

Hildebrand P.: Gleisnebenschlusserzeugung / Regionale Phase / EP, PCT2009001163

Jansen D.: Behältnis für ein flüssiges Medium, insbesondere Blutbeutel. PA 10 2010 060 328.7, Anmeldetag: 3. November 2010

Nuß U.: Verfahren zur rotor- bzw. feldorientierten Stromregelung stromrichter-gespeister Drehfeldmaschinen mit hochgradig sättigbaren Motorinduktivitäten. AZ: 10/103 TLB-So

Schröder W.: Low-cost Kreiselssystem. AZ: 10/091 TLB, Erfindung wurde an Erfinder freigegeben

Waltersberger B., Daryusi A.: Messschraube zur Ermittlung mehrachsiger Belastungen mittels faseroptischer Verfahren. Patentanmeldung DE10 2010 055 991.1, Anmeldetag: 23. Dezember 2010

Laufende Promotionen

Jagoda M.: Interne Markenführung in kleinen und mittleren Mediendienstleistungsunternehmen der Medien Stuttgart, Betreuung durch Humboldt-Universität Berlin Prof. Rohbock/Hochschule Offenburg

Ortega V.: Ramanspektrometer, IAF Offenburg, Betreuung durch Professor Dr. Schröder Master-Thesis WS 2008/2009

Abu Iyada G.: Verification of Design and System Operation Modes by Elaborating a Detailed Technical Description of the Energy Plant of Hochschule Offenburg

Cartiblanco Parra O. J.: Design and Implementation of FFT-Based Applications Using USB-Communication between MATLAB and the DSP TMS320C6713

Gammoh F.: Dynamic Simulation and Evaluation of a Large-Scale Solarthermal Cooling Hybrid System

Cetin M. A.: Energierückgewinnung aus der Abgaswärme im Verbrennungsmotor Master-Thesis SS 2010

Mahmood I.: Design and Emulation on FPGA of an Integrated Temperature Logging IC Containing SIRIUS Microcontroller Core, RFID Interface and Porting of the Firmware

Nugroho S.: Image Database Implementation Using Zernike Algorithm and R*-Trees

Backes A.: Investigation and Implementation of Robust Active Noise Control Algorithms

Kreker A.: Entwicklung und Inbetriebnahme einer interaktiven Firmware für ein medizintechnisches Gerät mit ARM Cortex-M3 Prozessor, grafischer OLED-Anzeige, EKG-Sensorik und Stimulationssequenzen

Nzuobontane N. N.: E-Commerce – Opportunities and Threats to the Stationary retail

Ehret I.: Multimediale Förderung von Kindern mit LRS, Konzeption und praktische Umsetzung einer Lernsoftware für Kinder mit Lese- Rechtschreib-Schwäche

Gottschalk N.: Kreativität und Lernprozesse, Konzeption für didaktische Situationen an Hochschulen

Diplomarbeiten WS 2009/2010

Blank A.: Untersuchungen zum Einsatz Denitrifikation als Biokathode in einer mikrobiellen Brennstoffzelle

Fink A.: Entwicklung und Konstruktion einer Trockensumpfschmierung an einem Turbodieselmotor

Sacco G.: Solange das Licht noch brennt – Konzeption und Produktion eines Kurzfilms

Von Trümbach D.: Video-Tutorials für die Filmproduktion

Wild A.: Gut Abgegangen – Ein Dokumentarfilm über Suspension

Diplomarbeiten SS 2010

Gärtner J.: Der Einfluss von hydrolytischen Mikroorganismen auf die Biogasbildung

Bachelor-Arbeiten WS 2009/2010

Beck M.: Realisierung des N-Damen-Problems auf der Basis eines Grid-Frameworks und vergleichbare Bewertung
Cornelis J.: Erweiterung des JDemen-4Eclipse Plugins zur Erkennung unerlaubter Abhängigkeiten

Faist K.: Implementierung und Evaluation verschiedener Skelettierungsalgorithmen

Schindler I.: Laufen auf zwei Beinen in der simulierten RoboCup 3D-Umgebung

Seitel D.: Einsatz von künstlicher Intelligenz zur automatischen Erstellung von Testskripten

Pinneker Ch.: Entwicklung einer Controlling-Fallstudie zur Produktkalkulation mittels alternativer traditioneller und Prozesskosten orientierter Kalkulationsprinzipien im kritischen Vergleich

Schmelas M.: Entwicklung von Regalalgorithmen zur Direktentladung eines Solarspeichers

Bachelor SS 2010

Dietsche A.: Erarbeitung der Grundlagen für einen Verdichterprüfstand mit hochdrehendem Antrieb im Kraft- und Arbeitsmaschinenlabor der Hochschule Offenburg

Endress D.: Entwicklung einer Fallstudie zu Vollkosten- oder Teilkostenanalysen als Informationsgrundlage für das Profit-Center-Controlling

Faßbinder D.: Konzeption und Umsetzung eines dokumentarischen Snowboardfilms

Gebauer M.: Mindestlohn aus rechtlicher und ökonomischer Sicht

Hollmann J.: Konzeption und Umsetzung eines Albums mit elektronischer Produktionsmusik für Horrorfilme

Huber M.: Optimierung eines Pickup and Delivery Problems mit genetischen Algorithmen

Kaiser M.: Produktmanagement als Schnittstellenfunktion im Unternehmen sowie die beispielhafte Einführung einer Produktmanagement-Abteilung in einem mittelständischen Unternehmen

