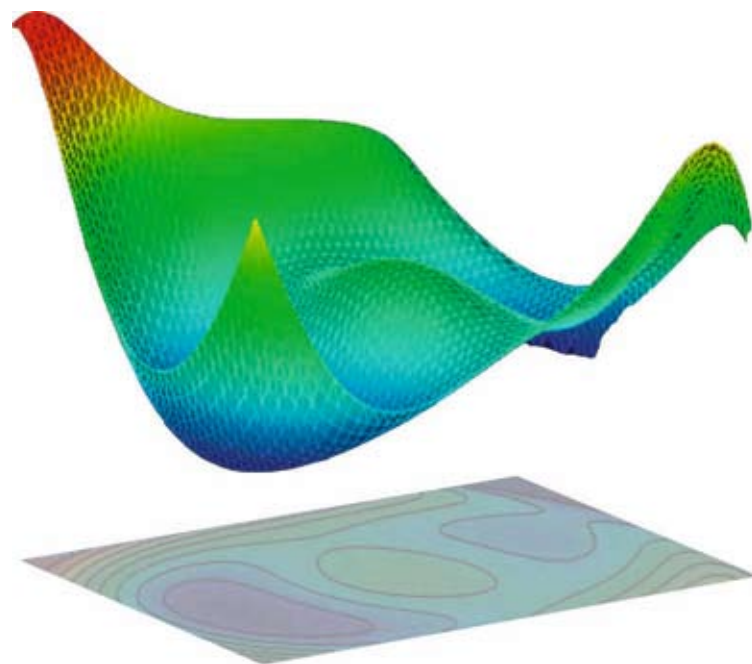




Institut für
Angewandte Forschung

Beiträge aus Forschung und Technik 2010



Hochschule Offenburg
University of Applied Sciences



Die TGO-Schüler-Monatskarte
 Informationen unter Telefon
0781/805-9643

Die fantastischen FÜNF

Eure TGO-Schüler (Studenten)monatskarte = Eure Netzkarte für Südbaden



Eure TGO-Schülermonatskarte gilt in FÜNF Verkehrsverbänden:

- täglich montags – freitags **ab 14 Uhr!**
- an Samstagen, Sonn- und Feiertagen **ganztags!**
- an landeseinheitlichen Schulferien **ganztags!** (Ausgenommen bewegliche Ferientage)
- **Exklusiv nur in der TGO:** An Samstagen, Sonn- und Feiertagen könnt Ihr ganztags Eure Eltern und Geschwister kostenlos innerhalb des TGO-Verbundgebietes mitnehmen!

TGO Die Ortenaulinie
 Tarifverbund Ortenau GmbH
www.ortenaulinie.de



**Institut für
Angewandte Forschung**

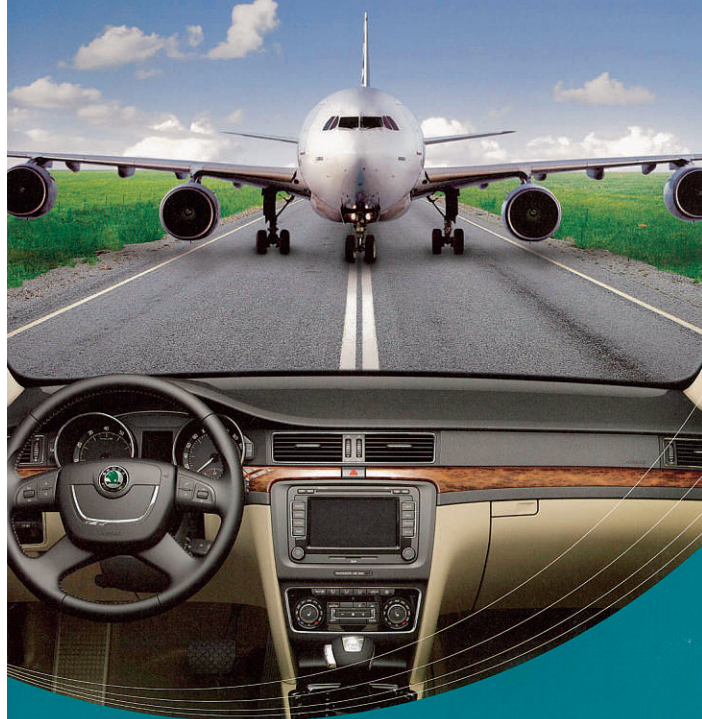
Beiträge aus Forschung und Technik 2010



**Forschungsbericht der
Hochschule für Technik, Wirtschaft
und Medien Offenburg**



Hochschule Offenburg
University of Applied Sciences



Exakte Formen für Ihre Ideen

kontakt@galvanoform.de www.galvanoform.de
Raiffeisenstr. 8, 77933 Lahr - Tel. 078 21-947-0

Ideen aus
Kunststoff -
Engagement für
die Region.



JACO

Ideen aus Kunststoff

Dr. Jaeniche GmbH & Co. KG
Bodersweiler Str. 30
77694 Kehl-Leutesheim
Fon (0049) 07853-88-0
www.jaco.de

© St & P 07223910181

HYDRO

precision in aircraft support



„Als Branchen-Marktführer mit Weltruf produzieren wir weltweit mit ca. 410 Mitarbeitern Geräte und Werkzeuge (Hydraulik, Pneumatik, Elektronik) für die Flugzeugwartung und -produktion. Unser Kurs steht auf Expansion.“

DIPL.-INGENIEUR/-IN

In einem jungen Team mit abwechslungsreichen Aufgaben gestalten Sie mit uns die Zukunft in der Luftfahrtbranche.

HYDRO-Systems KG

Ahfeldstraße 10
77781 Biberach/Baden
Telefon: 07835/787-0
Internet: www.hydro.aero
E-mail: info@hydro.aero



Precision in Aircraft Support

www.hydro.aero



**Neubau | Umbau |
Modernisierung**

- schlüsselfertig
- zuverlässig und preisgünstig

Bau-Cooperation
Beraten und Bauen GmbH
Badstraße 24 a, 77652 Offenburg
(bei der Hochschule)
Telefon 07 81/9 19 18 60
Telefax 07 81/9 19 18 70

info@bau-cooperation.com

www.bau-cooperation.com
Gewerbe und Industriebau

**Wir schaffen
für Innovationen.**

Raum

BAU.
COOPERATION
Wir machen Ihnen Platz



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

Der vorliegende Jahresband „Beiträge aus Forschung & Technik 2010“ spiegelt die vitale Forschungslandschaft an der Hochschule Offenburg wider. Sowohl in der Themenbreite als auch im Umfang unserer Forschungsaktivitäten hat die Hochschule einen weiteren Schritt voran getan zum erklärten Ziel, eine forschungsstarke Hochschule zu werden. Neben unserem Selbstverständnis leitet uns der Gedanke, dass wir nur so in Studium und Lehre exzellent sind und nur so unserer Aufgabe als wichtiger Innovationsforcierer in der Region und darüber hinaus gerecht werden.

Mehr und mehr nehmen Studierende die Angebote in den Master-Studiengängen wahr. Neben der Vertiefung theoretischer Inhalte bieten die projektorientierten Anteile exzellente Möglichkeiten für unsere Studierenden, erste Forschungserfahrungen in aktuellen Themenfeldern konkreter Projekte zu sammeln.

Zentrales Anliegen ist uns ein enges Netzwerk mit unseren Partnern in der Region, überregional und international. Bestehende Projekte konnten weitergeführt werden, neue Kooperationen sind hinzugekommen. Immer dann ist die Zusammenarbeit fruchtbar, wenn eine echte Win-Win-Situation entsteht. Zunehmend Bedeutung gewinnt die Trinationale Metropolregion Oberrhein, unter deren Dach sich Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft koordinieren und untereinander kooperieren. Die Hochschule Offenburg mit ihrer zentralen Lage innerhalb der Metropolregion unterstützt dieses Netzwerk aktiv.

Wissens- und Technologietransfer gestalten sich auf vielfältige Art in kleinem wie in großem Maßstab. Der Bericht 2010 dokumentiert erneut diesen Transfer mit dem Schwerpunkt Forschung und ist zugleich selbst eine Facette dieses Wissenstransfers. Gemeinsame Projekte ermöglichen den direkten Ergebnistrans-

fer. Er erfolgt aber auch durch die Weitergabe von explizitem und implizitem Wissen an Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern und an Studierende, die den Transfer mit einer zukünftigen Übernahme erster Fach- und Projektverantwortung in Unternehmen weitertragen.

Mein Dank gilt allen Kolleginnen und Kollegen, den vielen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern und den Studierenden in den Projekt- und Forschungsgruppen, die sich aktiv in die angewandte Forschung einbringen 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. Dr. Hochberg, die es hervorragend verstehen, unsere Hochschule in das dynamische 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@fh-offenburg.de

Prof. Dr. Ulrich Hochberg
Stellv. Leiter IAF
Telefon +49 (0) 781 205-351
E-Mail ulrich.hochberg@fh-offenburg.de

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

Zentrale
Telefon +49 (0) 781 205-0
E-Mail info@fh-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 2010

ISSN 1866-9352

Titelblatt: Durch Zermite Polynome approximierte
Phasenkorrektur beim holographischen Mikroskop

Angaben zum IAF der Hochschule Offenburg	8
Formen der Zusammenarbeit mit dem IAF	13
Geschäftsbericht	17
1. System- und Regelungstechnik	
1.1 Projekte aus dem Bereich Medizintechnik	25
1.2 ASIC Design 0,18 µm-UMC-Technologie	27
1.3 Serienreifmachung des SEAGsens	28
1.4 Entwicklung eines Hybridantriebssystems für kommunale Spezialfahrzeuge in Off-Road-Anwendungen	29
1.5 Entwicklung eines robotergestützten mobilen Messsystems zur spektroskopischen Vermessung von Leichenflecken	31
1.6 Space-Time-Scheduling in a Surveillance Network	35
1.7 Crashesicherheit des Niedrigenergiefahrzeugs „Schluckspecht City“	39
2. Physikalische Sensorik	
2.1 Theoretische Betrachtung von Multimode-Lichwellenleiterverbindungen auf Kurzstrecken mit nicht-idealen offsetbehafteten Steckern bei toleranter Anregung	43
2.2 Optische Sensoren für intelligente automotiv und aeronautische Systeme	45
2.3 Analyse der Übertragungsqualität in MIMO-Funksystemen mit Space-Time-Block-Codierung	46
2.4 Luftbilder und Magnetfeldkarten – der Hochschul-Helikopter fotografiert aus der Vogelperspektive	51
2.5 Holografisches Mikroskop	53
3. Verfahrenstechnik	
3.1 A simple Method for quantifying Triazine Herbicides using Thin-Layer Chromatography and a CCD-Camera	55
3.2 Development of a continuously operating Microbial Fuel Cell (MFC).....	58
3.3 Betriebsanalyse und energetische Bewertung einer solarthermischen Anlage zur Unterstützung der Kälteversorgung eines Büro- und Verwaltungsgebäudes.....	61
3.4 Small is beautiful oder Wissenschaftlich-technische Begleitung eines Feldtests mit Mikro-BHKWs	65
3.5 Internationales Marketing der Forschungsgruppe Nachhaltige Energietechnik weitet seine Aktivitäten aus	69
3.6 Optimale Körperformen mit minimalem Strömungswiderstand.....	70
4. Medien	
4.1 Mobile Devices Based Collaborative Language Learning & An Empirical Evaluation.....	74
4.2 Mobile Learning a new Paradigm of e-Learning in Optics and Photonics.....	77
4.3 Hybride Lernarrangements in der Informatiklehre – Konzeption und erste Ergebnisse.....	79
4.4 Virtual Research Environment in the Digital Library of Alexander von Humboldt	83
4.5 Independent coverage of the Shell Eco-Marathon 2009.....	86
4.6 Intermediales Gestalten – Workflow zwischen Produktion und Reflexion.....	87
5. Betriebswirtschaft	
5.1 Das Problem der Leerfahrten im Straßengüterverkehr – und Möglichkeiten zu deren Reduzierung.....	91
5.2 Agentenbasierte Transportoptimierung	95
5.3 Neue Möglichkeiten in der Produktentwicklung durch 3D-Drucken und 3D-Scannen	101
5.4 E-Publishing im Crossmedienzeitalter	105
5.5 Eye-tracking study of an online shop environment	106
5.6 Wirkung einer realistischen Tätigkeitsvorschau im Personalauswahlverfahren.....	110
Zusammenstellung	114
Stichwortverzeichnis	126

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

Mikroelektronik
Biomedizinische Technik
ASIC-Design
RFID-Techniken
Robotik
Bildverarbeitung
Signalverarbeitung

Physikalische Sensorik

Lichtwellenleiter
Optische Kommunikationstechnik
Faseroptik
GSM-Mobilfunktechnik
Aktuatorik

Verfahrenstechnik

Thermische Verfahrenstechnik

Partikelmesstechnik
Solartechnik
Umweltanalysentechnik
Strömungstechnik
Gebäudemonitoring
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. Dr.-Ing. Ulrich Hochberg

Sekretariat:
Diane Weiß

Forschungskordinator:

Dr. rer. nat. Gunnar Henschen

Professoren:

Prof. Elmar Bollin
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. Heinz-Werner Kuhnt
Prof. Dr.-Ing. Winfried Lieber
Prof. Dr. rer. nat. Klemens Lorenz
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. rer. nat. Bernd Spangenberg
Prof. Dr. rer. nat. Michael Wülker
Prof. Dr.-Ing. Richard Zahoransky
Wissenschaftliche Mitarbeiter:
Dipl.-Ing. (FH) Daniel Bau M.Sc.
Dipl.-Ing. (FH) Bertram Birk
Dipl.-Geogr. Wolf Blochowicz
Andreas Böhringer B.Eng.
Dr. pharm. Amandine Marie Brissaud
Dipl.-Ing. (FH) Melanie Broszat
Dipl.-Ing. (FH) Axel Bürklin
Andrea Böhringer B.Eng.
Oscar Javier Castiblanco Parra

Dipl.-Ing. (FH) Martha Jagoda
 Dipl.-Ing. (FH) Jesus da Costa Fernandes
 M.Sc.
 Dipl.-Ing. (FH) Marc Durrenberger M.Sc.
 Dr.-Ing. Nidal Fawaz
 Dr. Markus Feißt
 Dipl.-Ing. Thomas Feldmann
 Dipl.-Ing. (FH) Andreas Fischer
 Farah Gammoh
 Dipl.-Ing. (FH) Waldemar Grünwald,
 M.Eng.
 Katharina Higel
 Dipl.-Ing. (FH) Klaus Huber
 Johann Huschle B.Eng.
 Dipl.-Ing. (FH) Martha Jagoda
 Nils Malte Jahn
 Dipl.-Ing. (FH) Daniel Jödicke M.Sc.
 Dipl.-Ing. (FH) Tanja Kabelitz
 Dipl.-Ing. (FH) Andreas Kreker
 Dipl.-Ing. (FH) Boris Kubrak M.Sc.
 Dipl.-Ing. (FH) Marc Löffel
 Martin Maier M.Eng.
 Omar Valerio Minero, B.Sc.
 Mitra Mosslemi B.Sc.
 Dipl.-Ing. (FH) Matthias Niederhofer
 Valentin Ortega Clavero M.Sc.
 Srinivasa Ragavan
 Dipl.-Ing.(FH) Alexander Riske
 Dipl.-Ing. (FH) Eva-Maria Scheck
 Ingo Schindler
 Dipl.-Ing. (FH) Bernhard Schneckenburger
 Jens Schwab B.Eng.
 Andrea Seigel
 Rajit Shahi
 Dipl.-Ing. (FH) Tobias Volk M.Eng.
 Dipl.-Ing. (FH) Andreas Weber
 Christoph Weber M.Sc.
 Tao Wu M.Sc.
 Dipl.-Ing. (FH) Claire Yalamas
 Dipl.-Ing. (FH) Florian Zowislok

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
 Fraunhofer Institut TEG, Frankfurt
 Hochschule Aalen
 Hochschule Albstadt-Sigmaringen
 Hochschule Biberach

Hochschule Esslingen
 Hochschule Heilbronn
 Hochschule Karlsruhe
 Hochschule Konstanz
 Hochschule Mannheim
 Hochschule Pforzheim
 Hochschule Ravensburg-Weingarten
 Hochschule Reutlingen
 Hochschule Stralsund
 Hochschule Stuttgart
 Hochschule Ulm
 HSG-IMIT, Villingen-Schwenningen
 Humboldt Forschungsstelle Berlin
 IAF, Hochschule Furtwangen
 Imtec-Uni-Freiburg, Freiburg
 Institut für Biomedizinische Technik,
 Ulm
 NMI Reutlingen
 Studentenwerk Freiburg
 TU Chemnitz
 TU Ilmenau
 Universität Freiburg
 Universität Karlsruhe
 Universität Tübingen
 ZKM Karlsruhe

Ausland (Europa)

Belgien

Europractice, Leuven

Dänemark

Syddansk Universitet, University of
 Southern Denmark, Odense

Finnland

Central Ostrobothnia Polytechnic,
 Kokkola
 Oulu Polytechnic
 Riihimäki&Valkeakoski, Häme
 Polytechnic
 South Carelia Polytechnic,
 Lappeenranta

Frankreich

Ecole Catholique d'Arts et Métiers,
 Lyon
 Ecole Nationales d'Ingénieurs de Tarbes
 ENSPS, Straßburg
 ERMITE, Straßburg
 ESDS, Lyon
 Groupe d'Optique Non Linéaire,
 Institut de Physique et Chimie
 des Matériaux et des Surfaces
 Institut National des Sciences
 Appliquées de Strasbourg (INSA)
 IPST, Straßburg
 LSP, Straßburg
 Lycée Jean Mermoz (formation
 en photonique), Saint-Louis

Modélisation, Intelligence, Processus,
 Systèmes (MIPS) der Ecole Supérieure
 des Sciences Appliquées pour Formatis
 Pole Reg. Et Int. Des Sciences
 de la Mesure
 TIMA, Grenoble
 Universität de Haute Alsace
 Université Joseph Fourier Grenoble
 Université Limoges
 Universität Louis Pasteur, Straßburg

Griechenland

Centre of Research and Technology
 Hellas CERTH, Athen

Großbritannien

Leeds Metropolitan University
 Napier University, Edingburgh
 University of Surrey,
 Centre of Communication

Irland

Cork Institute of Technology

Italien

Europäisches Forschungsinstitut, Ispra
 Università degli Studi di Brescia
 Università degli Studi di Pavia

Polen

University of Technology, Posen
 University of Warmia and Masuria,
 Olsztyn

Schweden

Darllarna University, Höskolan
 Dalarna, Falun
 Uppsala University, Uppsala

Schweiz

Ecole d'ingénieurs et d'architectes
 de Fribourg
 FHBB, Basel
 HSR Hochschule für Technik
 Rapperswill

Spanien

Universidad Cardenal Herrera –
 CEU, Valencia

Ausland (Welt)

Argentinien

Universidad Tecnológica Nacional,
 Mendoza

Brasilien

Florianópolis – Universidade Federal,
 Santa Catarina
 Universidade Federal de Santa Catarina,
 Santa Catarina

Chile

Valparaiso – Universidad Tecnica
Federico, Santa Maria

China

Hong Kong Baptist University
University of International Business
and Economics, Beijing

Kuba

Universität von Habana, Habana

Mexiko

Tecnologico de Monterrey, Monterrey
Universidad de Guadalajara,
Guadalajara

USA

National Institute of Standards
and Technology
Oregon State University, Corvallis
UCI, University of California, Irvine
United States Department of Commerce,
Gaithersburg
University of Kansas, Lawrence
University of Texas, Austin
YALE University, New Haven

Südafrika

University of Pretoria, Südafrika

Irak

University of Technology in Bagdad,
Irak

Industrie, sonstige

Inland

3We GmbH, Bruchsal
Albea Kunststofftechnik GmbH,
Seelbach
Amapolis IT Services GmbH, Stuttgart
Anton Schneider GmbH & Co. KG,
Kenzingen
Arcor AG & Co. KG, Stuttgart
AREVA NP GmbH, Offenbach
artaudio J. Katzenstein und
K. Zvolenszky, Köln
Audi AG, Ingolstadt
August Köhler Papierfabrik, Oberkirch
AUMA Riester GmbH & Co. KG,
Müllheim
Autohaus Link, Lahr
avenit AG, Offenburg
Axima GmbH, Freiburg
badenova AG & Co. KG, Freiburg
badenova WärmePlus GmbH, Freiburg
Badische Stahl Engineering, Kehl
Badische Stahlwerke, Kehl
BCT Technology AG, Willstätt

BEBRO Electronic GmbH,
Frickhausen
Behr GmbH & Co. KG, Stuttgart
BMW Group, München
Bosch + Siemens Hausgeräte GmbH,
Giengen a. d. Brenz
Bosch Rexroth AG, Nürnberg
Bundesministerium für Umwelt, Bonn
Burda Digital Systems GmbH,
Offenburg
Büro Haller, Stuttgart
CAS Software AG, Karlsruhe
Chemisches Untersuchungslabor
Dipl.-Chem. Dr. J. Zipfel, Offenburg
ci-media GmbH, Gengenbach
cpars GmbH, Velbert
Cross Mobil GmbH, Offenburg
Daimler AG Mercedes-Benz-Werke,
Gaggenau
Daimler AG, Sindelfingen
Daimler AG, Abt. CAE Commercial
Vehicles, Stuttgart
Danner + Knosp Maschinenbau GmbH,
Offenburg
DEKRA, Offenburg
Deutsche Forschungsgemeinschaft,
Rechnerkommission
Deutsches Museum, Bonn
Deutsches Rotes Kreuz, Offenburg
Deutsches Zentrum für Luft- und
Raumfahrt e.V. (DLR), Stuttgart
DFM Designhaus für Mikroelektronik,
Lahr
Diakonie Kork, Kehl
DLR, Weßling
Dr. Osypka GmbH, Rheinfelden
Dr. Willmar Schwabe Arzneimittel,
Karlsruhe
dreitakt GmbH, Freiburg
E.G.O. - Elektrogeräte GmbH,
Oberderdingen
E.ON Kernkraft GmbH, Hannover
EADS Astrium GmbH, Immenstaad
EADS Deutschland GmbH Innovations
Works, Ottobrunn
EADS GmbH, Ulm
Ebm-papst St. Georgen GmbH & Co.
KG, Herbolzheim
econcept Energieplanung GmbH,
Freiburg
EHT Werkzeugmaschinen GmbH,
Teningen
Eisenmann Anlagenbau, Holzgerlingen
Ekato ESD, Zell i. W.
Eltex Elektrostatik GmbH,
Weil am Rhein
embex GmbH
EnBW Trading GmbH, Karlsruhe
ENCT GmbH, Forschungsgruppe,
Freiburg

Endress + Hauser GmbH & Co. KG,
Maulburg
Engineering Solutions Erik Männle, Lahr
eproplan, Stuttgart
Europa-Park, Rust
EVOMOTIV, Leinfelden-Echterdingen
Experimentalstudio des SWR, Freiburg
F. Zimmermann GmbH, Denkendorf
fc. ingeniere GmbH, Freiburg
Ferromatik Milacron Maschinenbau
GmbH, Malterdingen
Fiducia IT AG, Karlsruhe
Fischer Maschinentechnik GmbH,
Achern-Fautenbach
Forschungszentrum Karlsruhe,
Eggenstein-Leopoldshafen
Fraunhofer Institut für Solare
Energiesysteme, Freiburg
Fraunhofer Institut für Werkstoff-
mechanik, Freiburg
Fraunhofer Institut für Umwelt-,
Sicherheits- und Energietechnik,
Oberhausen
Fraunhofer Institut für Produktions-
technik und Automatisierung, Stuttgart
Fraunhofer Institut für Grenzflächen-
und Bioverfahrenstechnik, Stuttgart
GAEDE Medizintechnik GmbH,
Freiburg
gb-technology GmbH
Gebr. Schmid GmbH & Co. KG,
Freudenstadt
GeneSys Elektronik GmbH, Offenburg
gestio GmbH, Schondorf
Glaxo Smith Kline Consumer
Healthcare GmbH & Co. KG, Bühl
Hansgrohe AG, Schiltach
HEB Hydraulik-Elementebau, GmbH,
Freiburg-Hochdorf
HBH Microwave GmbH, Stutensee
Heinzmann GmbH + Co. KG, Schönau
Hekatron Vertriebs GmbH, Sulzburg
Herrenknecht AG, Schwanau
HIWIN GmbH, Offenburg
Hobart GmbH, Offenburg
Huber Kältetechnik GmbH, Offenburg
Hydro-Gerätebau GmbH + Co. KG,
Biberach
IAV GmbH, München
IBO-Anlagenbau GmbH, Ettenheim
ICT Fraunhofer Institut, Pfinztal
IDS Scheer AG, Freiburg
IHK Südlicher Oberrhein, Freiburg
IKA Werke, Staufen
Imtech GmbH & Co. KG, Stuttgart
INA Schaeffler KG, Lahr
inacom.de, Lahr
Ingenierbüro Isenmann, Haslach
init consulting, Ingolstadt
Interone Worldwide GmbH, Köln

Interzentral GmbH, Berlin
ISI Kriz Samland GbR, Offenburg
IT-Media Group GmbH, Baden-Baden
IVECO Magirus Brandschutztechnik GmbH, Weisweil
IXXAT Automation GmbH, Weingarten
J. Wagner GmbH, Markdorf
Jäger AG, Ismaning
Kasto Maschinenbau GmbH + Co. KG, Achern
Kautz Vorrichtungsbau GmbH, Kehl-Marlen
Kendrian Binder Magnete GmbH, Villingen-Schwenningen
Kollektorfabrik, March
Konstruktion Baumann, Herbolzheim
KRMG Deutsche Treuhandgesellschaft AG, Freiburg
Kronenbrauerei GmbH, Offenburg
Kurz Architekten GmbH & Co. KG, Urbach
LDB GmbH, Bühl
Liebherr-Hydraulikbagger GmbH, Kirchdorf/Ilser
Litef-GmbH, Freiburg
Lorth Gessler Mittelstaedt GmbH, Konstanz
LS Telekom AG, Lichtenau
LUK GmbH & Co. oHG, Bühl
Mahle Filtersysteme GmbH, Stuttgart
MAJA Maschinenfabrik Hermann Schill GmbH + Co. KG, Kehl
manroland AG, Augsburg
Markant Handels und Service GmbH, Offenburg
Maschinenfabrik Erwin Junker GmbH, Nordrach
Max Rubner-Institut, Karlsruhe
Maxon Motors GmbH, Sexau
Media 4 U Ltd. & Co. KG, Karlsruhe
MEIKO Maschinenbau GmbH + Co. KG, Offenburg
Mercedes-Benz-Technology GmbH, Sindelfingen
Merck, Darmstadt
Meßmer Kachelofenbau / Johns-Dunkelberg Consulting, Trossingen
Metris GmbH, St. Georgen
Metro Group Asset Management GmbH & Co. KG, Böblingen
MTU Aero Engines GmbH, München
NEC Europe Ltd., NEC Laboratories Europe, Heidelberg
NEOPERL GmbH, Müllheim
Neue Horizonte e. V., Wiesbaden
Neumayer Tekfor GmbH, Hausach
NOKIA Gate 5 GmbH, Berlin
Northrop Grumman LITEF GmbH, Freiburg

Noshokaty Döring & Thun GmbH, Berlin
Novartis Pharma Produktions GmbH, Wehr
Odima GmbH, Kehl
Opti Systems Computer GmbH, Karlsruhe
Orsay, Willstätt
Otto Nußbaum GmbH & Co. KG, Kehl-Bodersweier
Parker Hannifin GmbH + Co. KG, Offenburg
Partner AG, Offenburg
Peguform GmbH, Bützigen
PFW Aerospace AG, Speyer
Porsche Deutschland GmbH, Bietigheim-Bissingen
PricewaterhouseCoopers AG, Stuttgart
Progress-Werk AG, Oberkirch
PSE AG, Freiburg
PWE Power, Essen
QS-Grimm, Gutach
RE Power Systems AG, Büdelsdorf
Regional-TV AG, Karlsruhe
RENA GmbH, Gütenbach
Rexam Pharma GmbH, Neuenburg
Richard Neumayer GmbH, Hausach
Richter Aluminium GmbH, Ohlsbach
Riemser Arzneimittel AG, Gengenbach
Robert Bosch GmbH, Bühl
Robert Bosch GmbH, Crailsheim
Robert Bosch GmbH, Plochingen
Robert Bosch GmbH, Reutlingen
Robert Bosch GmbH, Stuttgart
Roche Diagnostics GmbH, Mannheim
Rosenberger AG, Simonswald
Rösler Oberflächentechnik GmbH, Untermensbach
SAP Research, Karlsruhe
Sauter-Cumulus GmbH, Freiburg
Schäfer Elektronik GmbH, Achern
Schneider Leichtbau, Freiburg-Lehen
Schölly Fiberoptic GmbH, Denzlingen
Schwarzwaldmilch GmbH, Offenburg
Schweizer Electronic AG, Schramberg
Service Kiosk IT Consulting GmbH, Stuttgart
SICK AG, Waldkirch
Sick Stegmann GmbH, Waldkirch
Siemens AG, Karlsruhe
Siemens AG, München
Spellbound Entertainment AG, Kehl
Stadt Offenburg, Offenburg
Stratec Biomedical Systems AG, Freiburg
Striebel & John GmbH & Co. KG, Sasbach
STZ-Euro, Offenburg
Südwestrundfunk, Baden-Baden
Systemplan GmbH, Durmersheim