Kanhim-Noubi Y.: Konstruktive Optimierung eines Kolbens für einen Rennmotor mit 12000 U/min und bis 90 bar Gasdruck

Kühlwein S.: Konzeption einer Messeinrichtung zur technischen Auslegung von Erdwärmesonden

Page S.: Entwicklung einer Controlling-Fallstudie zur Erweiterung einer Plankostenrechnung um eine Platzkostenrechnung

Pevzner M.: Entwicklung einer Fallstudie zum Aufbau einer Konzeption für das Vertriebscontrolling in einem Modellbetrieb

Reimold S.: Konzeption und Produktion des Kurzspielfilms „Die Fahrt seines Lebens“

Schwend S.: Entwicklung eines Maschinenpark-Moduls in einem Standard ERP-System zur Mietverwaltung von Baumaschinen unter Einsatz einer webbasierten Tracking Software

STICHWORTVERZEICHNIS

µTrans	17, 27	Fragestellung	87, 94, 112	R asterelektronen-Mikroskop	60
3D-Videoübertragung	54	Freie Entwicklung	20	Raumtemperatur	59, 61, 71
A rbeitsgemeinschaften	13	Freikolben-Dampfmotor	67	Resynchronisationstherapie	29
ASIC	26	fuzzy-Proposition	45	RFID	8, 27
Astrophysik	47	G ebäudeklimatisierung	71	Roboter	33, 38, 44
Ausgründungen	12	Gebäudestruktur	61	Roboterfußball	44
B ackflow-Toleranz	77	Geschäftsbericht	15	Roboterspektrometersystem	33
Basisfinanzierung	18	Grants	13	Robotersteuerung	33, 37
Beratung	13, 22	Gründerverbund	14	Rückströmungsgebiet	76
Betriebswirtschaft	112	Gutachten	13, 89	S cheibenumströmung	76
Biogasanlagen	57	H aut	33	Schluckspecht	5, 19, 41, 104
Biogasbakterien	58	Hautmodell	33	Schluckspecht City	42
Blockheizkraftwerken	58, 67	Hautveränderungen	33	Schluckspecht E	41
Brain Tissues	49	Heizleistung	84	Schulungen	13
Bundesmittel	18	Helicopter	19	Sicherheitseinrichtungen	38
C CD-array	55	Herzkammer	29	Simulation	41, 49, 52, 61, 75, 78, 114
Cellulose	57	Herzschwäche	29	SIRIUS	25
Chromatography	55	Hohlleiter	51	Sitzschienen-Hohlleiter	52
collaboratio	99	Hybrid	78	Spenden	13, 20
Computernetz	92	Hybridantrieb	78	Spleißvorgang	47
Crashabsorber	43	Hybridsystem	79	Sprechende Sitzschiene	51
Crashfall	41	Hybridventilation	72	Steuerbegünstigungen	85
D ampfkraftmaschine	67	I deengeschichte	112	Stiftungen	13
Dampfmotor	67	Ilmenauer Modell	96	StudPod	25
data provider	99	Implantat	27, 29	System- und Regelungstechnik	8, 15
Dateisystem	25, 88, 91	implementation	99	T eleMed	27
Datenbank	8, 27, 89, 92	Industrieroboter	37	Temperaturdifferenz	63
Datentransfer	104	K alibrierungsmessung	48	Temperaturwechsel	62
Dezentrale Be- und Entlüftung	72	Kooperation	8, 12, 17, 27, 92, 95, 118	TOSCA Fluid	76
Dezentrale Zonen	73	Koppel-Hohlleiter	52	Totenflecken	33
Dienstleistungen	16, 113	Körperform	75	Transösophagealen Stimulator	27
Dieselmotor	78	L aborforschung	118	U msatz	14, 15, 105, 112, 115
Digital Library	99	Leichenflecken	36	V erfahrenstechnik	8, 15
Drittmittel	17, 52	Leichtfahrzeug	41	Verifikation	33
E co-Marathon	41, 103	Linearbewegungseinheiten	37	VHDL	25
Einnahmen	17	Lizenzen	13	Videodaten	52
EKG	27, 30	M amoCheck	27	Vorlaufphase	18
E-Learning	8, 92	Markt	12, 64, 84, 115	Vorstellungsgespräch	119
Elektrode	27, 29	Marktführende Hersteller	85	W ärmepumpe	84
Energieeinsparung	64	Markttrend	85	Wärmepumpenmarkt	84
Energiemanagement	61	Marktvolumen	84	Wetterprognose	62, 72
Environment	55, 57, 92, 99, 105	Medien	8, 15, 92, 95, 115	WhisperGen-Anlagen	67
Elektronische Pille (ePille)	19, 26	Medienmarke	115	Z aFH.net	18
Erfindung	125	Medienwissenschaft	95	Zellvermehrung	58
Eyetracking	108	Medizintechnik	15, 26	ZeMIS	18
F abrikplanung	105	MI-Learning	92	Zentrale Luftabsaugung	74
Fabrikstrukturplanung	106	N iedervakuumbetrieb	60		
Feldforschung	118	P aletten-Fördersystem	37		
Feldtests	67	Patent	26, 52		
Flugzeugkabine	54	PDA	25		
Fluktuation	16	Personalberatung	8		
Forensik	86, 89	Physikalische Sensorik	8, 15		
Forschungsaufträge	12	Plasma Generation	82		
Forschungsgruppen	5, 16				