Tectory Automation GmbH, Appenweier
Tesa-Werk GmbH, Offenburg
Testo AG, Lenzkirch
Time4you, Karlsruhe
TLB-Technologie Lizenz Büro, Karlsruhe
Tognum/MTU, Friedrichshafen
Tricumed GmbH, Kiel
TV Südbaden, Freiburg
Ungerer Antriebstechnik GmbH, Leipzig
Vector Informatik GmbH, Stuttgart
Vega Grieshaber KG, Schiltach
Virtual Identity AG, Freiburg
Vitra/Contura GmbH, Neuenburg
Vivacell Biotechnology GmbH, Freiburg
WDR Studio, Düsseldorf
Wehrle Umwelt GmbH, Emmendingen
Werner Kimmig GmbH, Oberkirch
XyloPower AG, Freiburg
zafh.net, Stuttgart
Zehnder GmbH, Lahr
Zeitungsverlage und Anzeigenblatt der Region, Offenburg
Zeppelin Mobile Systeme, Friedrichshafen
Zikon Fahrzeugbau GmbH, Riegel

Ausland (Europa)

ALSTROM Ltd., Schweiz
Belux AG, Schweiz
Bombardier Transportation AG, Schweiz
Bosch-Sistemas de Frenado S.L.U., Italien
Bugotti Automobili S.A.S., Italien
Clyde Bergmann Eesti AS, Tallinn, Estland
European Dynamics, Marousi/Athen, Griechenland
Hamk University of Applied Sciences, Valkeakoski, Finnland
Kuhn S.A., Saverne Cedex, Frankreich
LEGO Educational Division, Kopenhagen, Dänemark
Liebherr SAS France, Colmar, Frankreich
Renault F1 Team Ltd., Oxford, Vereinigtes Königreich
Siemens AG, Linz, Österreich

Ausland (Welt)

ClientCentric Inc., San Francisco, USA
Mercedes-Benz, South Africa
OneSteel/BSW, Rooty Hill NSW, Australien
Oregon State University, Oregon, USA
Tecnologico de monterrey and Prolec GE, Monterrey N.L., Mexiko



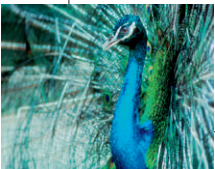
Differenzierung durch Standards



Optimierung von Produkten und Prozessen in der Fertigungsindustrie



- 3D-CAD Lösungen (NX & Solid Edge) und Technisches Datenmanagement für ME10, NX, Solid Edge, Pro/E, Catia, I-deas auf Basis von Teamcenter Engineering / Teamcenter Express
- Methodenberatung, Implementierung, Training
- Datenmigration von Bestandssystemen
- Schnittstellen zu ERP/PPS
- Standardisierungs- und Klassifikationskonzepte
- Erarbeitung von ganzheitlichen PDM/PLM-Strategien
- Analyse der Unternehmenspotenziale



BCT Technology AG • www.bct-technology.com



Sauberkeit und Hygiene

Gesundheitspflege-
und Pharmaprodukte

Kunststofftechnik

G R U P P E

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 Gründungszone, 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 Tier mag eine ergiebige Legehennen oder ein Paradiesvogel werden.



Auftritt der Hochschule Offenburg auf der regionalen Messe i+e Innovation erleben in Freiburg

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 Außendarstellung 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 ist 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 IAFs 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 Standardbedingungen 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 Förderrichtlinien 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 hier nicht.

Kooperationen können auch strategisch, informativ und ohne ein 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. 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 angelaufen, 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 zweck gebunden 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 im Gebiet der Chromatographieanalysetechnik“ usw. Der Sinn dieser Spenden von Industrieseite 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 Antragstellung 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. Antragsfrist ist in der Regel der 31. August. 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 354 Projekten mit 570 beteiligten Personen zu Firmengründungen beraten, 103 Firmengründungen sind erfolgt, von denen heute noch 82 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 Kalenderjahr 2009 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 vom 31.12.2009 und sind aktuell. Hinsichtlich des Mitglieder- und Mitarbeiterbestands wird der im Dezember erreichte aktuelle Stand beschrieben, wobei Halbtagskräfte nur anteilig gezählt wurden. 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.

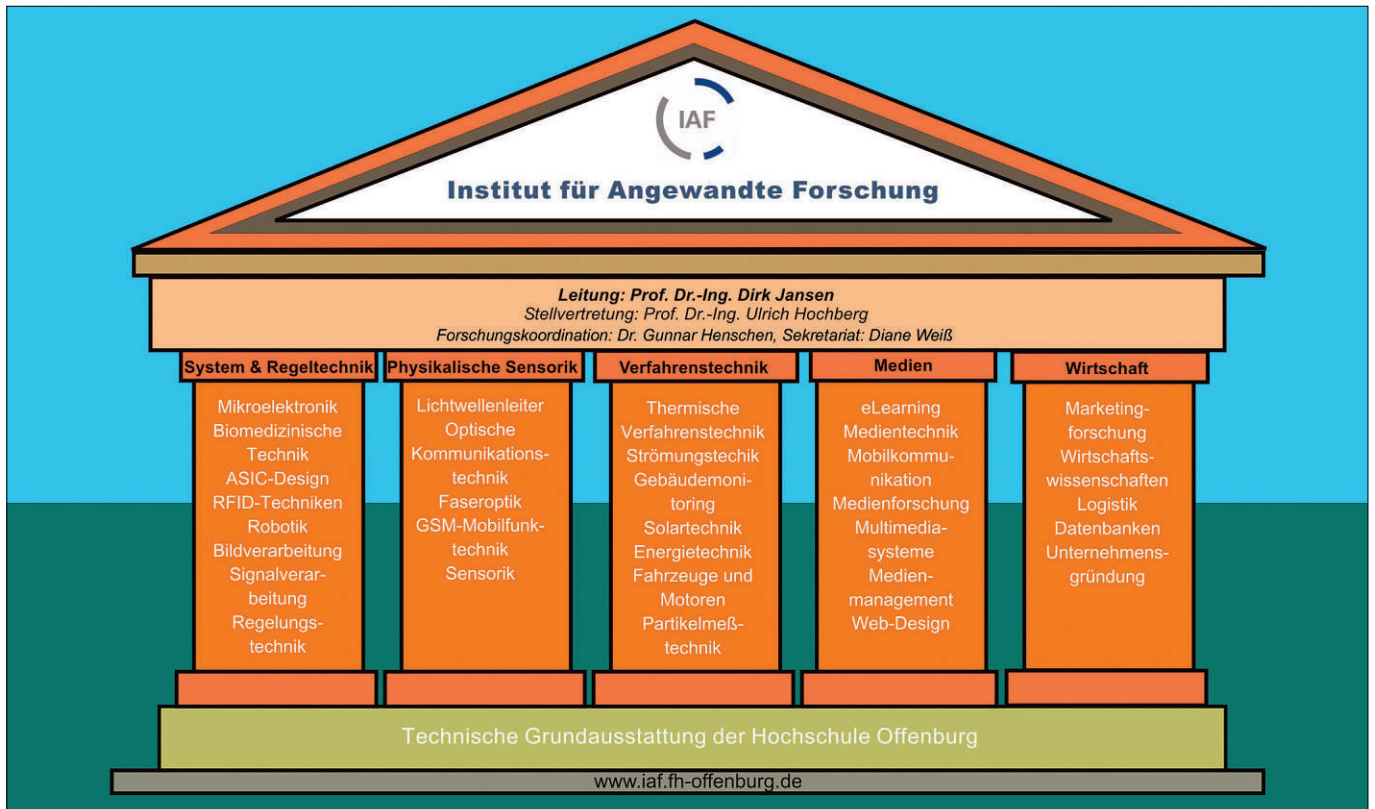


Abb. 1: Kompetenzbereiche des Instituts für Angewandte Forschung der Hochschule Offenburg

Dienstleistungen im IAF

Das IAF der Hochschule Offenburg versteht sich als zentrale Dienstleistungsin- stanz in Forschungsangelegenheiten. Es bildet den Ansprechpartner für externe und interne Kommunikation. Abb. 2 zeigt eine Übersicht über die wesent- lichen Angebote, die den forschenden Mitgliedern der Hochschule zur Verfü- gung stehen. Wie aus der Abbildung er- sichtlich, werden insbesondere admini- strative und technische Hilfestellungen gegeben. Die eigentliche Forschung und Entwicklung erfolgen in den Laborato- rien der Mitglieder. Nur größere Projekte, die den Einsatz mehrerer Mitarbeiter er- fordern, werden in IAF-eigenen Räumen bearbeitet.

Einnahmen und Umsatz

Einnahmen und Umsatz sind im Jahr 2009 gegenüber dem Vorjahr wieder ge- stiegen.

Der Umsatz betrug im Jahr 2009 1,804 Mio. Euro.

Abb. 3 zeigt die Umsatzentwicklung seit 1992. Trotz der aktuellen Krise in der Wirtschaft konnte der Umsatz in 2009 um mehr als 22 % gesteigert werden. Damit übersteigt er sogar den langfris- tigen und nun seit einigen Jahren stetig steigenden Trend. Maßgeblich für die Umsatzsteigerung war die Einwerbung mehrerer größerer Projekte wie AT- TRACTIVE, Schulklima OG, Forschungs- marketing Zafh, EudaF u. a., die Fortfüh- rung von Industrieprojekten sowie Projektüberstände aus dem Vorjahr. Gleichzeitig konnten einige Großpro- jekte neu akquiriert werden, die erst im Folgejahr bedeutende Umsätze gene- rieren werden.

Auch im Jahr 2009 wurden wieder zahl- reiche Förderanträge gestellt, von denen ein Teil erfolgreich war und die in den folgenden Jahren bearbeitet werden. So konnte für 2010ff die Förderung für ein innovatives Projekt erfolgreich sicherge- stellt werden, wodurch die Arbeit weiter verstetigt wird. Die Akquisitionsbemü- hungen haben zu einer Festigung des Umsatzes in den Förderprojekten beige- tragen. Die eingeworbenen

Drittmittel in Höhe von 979.257,18 Euro

bilden nun 54 % der Gesamteinnahmen.



Abb. 2: Dienstleistungen

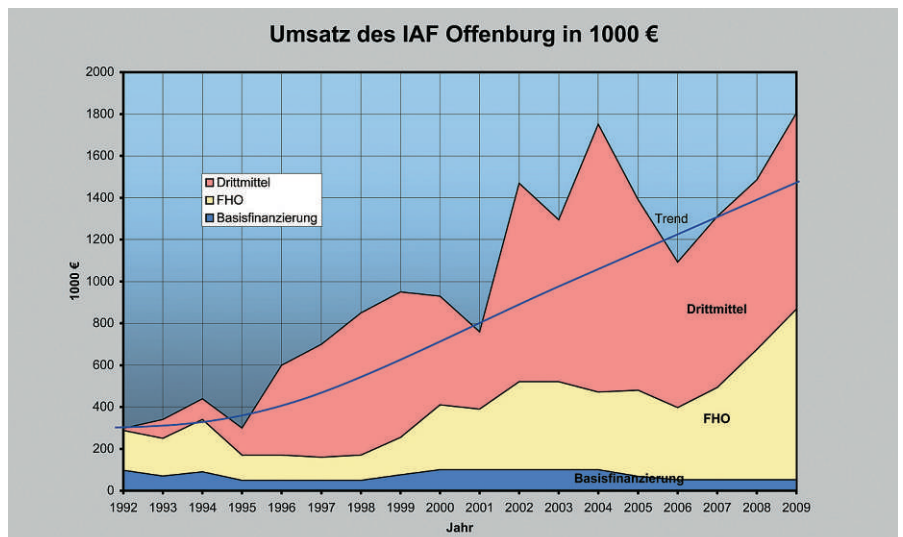


Abb. 3: Umsatzentwicklung des IAFs Offenburg

Einnahmen 2009 nach Finanzierungsquellen

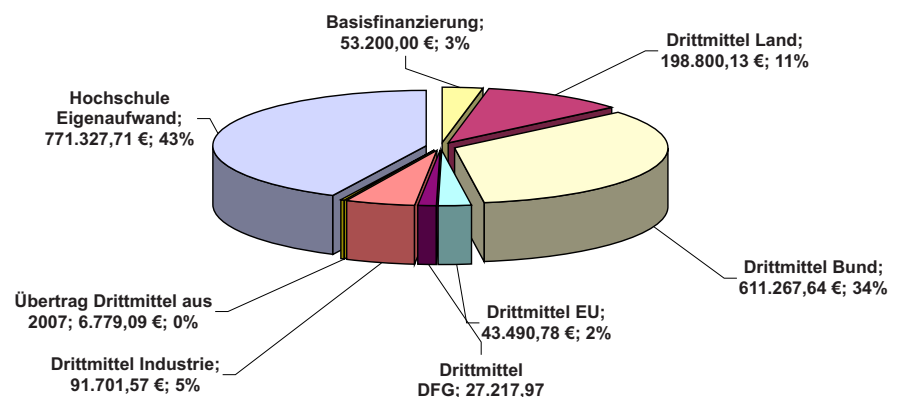


Abb. 4: Einnahmen des IAFs Offenburg im Jahr 2009

Die vom Land zum Betrieb des IAFs gewährte Basisfinanzierung beträgt dabei nur noch 3 %. Angestiegen ist der Hochschul-Eigenaufwand mit etwa 43 %, wobei hier Vorfinanzierungen und in geringem Umfang auch Reinvestitionen enthalten sind. Hierauf wird weiter unten noch genauer eingegangen.

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 angefallenen Personal- und Sachkosten aufwendungen getrennt und nachvollziehbar erfasst werden. Die Kosten für die Arbeitsplätze der Mitarbeiter, Betreuung und administrative Unterstützung werden formal durch die Personalkostenansätze nach VWV berücksichtigt. Der Anteil der Professoren wird durch den Deputatsnachlass für acht 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 35 % im Durchschnitt je nach Position und Alter des Mitarbeiters eher unter dem sonst üblichen Rahmen.

Das IAF investierte in 2009 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 in 2009 weitere Räume dazugewinnen. Damit stehen zwei größere Verfügungsräume, Arbeitsplätze für Mitarbeiter und das Sekretariat nun in geschlossener Form zur Verfügung. Sinn dieser Maß-

nahme 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 zunächst 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 in 2009

Drittmittel in Höhe von 979.257,18 Euro

zur Verfügung, wobei 6.779,09 € 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 in Projekten der Vorlaufphase, wenn auch in kleinem Umfang, zuschießt und die durch Bereitstellung von Arbeitsleistung (Stellen) ebenfalls zum Erfolg beitragen, nicht eingerechnet.

Im Vergleich zum Vorjahr sind die Drittmittel (Abb. 3 und 4) deutlich gestiegen. Sie setzen sich zusammen aus 198.800,13 Euro Landesanteil zuzüglich Basisfinanzierung von 53.200 Euro. Zusammen sind das 14 % der Einnahmen 2009, der Anteil am Gesamtumsatz ist damit wieder gestiegen.

Der größte Teil der Einnahmen stammt aus Bundesmitteln. Er ist um 611.267,64 Euro entsprechend 34 % hochgeschneit, da mehrere Großprojekte angegangen wurden. Der Einbruch in den Jahren da-

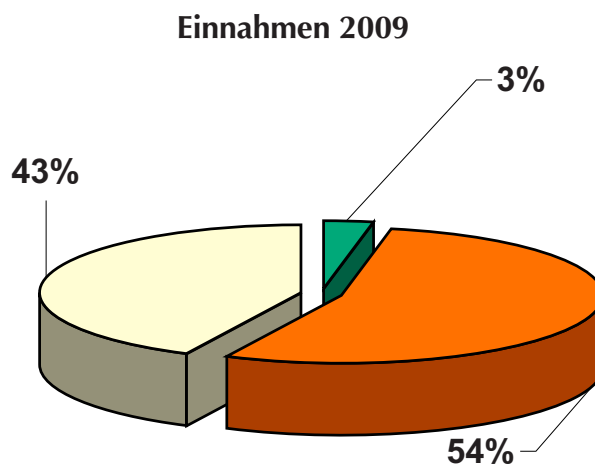


Abb. 5: Zusammensetzung der Einnahmen des Instituts für Angewandte Forschung

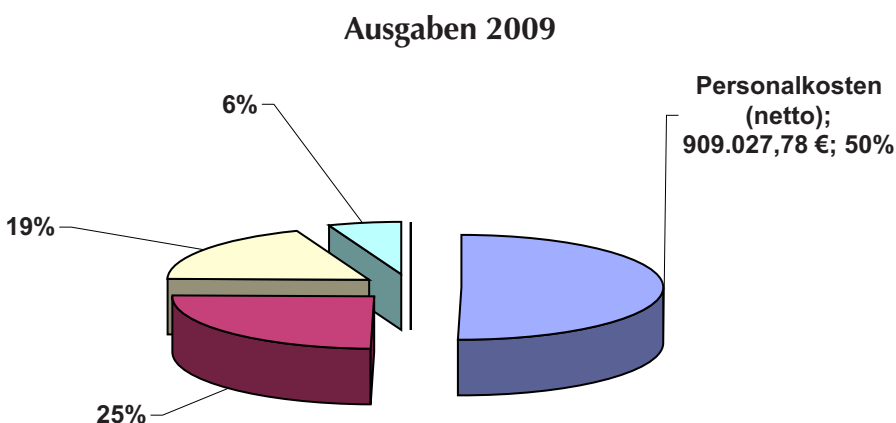


Abb. 6: Ausgaben des Instituts für Angewandte Forschung Offenburg im Jahr 2009

vor konnte damit gut kompensiert werden. Mit diesen bei großen Projekten verbundenen Schwankungen im Umsatz und letztlich in der Mannschaft muss man leben.

Die Einnahmen aus direkten Industrieaufträgen von immerhin 91.701,57 waren geringer als im Vorjahr, auch hier liefen Projekte aus oder gingen in die Nachbetreuungsphase über. Hinzu kommt, 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. Dies ist auch daran abzulesen, dass die Ausgaben bei Industrieprojekten in 2009 mit 231.653,00 Euro erheblich höher lagen, die Einnahmen für diese Projekte werden im Folgejahr dann zufließen. Aus diesen Zahlen kann man ablesen, dass der Anteil der Industrieprojekte in 2009 weiter stetig zugenommen hat und im Umsatz schon den Landesmitteln entspricht.

Aus 2008 wurden Drittmittel in Höhe von 6.776,09 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, im Wesentlichen Personalkosten, abgedeckt sind. In gleicher Weise werden auch erneut Drittmittel im Umfang von 105.787,71 Euro nach 2010 übertragen, siehe Abb. 6.

Der große Bundesanteil kommt durch die Großprojekte zustande wie SOLAR-THERMIE-2000, UPAK, JAFFA und andere beteiligte Partner und spiegelt damit auch die aktuelle Situation auf dem Forschungsmarkt wider, wo größere Projektsummen eigentlich nur in Bundesprojekten eingeworben werden können. Diese Projekte sind nahezu alle Kooperationsprojekte mit mehreren Partnern und werden thematisch von 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 eigenen Forschungskompetenz ermöglichen. Nach Auslauf der Förderung für die ZaFH-Zentren ZaFH.net und ZeMIS werden

diese inhaltlich weitergeführt und die Kooperation gepflegt. Im Folgeprogramm konnte ein weiteres ZaFH-Zentrum auf dem Gebiet der Opto-Elektronik PHOTON akquiriert werden, hier sind in 2009 jedoch nur Mittel in geringem Umfang abgeflossen, da ein geeigneter Mitarbeiter erst spät eingestellt werden konnte.

Die Einnahmesituation (Abb. 5) zeigt, dass der Drittmittelanteil den IAF-Aufwands mit 54 % deutlich über die Hälfte der Kosten des IAFs deckt. 43 %, also mehr als ein Drittel, beträgt der Hochschuleigenaufwand, die Basisfinanzierung durch das Land ist auf nur 3 % zurückgegangen. Die ausgebliebenen Mittel wurden also zum allergrößten Teil durch Ausgleich aus dem Hochschuletat aufgefangen.

Der Hochschuleigenaufwand (Ausgaben) beträgt mit 814.832 Euro ca. 45 % des Gesamtumsatzes, wobei hier die Arbeitsplatzkosten einkalkuliert sind. Die Hochschule stellte dem Institut aus Eigenmitteln (Abb. 7) etwa 250.000 Euro als zentrale Mittel zur Verfügung, um den Rückgang der Basisfinanzierung zu kompensieren. Hier sind auch die Mittel für den Forschungsordinator, eine Sekretärin mit halbem Deputat und 2 Vollzeitmitarbeiter und zahlreiche Tutoren eingerechnet.

Bei den Ausgaben (Abb. 6) überwiegen wie auch in den Vorjahren die Personalkosten mit nahezu 75 %. Auf die Investitionen wurde schon zuvor eingegangen. Die übrigen Sachausgaben von 337.775,36 Euro betreffen Projektausgaben, wobei sich auch hier der Umfang aus Verrechnungspositionen, hinter denen zum Teil Personalausgaben stehen (Tutoren), erklärt. Der Übertrag an Restmitteln für 2010 mit 105.787,71 Euro wird die kontinuierliche Arbeit im nächsten Jahr stützen.

Die eingesetzten Hochschulmittel sind in Abb. 7 näher aufgeschlüsselt. Den überwiegenden Teil bilden die kalkulatorischen Arbeitsplatzkosten, auf die schon eingegangen wurde. Als Substanz werden von der Hochschule neben einer Verwaltungskraft mit halbem Deputat nur der Forschungsordinator und ein Äquivalent von etwa 2 wissenschaftlichen Mitarbeitern eingebracht. Die restlichen Mittel verteilen sich auf De-

putate und einen Sachkostenbeitrag, der neben allgemeinen Verwaltungs-, Werbungs-, Messe- und sonstigen Kosten hauptsächlich für Tutoren aufgebracht wird. Damit werden bisher praktisch keine Mittel und Personen aus dem Studiengebührenaufkommen hier eingesetzt, obgleich im IAF zahlreiche Lehraufgaben und Betreuungsleistungen erbracht werden. Der Anteil für sogenannte „Freie Entwicklung“ beträgt damit gerade mal 5 % des Gesamtumsatzes und ist damit doch signifikant zu wenig.

Ärgerlich ist, dass bei einigen Förderprojekten die Kosten systematisch nicht gedeckt werden, wozu das Programm ProINNO (AIF), jetzt Zentrales Innovationsprogramm ZIM, zählt, auch wenn die Regeln eine 100-Prozent-Finanzierung der Hochschulkosten vorgaukeln. Bei diesen Projekten muss regelmäßig vorfinanziert werden. Von den Förderbedingungen her kommt es zu einem strukturellen Defizit, da die Personalkosten durch die Förderung nur zu etwa 90 % gedeckt werden (es wird z. B. nicht der Urlaub des Mitarbeiters bezahlt), was z. B. allein im Projekt DYNATEMP zu einem systematischen Defizit von 20.176,77 Euro führte. Diese Kosten sind letztlich von der Hochschule zu tragen. Eigentlich sollte man an solcherart finanzierten Projekten nicht mehr mitarbeiten. Aus ähnlichen Situationen ist inzwischen ein erhebliches strukturelles Defizit aufgelaufen, was derzeit aber noch nicht buchungsrelevant gedeckt wurde. Zwar sind diese Defizite durch die oben erwähnten Einnahmen prinzipiell gedeckt, die dabei auftretende Quersubvention widerspricht aber jeder Logik, insbesondere wenn die handelnden Bereiche und Personen nicht identisch sind.

Die Ausgaben setzen sich zusammen aus den Personalnettokosten und kalkulatorischen Zusatzkosten von in diesem Jahr 25 % der Personalkosten, was ein vergleichsweise günstiger Wert für Overheadkosten ist. 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 Forschungsleitung muss durch den Kollegen selbst erbracht werden. Die Finanzierung erfolgt über allgemeine IAF-Mittel, Sponsoren- oder sogar Preisgelder, wie sie z. B. im Rahmen des Projekts „Schluckspecht“ herein kamen. Auch mit solchen kleinen Mitteln können bei großem Idealismus aller Beteiligten große Ziele angegangen 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 35 Mitarbeiter angestellt, allerdings teilweise in Halbtagsstellen, wobei das einem Vollzeitäquivalent von etwa 19 Personen entspricht. Die Halbtagsstellen sind zum Teil mit Doktoranden und neuerdings mit Master-Studenten besetzt, die ihr Studium absolvieren. 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 über der Hälfte der Betroffenen 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.

Am Institut für Angewandte Forschung konnte im Sommer 2009 eine kooperative Promotion mit der Universität Karlsruhe im Schwerpunkt System- und Re-

gelungstechnik erfolgreich abgeschlossen werden. Die Hochschule Offenburg unterhält derzeit mit ca. 55 internationalen Hochschulen und Forschungsinstitutionen Kontakte.

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“ geleistet, 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 geworden. Es ist deshalb eine wesentliche Verbesserung, dass jetzt wenigstens zwei wissenschaftliche Mitarbeiter aus Hochschulmitteln finanziert werden, dazu noch eine Anzahl von Tutoren. Damit werden noch nicht die Zahlen erreicht, wie sie im sonstigen Umfeld öffentlich geförderter Institute anzutreffen sind. Der Anteil der Arbeiten am Institut, die unmittelbar lehr- und ausbildungsbezogen sind, ist letztlich vom Staat zu tragen. Das gebietet insbesondere die Fairness, wenn Evaluationen und Vergleiche mit anderen öffentlichen Forschungseinrichtungen angestellt werden, unter anderen 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 2009 noch nicht merklich im Umsatz nieder, jedoch wurden zahlreiche Anträge gestellt, von denen einige erfolgreich im nächsten Jahr bearbeitet werden sollen. 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 80 % 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.

Zu weiteren Informationen sei auf die Website des IAF

www.iaf.fh-offenburg.de

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

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

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

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

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

Patientenmagazine
PR-Arbeit
Websites

Medizin richtig kommunizieren

Wir sind die Übersetzer zwischen den Experten im Gesundheitswesen und den Patienten

Wir sind Experten in Sachen Kommunikation, PR und Marketing

Wir sind Berater und Dienstleister für Kliniken, Versorgungszentren, Ärzte, Apotheken und die Pharmaindustrie

kd-gesundheit

Kresse & Discher Medienverlag GmbH
Marlener Straße 2, 77656 Offenburg
Tel. 07 81/95 50-49
www.kd-gesundheit.de




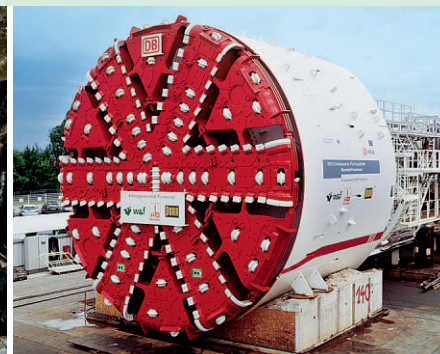
Qualität aus dem Südwesten.



Albert-Einstein-Straße 8 · 77656 Offenburg
Tel. 0781 9552-0 · www.ictwerbung.de

HERRENKNECHT AG | UTILITY TUNNELLING | TRAFFIC TUNNELLING


 DEUTSCHLAND



FINNETUNNEL: DOPPELTER DURCHBRUCH IM EILTEMPO.

HERRENGOSSERSTEDT

PROJEKTDATEN

 S-419, S-420
2x Mixschild (umbaubar)
Durchmesser: 10.820 mm
Antriebsleistung: 3.800 kW
Tunnellänge: 6.805 m
Geologie: Sand, Ton, Hartgestein

AUFTRAGGEBER

Arge Finnetunnel:
Wayss & Freytag
Ingenieurbau AG, Max
Bögl Bauunternehmung
GmbH & Co. KG, Porr
Technobau und Umwelt
GmbH

Seit dem 11. Februar 2010 ist der Finnetunnel (Sachsen-Anhalt) fertig aufgebohrt. Nach nur 15 Monaten Vortrieb erreichte auch der zweite Herrenknecht-Mixschild (S-420, Ø 10,82 m) sein Ziel bei Bad Bibra. Damit gelang den Mineuren der ARGE Finnetunnel die Fertigstellung des Nordtunnels noch schneller als die des parallelen Südtunnels, für den die baugleiche S-419 nur 17 Monate brauchte. An Spitzentagen wurden über 40 Tübbingringe, insgesamt über 280 Betonsegmente, im Tunnel verbaut. Zum schnellen Projekterfolg trug ein technisches Highlight bei: Die beiden Mixschilde waren umbaubar, so dass sie zunächst im

geschlossenen Modus im Grundwasser fahren und anschließend für den Vortrieb im Hartgestein umgerüstet werden konnten. Im offenen Hartgestein-Modus kam die Förderbandanlage der H+E Logistik zum Einsatz.

Der Finnetunnel zwischen Erfurt und Leipzig ist ein Teilstück der Hochgeschwindigkeitsstrecke München-Berlin, für die ein ICE ab 2015 nur noch rund vier Stunden benötigen wird.

Herrenknecht AG
D-77963 Schwanau
Tel. + 49 7824 302-0
Fax + 49 7824 3403
marketing@herrenknecht.de
www.herrenknecht.de



Projektübersicht

Nr.	Projektthema	Kategorie	Projektleiter
1.	System- und Regelungstechnik		
1.1	Projekte aus dem Bereich Medizintechnik	C	Prof. Dr. Jansen
1.2	ASIC Design 0,18 µm-UMC-Technologie	D	Prof. Dr. Jansen
1.3	Serienreifmachung des SEAGsens	C	Prof. Dr. Jansen
1.4	Entwicklung eines Hybridantriebssystems für kommunale Spezialfahrzeuge in Off-Road-Anwendungen	A	Prof. Dr. Nuß
1.5	Entwicklung eines robotergestützten mobilen Messsystems zur spektroskopischen Vermessung von Leichenflecken	A	Prof. Dr. Wülker
1.6	Space-Time-Scheduling in a Surveillance Network	A	Prof. Dr. Mayer
1.7	Crashsicherheit des Niedrigenergiefahrzeugs „Schluckspecht City“	D	Prof. Dr. Hochberg
2.	Physikalische Sensorik		
2.1	Theoretische Betrachtung von Multimode-Lichtwellenleiterverbindungen auf Kurzstrecken mit nicht-idealen offsetbehafteten Steckern bei toleranter Anregung	D	Prof. Dr. Lieber Prof. Dr. Curticapean
2.2	Optische Sensoren für intelligente automotiv und aeronautische Systeme	D	Prof. Dr. Curticapean
2.3	Analyse der Übertragungsqualität in MIMO-Funksystemen mit Space-Time-Block-Codierung	C	Prof. Dr. Felhauer
2.4	Luftbilder und Magnetfeldkarten – der Hochschul-Helikopter fotografiert aus der Vogelperspektive	D	Prof. Dr. Schröder
2.5	Holografisches Mikroskop	B	Prof. Dr. Schröder
3.	Verfahrenstechnik		
3.1	A simple Method for quantifying Triazine Herbicides using Thin-Layer Chromatography and a CCD-Camera	C	Prof. Dr. Spangenberg
3.2	Development of a continuously operated Microbial Fuel Cell (MFC)	D	Dr. Wilke
3.3	Betriebsanalyse und energetische Bewertung einer solarthermischen Anlage zur Unterstützung der Kälteversorgung eines Büro- und Verwaltungsgebäudes	A	Prof. Bollin
3.4	Small is beautiful oder Wissenschaftlich-technische Begleitung eines Feldtests mit Mikro-BHKWs	A	Prof. Bollin
3.5	Internationales Marketing der Forschungsgruppe Nachhaltige Energietechnik weitet seine Aktivitäten aus	A	Prof. Bollin
3.6	Optimale Körperformen mit minimalem Strömungswiderstand	A	Prof. Dr. Bühler Prof. Dr. Kachel
4.	Medien		
4.1	Mobile Device Based Collaborative Language Learning & An Empirical Evaluation	D	Prof. Dr. Christ
4.2	Mobile Learning a new Paragram of e-Learning in Optics and Photonics	D	Prof. Dr. Christ Prof. Dr. Curticapean
4.3	Hybride Lernarrangements in der Informatiklehre - Konzeption und erste Ergebnisse	D	Prof. Dr. Sängler Prof. Dr. Schmidt
4.4	Virtual Research Environment in the Digital Library of Alexander von Humboldt	B	Prof. Dr. Doherr
4.5	Independent coverage of the Shell Eco-Marathon 2009	D	Prof. Dr. Curticapean
4.6	Intermediales Gestalten – Workflows zwischen Produktion und Reflexion	D	Prof. Dr. Werner
5.	Betriebswirtschaft		
5.1	Das Problem der Leerfahrten im Straßengüterverkehr – und Möglichkeiten zu deren Reduzierung	D	Prof. Dr. Müller
5.2	Agentenbasierte Transportoptimierung	A	Prof. Dr. Dorer
5.3	Neue Möglichkeiten in der Produktentwicklung durch 3D-Drucken und 3D-Scannen	D	Prof. Dr. Junk
5.4	E-Publishing im Crossmedienzeitalter	C	Prof. Dr. Breyer-Mayländer
5.5	Eye-tracking study of an online shop environment	C	Prof. Dr. Rohbock
5.6	Wirkung einer realistischen Tätigkeitsvorschau im Personalauswahlverfahren	C	Prof. Dr. Weuster

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

Projekte aus dem Bereich Medizintechnik

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@fh-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 Projekte aus dem Bereich Medizintechnik

Prof. Dr.-Ing. Dirk Jansen
Dr.-Ing. Nidal Fawaz
Dipl.-Ing. (FH) Andreas Kreker
Dipl.-Ing. (FH) Marc Durrenberger M.Sc.
Dipl.-Ing. (FH) Waldemar Grünwald,
M.Eng.

Elektronische Pille (ePille®)

Das Institut für Angewandte Forschung (IAF) der Hochschule Offenburg arbeitet seit mehreren Jahren an der Entwicklung der elektronischen Pille, mit der Medikamente im Darm telemetrisch gesteuert auf Kommando freigesetzt werden können. Das System benötigt dazu eine hochminiaturisierte Elektronik, die in Form eines integrierten Schaltkreises (ASIC) entwickelt wurde.

Das Thema medizinische Telemetrie für eine solche Anwendung fand Niederschlag in einer Dissertation in Kooperation mit der Universität Karlsruhe, die im Sommer letzten Jahres erfolgreich abgeschlossen werden konnte. Dr. Fawaz hat inzwischen die Hochschule verlassen und eine hervorragende Position in der Industrie angenommen.

Das Projekt befindet sich damit in einer Übergangsphase, in der neue Mitarbeiter die Technologie wiederaufnehmen, weiterentwickeln und zu einem vollständig funktionierenden Prototyp ausarbeiten. Hierzu ist insbesondere die Detailausgestaltung der Ventileinheit und der mechanische Aufbau zu entwickeln. An dieser Stelle wurden Durchbrüche erzielt insofern, dass es gelang,

eine Ventileinheit zu entwickeln, die fertigungsgünstig, zuverlässig und bei geringem Bauraum die geforderten Funktionen erfüllt. Die hierbei entstandenen Erfindungen wurden inzwischen zum Patent angemeldet. Es wird erwartet, dass hier noch weitere Innovationen erforderlich sind, um das System in aller Funktionalität zu realisieren.

Mit der Schwerpunktverschiebung von der elektronischen auf nunmehr mechanischen Fragestellungen ist auch eine zunehmende Kooperation mit einem industriellen Partner begonnen worden. Dies ist ein wichtiger Punkt, als die nächsten Schritte mit industriell gefertigten Prototypen erfolgen müssen, andernfalls ist eine klinische Zulassung kaum möglich. Wegen des personellen Übergangs, der derzeitigen wirtschaft-

lichen Situation in der Industrie, den hohen technischen Anforderungen in dem Projekt muss der Zeitrahmen größer gewählt werden.

Das Projekt hat bisher schon zu acht internationalen Veröffentlichungen in hochwertigen Journalen und auf Konferenzen geführt und damit die Position der Hochschule signifikant sichtbar gemacht. Hervorzuheben sind auch drei Fernseh- und zwei Radiobeiträge im regionalen Umfeld.

TeleMed

Das Projekt TeleMed ist ein „Spinn-off“ aus dem Projekt ePille und verwertet die dort entwickelte LF-Telemetrie für eine Implantatapplikation. Zusammen mit der Firma Tricumed GmbH, Kiel, wird eine Implantatelektronik entwickelt, die

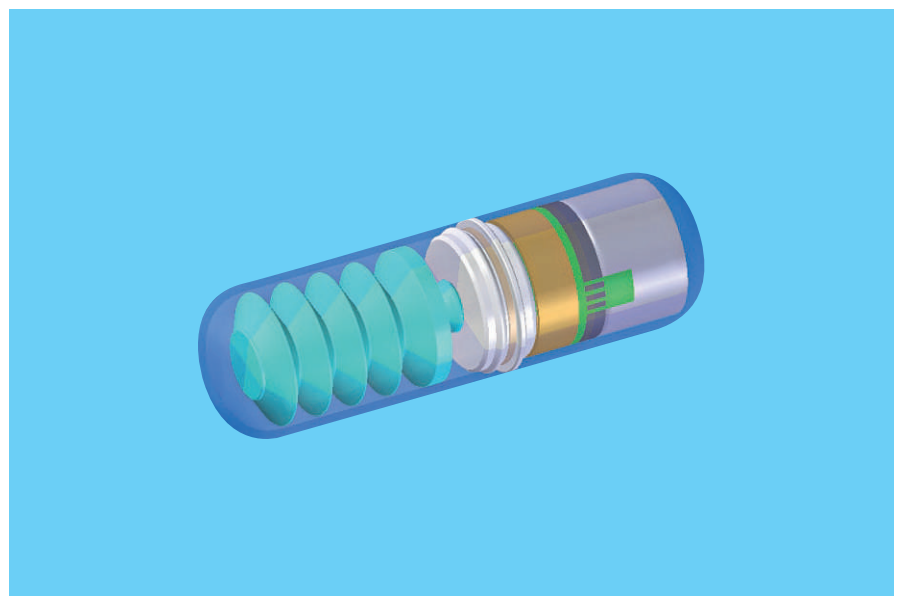


Abb. 1.-1-1: ePille®



Abb. 1.1-2: Gesamtgerät des Transoesophagealen Stimulators

es erlaubt, eine Schmerzinjektionspumpe zu steuern. Da das Implantat bis zu 10 Jahre im Körper verbleibt, sind entsprechende Anforderungen an den Energieverbrauch und die Betriebssicherheit gegeben.

Die Entwicklung erfolgt unter den rigiden Anforderungen der europäischen Normen für die Entwicklung von Elektronik für medizinische Anwendungen. Eine Implantatelektronik gehört zu der höchsten Klasse 3 mit besonderen Anforderungen zu Entwicklungsablauf, Risikoanalyse und Dokumentation. Dies gilt auch für die Entwicklung für die eingebettete Software (Firmware), die das System steuert. Das IAF hat dabei die Gelegenheit, im Zusammenwirken mit der Firma Tricumed die Verfahren näher kennenzulernen und eigene Erfahrungen in der Qualifikation solcher High-Value-Electronics zu gewinnen. Nähere Einzelheiten werden erst im nächsten Forschungsbericht dargestellt.

Transoesophagealer Stimulator

Bei diesem Projekt geht es um ein Verfahren, bei dem Herzuntersuchungen durch elektrische Stimulation mit Impulsfolgen durchgeführt werden. Dies erfolgt gewöhnlich durch einen Katheter, der über die Blutbahn (Arterie) direkt in das Herz geführt wird. Hierfür ist ein blutiger Eingriff erforderlich, der mit klinischem Aufenthalt und einem Restrisiko für den Patienten verbunden ist. Katheter-Untersuchungen dieser Art erfolgen in sehr großer Zahl und sind ein wichtiges Diagnoseverfahren. Bei

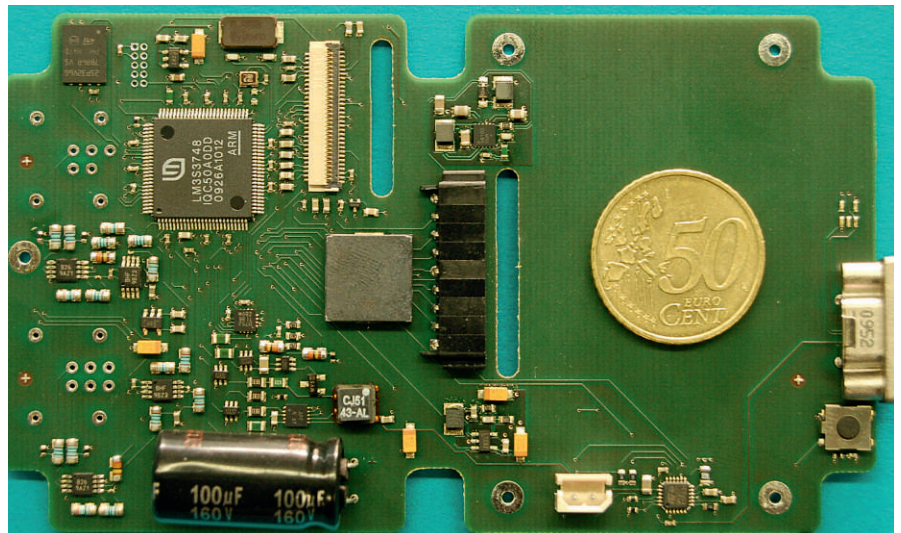


Abb. 1.1-3: Platine

über 100000 Herzschrittmachern, die jedes Jahr allein in Deutschland implantiert werden, sind diese Diagnoseverfahren Standard.

Die Anregung des zu untersuchenden Herzens kann jedoch auch über die Speiseröhre (Oesophagus) erfolgen, die direkt hinter dem Herzen durchläuft. Eine Katheter-Stimulation über den Oesophagus ist unblutig, kann ambulant erfolgen und ist für den Patienten risiko- und weitgehend beschwerdefrei. Damit kann ein Teil der diagnostisch durchgeführten Eingriffe substituiert werden zum Wohle der Patienten (und der Krankenkassen). Hierzu sind natürlich höhere Spannungen als bei einer inneren Stimulation erforderlich, die Einführung der Sonde über die Speiseröhre ist jedoch sehr einfach, leicht ambulant möglich und für den Patienten weitgehend beschwerdefrei.

Das von der Firma Dr. Osypka GmbH, Reinfeld, entwickelte Stimulationsgerät für diese Untersuchung soll durch ein modernes, prozessorgesteuertes System mit Display ersetzt werden. Das IAF hat hier den Auftrag, auf der Basis der bestehenden Spezifikationen und weiteren Optimierungen ein solches System zu entwickeln.

Das Gerät ist gekennzeichnet durch eine zentrale Computerbaugruppe mit einem ARM-Cortex-M3-Prozessor, der die Bedienung als auch die grafische Anzeige auf einem farbigen OLED-Display steuert. Das System hat zudem ana-

loge Eingänge zur Aufnahme eines EKG und der im Oesophagus abgegriffenen Signale. Beides wird zur Anzeige gebracht und zum synchronen Triggern eines Stimulationssignals verwendet. Dieses Stimulatorsignal kann Impulse bis 80 Volt und 20 Milliampere erzeugen. Das Gesamtsystem ist nach modernen Gesichtspunkten fertigungsgerecht auf einer einzelnen Elektronikplatine in SMD-Technik aufgebaut. Eine erste Version in einem Standardgehäuse wird voraussichtlich im Sommer 2010 für klinische Versuche bereitstehen.

Die entwickelte Steuer- und Anzeigeelektronik mit dem ARM-Cortex-Prozessor wird die Basis bilden für moderne Geräte einer Baureihe, die weitere Produkte im Medizintechniksektor zu realisieren erlaubt.

Referenzen

- [1] An Advanced Modulation Technique for Telemetry System used for Smart Capsuls, IEEE ACTEA Conference, P. 644 – 647, ISBN 9781424438341, Beirut, Libanon, 2009
- [2] A Chip for the Electronic Pill, IC Europractice, Activity Report 2008, p. 24, Belgium, 2009
- [3] Dissertation M.Sc. Nidal Fawaz, "Biomedical Telemetry Application of an Electronic Capsule with Enhanced Performance", Karlsruhe, Juli 2009
- [4] DATE2009, Poster, Nizza, 2009

1.2 ASIC Design in 0,18 μm -UMC-Technologie

Prof. Dr.-Ing. Dirk Jansen
Dipl.-Ing. (FH) Daniel Bau M.Sc.
Dipl.-Ing. (FH) Andreas Kreker

Im Institut für Angewandte Forschung (IAF) der Hochschule Offenburg, im ASIC-Design-Center wird seit Jahren an einem Softcore, genannt SIRIUS (Small Imprint Risc for ubi quitions System), entwickelt, der sich inzwischen in drei Familienmitglieder aufteilt:

- **SIRIUS-TINY**
mit einer internen 16-bit-Struktur- und einem 16-bit-Adressraum als kleinen Bruder, dem
- **SIRIUS-JANUS**
mit einer internen 32-bit-Struktur, aber einem 16-bit-Bus-System, das es erlaubt den 32-bit-Adressraum zu nutzen, und dem großen Bruder, dem
- **SIRIUS-HULK**
der sowohl intern als auch extern über eine 32-bit-Struktur verfügt, zusätzlich einen 32-bit-Divider enthält und auf den Speicher über einen dualen Cache zugreift.

Diese Familie deckt nun den gesamten potenziellen Einsatzbereich von kleinen Minianwendungen (TINY) bis hin zu Anwendungen, wo eine hohe Performance, wie z. B. einem PDA, erforderlich ist. Für alle drei Prozessoren bestehen inzwischen ein verifizierter C-Compiler und ein individuelles Entwicklungssystem einschließlich dem Simulator.

Der TINY ist zugleich Entwicklungsobjekt im Master-Kurs des Elektrotechnikstudiengangs EIM, wo Studenten am Beispiel dieses Prozessorkerns die Funktion einer Rechnerarchitektur erlernen. Am Ende des Kurses hat jeder seinen TINY in VHDL programmiert, kann auf ihm Programme ausführen, die er in der Hochsprache C geschrieben hat. So ist es eine der Abschlussaufgaben des Kurses, mit dem Prozessor die bekannte Melodie von Beethoven „Elise“ abzuspielen (hartgesottenen Badener dürfen auch das „Badner Lied“ intonieren).

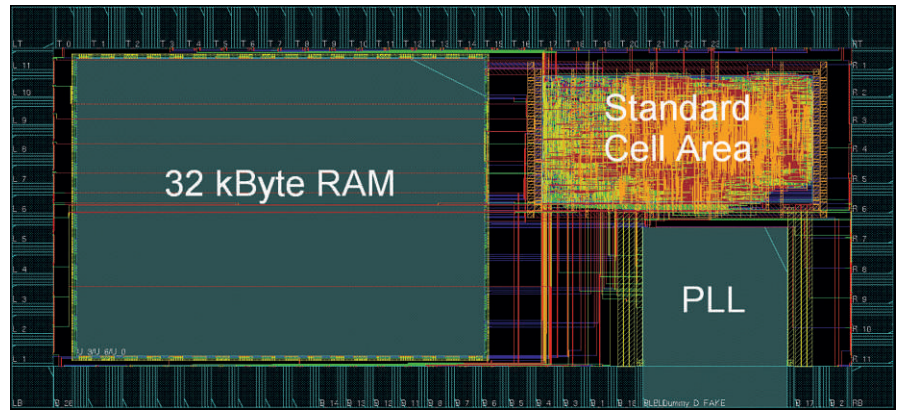


Abb. 1.2-1: UMC 0,18 μm ASIC SoC (Chipfläche: 3,24 x 1,53 mm², Kerngröße 0,3 mm²)

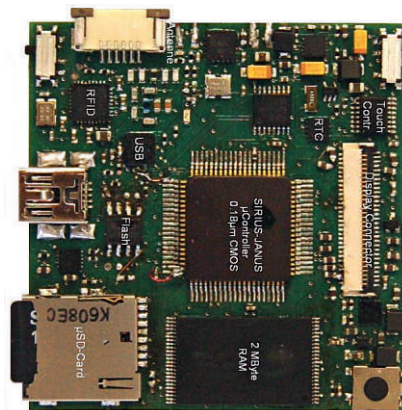


Abb. 1.2-2: PDA-Platine (51 x 53 mm²)



Abb. 1.2-3: PDA mit SIRIUS-JANUS (studPOD)

Der SIRIUS JANUS wurde inzwischen auf die 0,18 μm -Technologie von UMC portiert.

Gegenüber der bisher verwendeten 0,35- μm -Technologie von AMI bedeutet dies eine Verkleinerung aller Strukturen um den Faktor 4. Ein entsprechender Chip wurde im Sommer 2009 entworfen, gefertigt und inzwischen erfolgreich in Betrieb genommen. Er betreibt einen hochminiaturisierten STUD-Pod, dem neuesten Studenten-PDA mit AMOLED-Display und Touchscreenbedienung.

Diese PDA-Entwicklung ist ein Vehicle, die Performance des SIRIUS-Kerns unter anspruchsvollen Zeitbedingungen zu demonstrieren, das System und auch das in wesentlichen Punkten vorhandene OS weiterzuentwickeln. Diese Ent-

wicklung wird weitgehend von Studenten getragen. Die erfolgreiche Umsetzung in die 0,18- μm -Technologie hat nicht nur wegen der Integrationsdichte Vorteile, sondern auch im Leistungsverbrauch und in der Arbeitsgeschwindigkeit. So arbeitet der SIRIUS im UMC-Chip jetzt mit einer Frequenz bis zu 170 Mhz, seine Leistungsaufnahme beträgt nur etwa 100 $\mu\text{W}/\text{MHz}$ (ohne Speicher). In der nächsten Generation wird der HULK in UMC die Leistungswerte weiter bis in den kommerziellen Nutzbereich steigern.

Die Prozessoren wurden auf einer Postersession auf der internationalen Konferenz DATE 2010 im März in Dresden in der University Booth demonstriert. Hierzu wird es noch einige anspruchsvolle Master- und Bachelor-Arbeiten geben.

1.3 Serienreifmachung des SEAGsens

Prof. Dr.-Ing. Dirk Jansen
 Dipl.-Ing. (FH) Tobias Volk M. Eng.
 Dipl.-Ing. (FH) Alexander Riske

In Zusammenarbeit mit der Firma Schweizer Electronic AG, Schramberg, wurde seit 2007 ein aktives Sensorsystem mit Datenloggerfunktion entwickelt. Das System verfügt über eine RFID-Systemschnittstelle nach dem ISO15693-Standard und kann bis zu 30.000 Messwerte speichern. Im Jahr 2009 wurde im Auftrag der SIEMENS AG, Österreich, die Firmware des Systems nach neuen Spezifikationen und Ideen in wesentlichen Teilen neu entwickelt. Die hierbei zugrundeliegenden Prinzipien sind folgende:

- Die gesamte Kommunikation wird in wenige Kommandos gekapselt, die von einer „Kommunikation-Engine“ bedient werden.
- Alle Daten, auch Konfigurationsdaten, Messwerte, Zusatzdaten usw. werden in Form von Dateien in einem einfachen Dateisystem gespeichert, das Bestandteil des Sensors ist. Das Dateisystem ermöglicht den Zugang zu Daten (Auslesen) wie auch das Übertragen von Daten in klassischer Weise, wie man es von einem Memory-Stick her kennt, nur dass hier die Schnittstelle über RFID geführt wird.

Dieses neue Konzept hat gegenüber der klassischen Firmwarekonzeption den Vorteil der Modularität und Erweiterbarkeit. So können unterschiedliche Files im Dateisystem gespeichert werden. Der Sensor verhält sich im Prinzip wie ein kleiner Rechner, der mit einem Master über den RFID-Reader kommuniziert. Die damit geschaffene Funktionalität ermöglicht zahlreiche neue Anwendungen in der Logistik. Eine einfache Anpassung an neue Anforderungen und eine unvergleichlich höhere Komplexität in der Funktionalität, was das System in dieser Form einzigartig macht.

Anfang 2010 wurde die Serienproduktion freigegeben, die Vermarktung erfolgt über die Firma SIEMENS unter der Marke „SensoTag“ nicht nur im Bereich Blutüberwachung, sondern auch im Be-

reich der allgemeinen pharmazeutischen Logistik.



Abb. 1.3-1: Elektronikplatine des SEAGsens-Datenempfangsmoduls, Version 6.0

Die Serienreifmachung umfasste hierbei nicht nur kleinere Modifikationen an der Elektronik, sondern insbesondere im Softwarebereich neue Konzepte und eine zentrale Durchstrukturierung zu einem umfassenden Sicherheitskonzept, Abbildung 1.3-1. So sind alle auf dem Sensor gespeicherten Daten CRC-geschützt. Auch Langzeitfehler können erfasst werden und alle Übertragungen sind digital gesichert. Eine dreistufige Zugangsberechtigungs-Authentifizierung ermöglicht zudem die Anpassung an typische logistische Strukturen sowie eine Verschlüsselung der Daten. Der letzte Aspekt ist nicht zuletzt deshalb von großer Bedeutung, da die SEAGsens-Sensoren quasi als Zeugen dienen und über die Annahme oder Ablehnung hochwertiger Waren nach mehrmonatigen Transportvorgängen entscheiden.

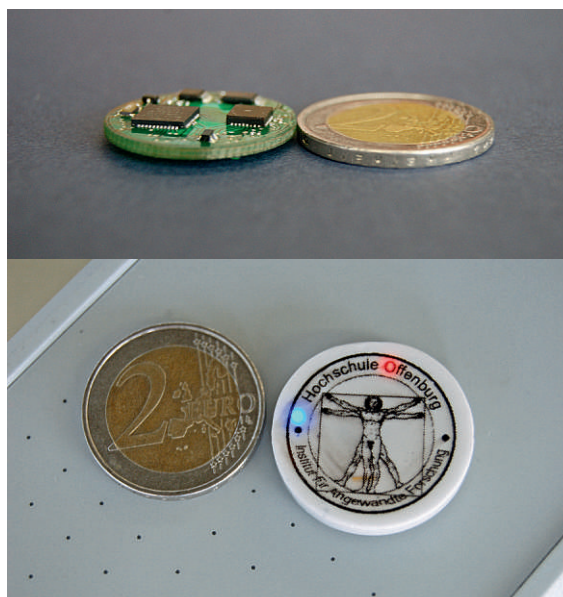


Abb. 1.3-2: μ Sens, hochminiaturisierter Datenerfassungssensor mit ASIC-Frontend, kompatibel mit SEAGsens. Oben: Elektronik-Platine mit bestückten ICs Unten: vergossene Ausführung

Die Entwicklung von SEAGsens kann zunächst als abgeschlossen gelten.

Die nächste Generation wird sich auf die Miniaturisierung der Elektronik konzentrieren, was schon bereits mit dem μ Sens (Abbildung 1.3-2) erfolgt ist, wobei die ASIC-Technologie zum Einsatz kommt. Mit der Miniaturisierung werden völlig neue Anwendungsfelder erschlossen. So kann der Sensor als One-time-use disposal device ausgelegt werden, was andere Anforderungen an die Elektronik und die Kosten stellt.

Um die Familie zu komplettieren, wurde ein passendes Miniaturlesegerät zum SEAGsens und seinen Abkömmlingen entwickelt (Abbildung 1.3-3), sodass das IAF heute die ganze Palette vom Sensor bis zur PC-Software einschließlich des Lesegeräts anbieten kann. Diese letzten Entwicklungen sind noch nicht in Serienreife überführt. Das wird Aufgabe des nächsten Jahres sein, wobei die industriellen Anforderungen der Partner einfließen werden.



Abb. 1.3-3: RFID-Lesegerät für die SEAGsens/ μ Sens-Familie

Entwicklung eines Hybridantriebssystems für kommunale Spezialfahrzeuge in Off-Road-Anwendungen

Prof. Dr.-Ing. habil. Uwe Nuß
Fakultät Elektrotechnik
und Informationstechnik (E+I)

Badstraße 24
77652 Offenburg
Tel. 0781 205-309
E-Mail: uwe.nuss@fh-offenburg.de

1960: Geboren am 13.06. in Pforzheim
1980–1985: Studium der Elektrotechnik an der Universität Karlsruhe (TH)
1985–1994: Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Elektrotechnischen Institut der Universität Karlsruhe, 1989 Promotion, 1994 Habilitation
1994–2003: Industrietätigkeit bei der Struckmeier GmbH (ab 2001: Wittur GmbH), ab 1995 stellvertretender Entwicklungsleiter
Seit 2003: Professor für elektrische Antriebstechnik, Leistungselektronik, Regelungstechnik sowie Grundlagenfächer an der Hochschule Offenburg
Seit 2006: Mitglied des Instituts für Angewandte Forschung (IAF) der Hochschule Offenburg



Forschungsgebiete: Hochdynamische Regelung elektrischer Antriebe

1.4 Entwicklung eines Hybridantriebssystems für kommunale Spezialfahrzeuge in Off-Road-Anwendungen

Prof. Dr.-Ing. habil. Uwe Nuß

Abstract

In this paper the actual stage of development of the cooperation project "development of a hybrid-electric power train for municipal special-purpose vehicles in off-road applications" is described. In detail, the common operation modes of the synchronous drive as well as the energy management requirements and the demands on the battery protection circuit are discussed. A short preview onto the following project steps closes the article.

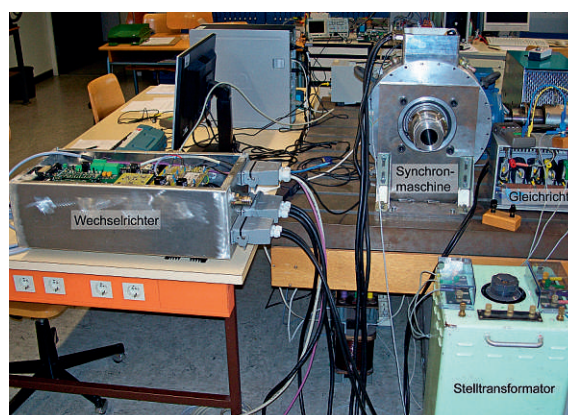
Einleitung

In [1] wurde bereits berichtet, dass im Labor für elektrische Antriebe und Leistungselektronik in Kooperation mit den Firmen Heinzmann GmbH & Co. KG und LADOG-Fahrzeugbau und Vertriebs GmbH ein Wechselrichter zur Speisung eines Synchronmotors für einen Hybridantrieb eines kommunalen Spezialfahrzeugs entwickelt wird. Während in [1] wegen der damals erst kurzen Projektlaufzeit nur die ersten Projektschritte beschrieben werden konnten, wird in diesem Beitrag der derzeit erreichte Entwicklungsstand dargestellt.

Erreichter Entwicklungsstand

Inzwischen liegen die zum elektrischen Teil des Antriebspakets gehörende permanentmagneteregte Synchronmaschine und der sie speisende Wechselrichter als eigenentwickelte Prototypen vor. Ab-

Abb. 1.4-1: Laboraufbau des Synchronantriebs für das hybridmotorbetriebene kommunale Spezialfahrzeug



bildung 1.4-1 zeigt beide Antriebskomponenten, wie sie zu Prüfzwecken im Labor für elektrische Antriebe und Leistungselektronik aufgebaut sind.

In Kürze werden sie zusammen mit der als Energiespeicher dienenden 390V-Lithium-Ionen-Batterie in das Testfahrzeug eingebaut. Auf einem Belastungsprüfstand des Kooperationspartners Heinzmann GmbH & Co. KG konnten außerdem schon die projektierten Nenndaten des Antriebs verifiziert werden. Besonders erwähnenswert ist aus Sicht der Hochschule Offenburg der maximale Dauerausgangsstrom des wassergekühlten Wechselrichters in Höhe von 220 A bei einer Schalt- und Regelfrequenz von 8 kHz.

Betriebsweisen des Synchronantriebs

Im Fahrbetrieb wird der Synchronantrieb im Regelfall drehmomentgesteuert betrieben.

Der Wechselrichter erhält hierbei vom übergeordneten Hybridsteuergerät einen Drehmomentsollwert, der wechsel-

richterintern in eine dazu proportionale Stromsollwertamplitude für die Synchronmaschine umgerechnet und mit Hilfe eines pulsweitenmodulations- und raumzeigerbasierten Stromzustandsreglers [2] und sechs in Drehstrombrückenschaltung angeordneten IGBTs (Insulated Gate Bipolar Transistors) in den Motor eingepreßt wird. Währenddessen wird die Drehzahl des gesamten Hybridantriebs maßgeblich vom Dieselmotor und seiner Ansteuerung bestimmt.

Je nach Belastungssituation kann der Synchronantrieb das Drehmoment des Dieselmotors unterstützen, z. B. bei einer kurzzeitigen Belastungserhöhung oder überschüssiges Drehmoment des Dieselmotors zur Aufladung der Lithium-Ionen-Batterie verwenden, beispielsweise im Leerlauf oder beim Abbremsen des Fahrzeugs. Auf diese Weise gelingt es, den Dieselmotor möglichst lang in einem optimalen Betriebszustand zu halten und dadurch seinen Wirkungsgrad zu verbessern bzw. die Abgasemissionen herabzusetzen.

Schließlich muss der Synchronantrieb noch den drehzahlgeregelten Betrieb beherrschen, um als Starter für den Dieselmotor wirken zu können.

Energiemanagement und Batterieschutz

Wird dem Synchronantrieb ein motorisch wirkendes Drehmoment bei nicht vernachlässigbarer Drehzahl vorgegeben, dann führt das wegen der Leistungsabgabe des Motors zu einer Abnahme des Energieinhalts der Lithium-Ionen-Batterie. Bei einem generatorisch wirkenden Drehmoment erhöht sich dagegen der Energieinhalt der Batterie. Da weder ein bestimmter Maximalwert der Batterieausgangsspannung überschritten werden darf – im vorliegenden Fall 425 V – noch eine bestimmte Mindestspannung zu unterschreiten ist, muss bei der Drehmomentsollwertvorgabe der Ladezustand der Lithium-Ionen-Batterie miteinbezogen werden. Um alle Bedingungen, die zu beachten sind, berücksichtigen zu können und einander entgegengesetzte Forderungen geeignet zu priorisieren, ist ein intelligentes Energiemanagement erforderlich. So hat beispielsweise bei einem mittleren Batterieladezustand die Entlastung des Dieselmotors bei einer Belastungserhöhung mit begrenzter Dauer eine höhere Priorität als die Vermeidung der Abnahme des Batterieenergieinhalts. Bei niedrigem Ladezustand der Batterie ist die Prioritätsverteilung dagegen genau umgekehrt.

Bereits die Ermittlung des Ladezustands der Lithium-Ionen-Batterie ist eine nicht zu unterschätzende Aufgabe, zumal er nicht allein an der Batteriespannung zu erkennen ist. Vielmehr muss die Stromaufnahme bzw. -abgabe der Batterie fortwährend integriert werden, woraus dann unter Einschluss weiterer Informationen auf den Ladezustand geschlossen werden kann. Zwar liefert die Batterie über eine CAN-Buskommunikation die gewünschten Daten direkt an das Hybridsteuergerät. Zur Redundanzerrhöhung ist es aber auch wünschenswert, dass das Hybridsteuergerät Informationen über den Batteriestrom und die Batteriespannung über eine weitere Quelle erhält. Da der Wechselrichter aufgrund seiner Sensoren und seiner hohen Messgliedabtastraten am ehesten in der Lage ist, diese redundanten Informationen zu liefern, erfolgt dort durch eine Leistungsbilanzauswertung die Berechnung des im Wechselrichter selbst nicht

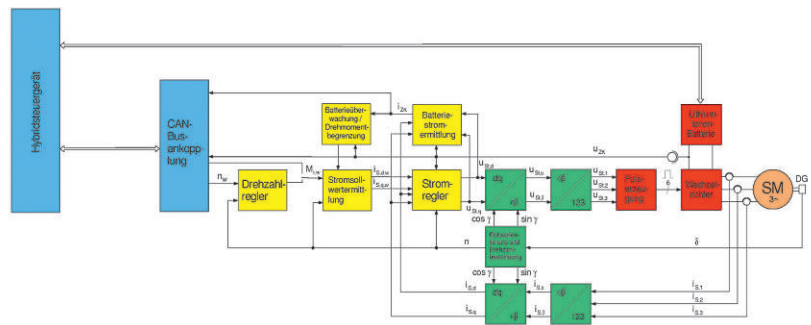


Abb. 1.4-2: Übersicht über die Steuerungs-, Regelungs- und Überwachungsstruktur des Synchronantriebs für Hybridantriebszwecke

gemessenen Batteriestroms. Über den CAN-Bus wird diese Information dann gemeinsam mit der gemessenen Batteriespannung an das Hybridsteuergerät weitergeleitet.

Um die relativ teure Lithium-Ionen-Batterie möglichst sicher vor Über- oder Tiefentladung sowie vor zu schnellem Auf- und Entladen zu schützen, wurden im Wechselrichter redundante, vom Hybridsteuergerät unabhängige Überwachungs- und Reaktionsmöglichkeiten geschaffen. So wird beispielsweise ständig die Höhe des ermittelten Batteriestroms und der Batteriespannung überwacht und bei Überschreiten erster festgelegter Schwellwerte das Drehmoment selbsttätig im Betrag reduziert, wodurch der Leistungsaustausch mit der Batterie abnimmt. Bei Überschreiten eines höheren Schwellwertes wird der Antrieb dann gesperrt.

Zur Veranschaulichung des Zusammenwirkens der beschriebenen Komponenten zeigt die Abbildung 1.4-2 ein entsprechendes Übersichtschaltbild, das darüber hinaus noch um die wesentlichen Funktionsblöcke für die Synchronmaschinenregelung ergänzt ist.

Die Spannung der Lithium-Ionen-Batterie ist darin mit u_{zk} und der Batteriestrom mit i_{zk} bezeichnet. $M_{i,w}$ ist der vom Hybridsteuergerät vorgegebene Drehmomentsollwert, n_w der Drehzahlsollwert, n der Drehzahlwert, Δ der mechanische Rotorwinkel sowie $i_{s,1}$, $i_{s,2}$ und $i_{s,3}$ die Statorphasenströme der Synchronmaschine. Der Stromregler, der in einem rotorfesten Koordinatensystem arbeitet, erhält seine Istwerte $i_{s,d}$ und $i_{s,q}$ durch Transformation der Phasenströme in dieses rotierende Koordinatensystem. Es handelt sich dabei um zwei hintereinander geschaltete Transformationen, wobei

die zweite Transformation eine Raumzeigertransformation um den elektrischen Rotorwinkel γ ist. Die vom Stromregler ermittelten Stellgrößen, die Stuerspannungsraumzeigerkomponenten $u_{st,d}$ und $u_{st,q}$ werden dann wieder in die Phasengrößen $u_{st,1}$, $u_{st,2}$ und $u_{st,3}$ zurücktransformiert und unter Einbeziehung von Maßnahmen zur Stellbereichserweiterung sowie von Begrenzungs- und Kompensationsmaßnahmen einem Pulsweitenmodulator zugeführt, der schließlich die Ansteuersignale für die Leistungstransistoren des Wechselrichters erzeugt.

Abgesehen von einigen noch ausstehenden Optimierungsarbeiten, ist die Entwicklung der in Abbildung 1.4-2 dargestellten Struktur abgeschlossen und zum Teil, wie bereits erwähnt, an einem stationären Belastungsprüfstand schon verifiziert. Im darauf folgenden Schritt müssen nun Erfahrungen beim Testbetrieb der demnächst in das Versuchsfahrzeug einzubauenden Komponenten gesammelt und ggf. erkannte Schwachstellen beseitigt werden.

Das beschriebene Projekt wurde von der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) gefördert. Der Autor dankt der AiF für die gewährte finanzielle Unterstützung.

Referenzen/References

- [1] Nuß U.: Drehgeberlose Synchronmotorregelung für Off-Road-Hybridfahrzeuge. Beiträge aus Forschung & Technik 2008, Hochschule Offenburg, Offenburg
- [2] Nuß U.: Hochdynamische Regelung elektrischer Antriebe. Erscheint demnächst im VDE-Verlag, Berlin/Offenbach, 2010

Entwicklung eines robotergestützten mobilen Messsystems zur spektroskopischen Vermessung von Leichenflecken

Prof. Dr. rer. nat. Michael Wülker
Fakultät Maschinenbau und
Verfahrenstechnik (M+V)
Studiengang Mechatronik

Badstraße 24
77652 Offenburg
Tel 0781 205-257
wuelker@fh-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

1.5 Entwicklung eines robotergestützten mobilen Messsystems zur spektroskopischen Vermessung von Leichenflecken

Prof. Dr. rer. nat. Michael Wülker
Clemens Ratajczak

Abstract

The appearance and colour changes of livor mortis after death are of major importance to forensic medicine. The University für Gerichtsmedizin of Freiburg applies spectral reflectance measurements for their characterisation, backed up by models of the optical behaviour of skin developed by the Freiburger Materialforschungszentrum. The irregular and sparse timing of these previous measurements turns out to be a major drawback to investigate changes of reflectance spectra with time. To improve the situation an automated and mobile measurement system is developed. To allow free access of oxygen the spectrometer head should rest on the skin only while a reflectance spectrum is recorded. A robot manipulator ensures flexibility and reliability in the necessary movements. The robot arm is equipped with the spectrometer head, a temperature sensor, and an ultrasonic distance sensor in conjunction with end-switches. In addition a camera allows documenting the morphology of the livor mortis. The fully mobile system including all data acquisition has been designed and will soon be finished in order to be validated with longer-term test runs.

Einleitung

Im Rahmen eines von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Projekts des Instituts für Rechtsmedizin der Universität Freiburg und des Freiburger Materialforschungszentrums entwickelt die Robotikgruppe der Hochschule Offenburg ein robotergestütztes mobiles Messsystem zur spektroskopischen Vermessung von Leichenflecken. Ziel des Gesamtprojekts ist die Charakterisierung von intravitalem und postmortalen Hautveränderungen auf der Basis reflektions-spektrometrischer Messungen an menschlicher Haut durch ein physikalisches Hautmodell. Projektleiter ist Prof. Dr. Michael Bohnert, Institut für Rechtsmedizin Freiburg, der den grundlegenden Anstoß zum Einsatz spektroskopisch aufgelöster Messungen der Färbung von Leichenflecken gab [1]. In Zusammenarbeit mit dem Freiburger Materialforschungszentrum wurde dazu ein Modell für das optische Verhalten der Haut entwickelt [2]. Im Anschluss wurde insbesondere die Reoxygenierung der Leichenflecken bei gekühlter Lagerung untersucht [3]. Der Dokumentation der Messreihen liegt ein elektronisches Laborbuch zugrunde, das von der Servicegruppe Wissenschaftliche Informationsverarbeitung des Materialforschungszentrums entwickelt wurde [4]. Als problematisch erwies es sich, dass sich eine Messreihe über 50 bis 60 Stunden erstreckt und in der Regel nur zweimal täglich Handmessungen durchgeführt werden konnten, die zudem bei Raumtemperatur erfolgen mussten.

Hintergrund

In einem vorangegangenen Projekt (DFG-Projekt Bo 1923/2-1) wurde auf der Basis von Monte-Carlo-Simulationen ein physikalisches Hautmodell entworfen, mit dessen Hilfe die Konzentrationen von CO-Hämoglobin, Oxy- und Desoxyhämoglobin im Blut der Totenflecken durch spektrophotometrische Oberflächenmessungen an der Haut bestimmt werden können. Allerdings sind die Ergebnisse bislang noch fehlerbehaftet und das Hautmodell ist nur für wenige Parameter im Wellenlängenbereich von 500 nm bis 600 nm getestet worden. Um dem Anspruch eines echten Modells der Lichtausbreitung in der Haut gerecht zu werden, wird es nun im Rahmen dieses Projekts (DFG-Projekt Li 1799/1-2) ausgebaut und verbessert. Ziel ist die Beschreibung und die mathematische Modellierung der Dynamik von postmortalen Vorgängen in der menschlichen Haut sowie die Entwicklung geeigneter experimenteller und auch informationstechnologischer Rahmenbedingungen zum breiten Einsatz der entwickelten Technologien. Dabei sind folgende Teilziele formuliert:

- Aufbau der experimentellen Voraussetzungen zur engmaschigen Dokumentation von postmortalen Veränderungen der Haut auf der Basis reflexionsspektrometrischer Messungen

- Verbesserung des zugrunde liegenden physikalischen Hautmodells im Hinblick auf Messgeometrie und Hautmorphologie
- Beschreibung und mathematische Modellierung der zeitlichen Entwicklung von Hautfarbstoffkonzentrationen und Streuergrößenverteilungen
- Erweiterung des zugrunde liegenden physikalischen Hautmodells im Hinblick auf eine verbesserte Anwendung für forensisch-medizinische Fragestellungen

Roboterassistiertes mobiles Messsystem

Durch die Automatisierung der Messungen mit einem roboterassistierten mobilen Messsystem schafft die Robotergruppe der Hochschule Offenburg insbesondere die experimentellen Voraussetzungen für die systematische Erfassung der Messreihen ohne äußere Störeinflüsse und in gekühlter Umgebung. Dabei wird ein neues Spektrometer eingesetzt, das einen entsprechenden Steuerrechner, einen fahrbaren Labortisch, einen Roboterarm für die Bewegung des Messkopfs, ergänzt um Temperatursensoren zur Oberflächenmessung und eine Digitalkamera, benötigt. Die gesamte Messeinrichtung soll in der sehr beengten Kühlkammer Platz finden, um dort in regelmäßigen Abständen von 30 bis 60 Minuten Messungen an einer definierten Hautstelle vorzunehmen. Der Messkopf soll dabei durch den Roboterarm automatisch nur zur Messung auf der Haut platziert werden und sonst so positioniert bleiben, dass der Untersuchungsbereich ungehinderten Kontakt mit der Umgebungsluft hat. Darüber hinaus soll die Hauttemperatur in der Nachbarschaft der Messstelle kontinuierlich aufgezeichnet werden. Es sind die nachfolgenden Teilziele zur Entwicklung des mobilen Messsystems gesteckt worden:

- Entwicklung der Software zur Messdatenerfassung
- Ansteuerung der Messinstrumente (Spektrometer, Thermometer, Digitalkamera) mit LabVIEW
- Transferieren der Daten in das elektronische Laborbuch

- Entwicklung eines Steuerungsprogramms für den Roboterarm
- Entwicklung eines Verfahrens zum Teaching der anzufahrenden Positionen
- Ansteuerung vorgegebener Positionen mit Hilfe eines Ultraschallsensors
- Integration und Koordination der Roboterarmsteuerung und der Messdatenerfassung
- Test und Adaption des Messplatzes für einen sicheren Betrieb
- Dokumentation der automatisierten Zeitreihenerfassung

Das roboterassistierte mobile Messsystem ist detailliert in [5] beschrieben.

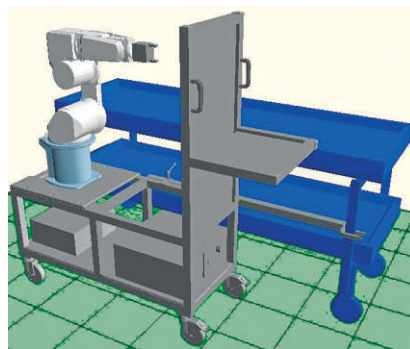


Abb. 1.5-1: Rollwagen

Bewegungssystem (Roboter und Roboterwagen)

Als zentrale Komponente für das Bewegungssystem wurde ein Knickarmroboter ausgewählt, da es diese Robotergattung erlaubt, innerhalb des Arbeitsraums jede Messposition mit jeder beliebigen Ausrichtung des Messkopfs einzustellen. Bei der Auswahl wurde auf ein ausreichendes Arbeitsraumvolumen, den Betrieb bei Kühlraumtemperaturen und einen Compliance-Modus geachtet. „Compliance“ bedeutet hier, dass der Roboterarm äußeren Kräften in bestimmten Richtungen ausweichen kann, also z. B. von Hand bewegt werden kann bzw. auf Hindernisse nur mit begrenzter Kraft drückt. Auf einen eigenen Entwurf eines Bewegungssystems z. B. mit Justageeinrichtungen und Lineartrieben wurde wegen der geforderten Betriebstemperaturen und der Vielzahl zu-

sätzlich zu realisierender Schnittstellen in Anbetracht des Kostenrahmens verzichtet.

Der Roboter, das Spektrometer und alle weiteren Komponenten des Messdatenerfassungssystems sind auf einen Rollwagen montiert, der im Kühlraum nur sehr begrenzt Platz zwischen zwei Wannengestellen, auf denen die Verstärker liegen, einnehmen darf (s. Abbildung 1.5-1). Der Rollwagen muss während einer Messreihe fest mit dem Wannengestell verbunden sein, um die Positionierung des Messkopfs zu gewährleisten. Die Person, die die Messung einrichtet, hat durch eine Plexiglas-scheibe freie Sicht auf den Messkopf am Roboterarm, ist aber im Fall einer Fehlbedienung ausreichend geschützt. Ein Sicherheitszaun ist nicht erforderlich, da Geschwindigkeiten über 200 mm/s nicht erreicht werden.

Messkopf

In den Messkopf am Ende des Roboterarms muss eine Reihe verschiedener Funktionen integriert werden (s. Abbildung 1.5-2). Das ist an erster Stelle der Spektrometerkopf, also das ummantelte und abgeschrägte Ende eines Lichtleiters zum Spektrometer. Für eine kontrollierte und möglicherweise teilautomatisierte Annäherung des Spektrometerkopfs an das ausgewählte Hautareal sind ein Ultraschall-Entfernungsmesser und vier Mikroendschalter neben dem Lichtleitende vorgesehen. Weiterhin wird durch ein Kontaktthermometer die Temperatur der Hautoberfläche bestimmt. Bei Bedarf soll es möglich sein, nach jeder Messung ein Foto des interessierenden Hautareals zu machen, um zu ermitteln, ob sich die Morphologie des Flecks zeitlich ändert. Hierfür ist eine USB-Kamera mit einem Beleuchtungsring aus weißen Lichtdioden vorgesehen.

Die Geometrie des Messkopfs muss so gewählt werden, dass potenziell ein möglichst großes Hautareal insbesondere an der rückenseitigen Thorax-Seitenwand erreicht werden kann. Dort muss sowohl der Messkopf aufgesetzt als auch das Foto aufgenommen werden können. Weiterhin muss der Bediener den Kontakt zwischen dem Spektrometerkopf und der Haut beurteilen können. Roboterseitig darf der minimal erlaubte Krümmungsradius des Lichtleiters bei der Zuführung nicht unterschritten werden. Ein

Programm zur Simulation von Roboterbewegungen erwies sich in diesem Zusammenhang sowie für das Austesten von Roboterprogrammen (in MelfaBasic) als sehr hilfreich (s. Abbildung 1.5-3).

Messdatenerfassung

Die Messdatenerfassung umfasst neben der Registrierung der Remissionsspektren über ein Spektrometer der Firma Zeiss (MCS601), die Messung der Hauttemperatur in direkter Nähe des Spektrometerrmesskopfs und häufigere Messungen der Oberflächentemperatur des Verstorbenen. Hier werden relativ schnell reagierende Pt-100-Temperaturfühler in einer Vierleiterkonfiguration verwendet. Für die Überwachung der Messungen und eine teilautomatisierte Annäherung des Messkopfs liefert ein Ultraschall-Entfernungsmesser ein Spannungssignal, das Abständen von 20 mm bis 200 mm entspricht, und die vier Mikroendschalter ergeben An-/Auswerte. Weiterhin müssen für die Registrierung eines digitalen Fotos die Ringbeleuchtung angeschaltet und die Bilddaten übertragen werden.

Wegen der Vielfalt der verschiedenen Messsignale und des Datenvolumens (Bilddaten, analoge Spannungswerte, digitale E/A) erfolgt die Messdatenerfassung nicht ausschließlich über die Robotersteuerung, sondern es wird ein separates USB-Messdatenerfassungsmodul eingesetzt (s. Abbildung 1.5-2). Der Messdatenerfassung werden entsprechende Messumformer zur Signalkonditionierung vorgeschaltet, z. B. für die verwendeten Pt-100-Widerstandsthermometer und die Beleuchtungssteuerung. Da die Erfassung der Mikroendschalterstellung besonders zeitkritisch ist, werden diese direkt von der Robotersteuerung ausgelesen.

Im Fall einer teilautomatisierten Annäherung des Messkopfs wird einerseits die Bewegung durch die Robotersteuerung festgelegt, andererseits muss der Robotersteuerung der momentane Abstand bekannt sein, der aber vom Messdatenerfassungsmodul registriert wird. Die Koordination dieser Vorgänge erfolgt über ein Triggersignal der Robotersteuerung an das Messdatenerfassungsprogramm. Nach Empfang des Triggersignals sendet dann das Messdatenerfassungsprogramm den Abstandswert über Ethernet an die Robotersteuerung.

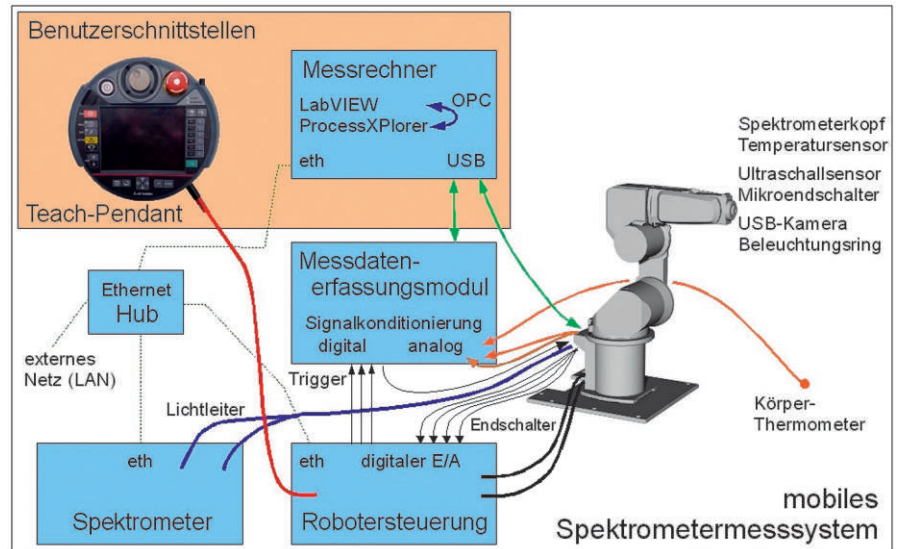


Abb. 1.5-2: Überblick über die Messdatenerfassung und Steuerung des mobilen Spektrometersystems

Umgekehrt kann die Robotersteuerung auch die Stellung der Mikroendschalter bzw. auch beliebige Positionsparameter kommunizieren.

Das Messdatenerfassungsprogramm wird mit LabVIEW realisiert, da in diesem Fall Treibersoftware für die gesamte verwendete Hardware und die Kommunikationswege vorhanden ist. Im Fall des Spektrometers erfolgt der Datenaustausch mit der Spektrometer-Software ProcessXplorer über eine Open-Process-Control-Schnittstelle (OPC). Die Kommunikation zwischen LabVIEW und der Robotersteuerung erfolgt über einen TCP/IP-Kanal.

Weiterhin eignet sich LabVIEW für die schnelle Erstellung einer Benutzeroberfläche für den Bediener, der z. B. auch die Daten des Verstorbenen eingeben muss. Ebenso können die gewonnenen Daten leicht und effizient lokal auf dem Messrechner (zwischen-)gespeichert und an das elektronische Laborbuch übermittelt werden.

Integration zum Gesamtsystem und Verifikation

Wie im vorhergehenden Abschnitt schon angedeutet, erfolgt die Programmierung der Roboterbewegungen einerseits und der Messdatenerfassung andererseits mit verschiedenen Programmierwerkzeugen auf zwei separaten Rechnersystemen. Das liegt im Wesentlichen daran, dass die Bewegungssteuerung einen zuverlässigen und sicheren Betrieb gewährleis-

ten muss, während die Messdatenerfassung nicht zur direkten Gefährdung von Personen oder Gegenständen führen kann. In diesem Zusammenhang ist generell eine „Vermischung“ der verschiedenen Aufgabenbereiche zu vermeiden. Es ist somit klar, dass die Robotersteuerung den zeitlichen Ablauf der Messungen festlegt, während die Messdatenerfassung „auf Anweisung“ arbeitet. Ein wichtiger Gesichtspunkt ist dabei die Anfangsphase bei der Einrichtung einer Messreihe. Die gewünschte Flexibilität für die Einstellung des Messorts bedingt, dass die Position bzw. eine Abfolge von Positionen zu Beginn der Messreihe „geteacht“ werden. Da dies Bewegungsvorgänge sind, muss das Teach über Robotersteuerung erfolgen, und zwar mit einem angeschlossenen Handbediengerät (Teach-Pendant, s. Abbildung 1.5-2). Die Benutzerführung beim Teachen wird vom Roboterhersteller so gestaltet, dass sicherheitskritische Situationen normalerweise nicht auftreten können.

Derzeit (Ende 2009) sind alle Komponenten des mobilen Messsystems ausgewählt und weitgehend beschafft, sodass die vollständige Integration unmittelbar bevorsteht. Ebenso sind viele Softwarekomponenten im Einzelnen erprobt worden – mit Ausnahme der Spektrometer-Software, da das Spektrometer erst in Kürze zur Verfügung stehen wird. Als wesentlicher Schritt steht als Nächstes die Integration aller Softwarekomponenten zu einem Gesamtprogramm mit ei-

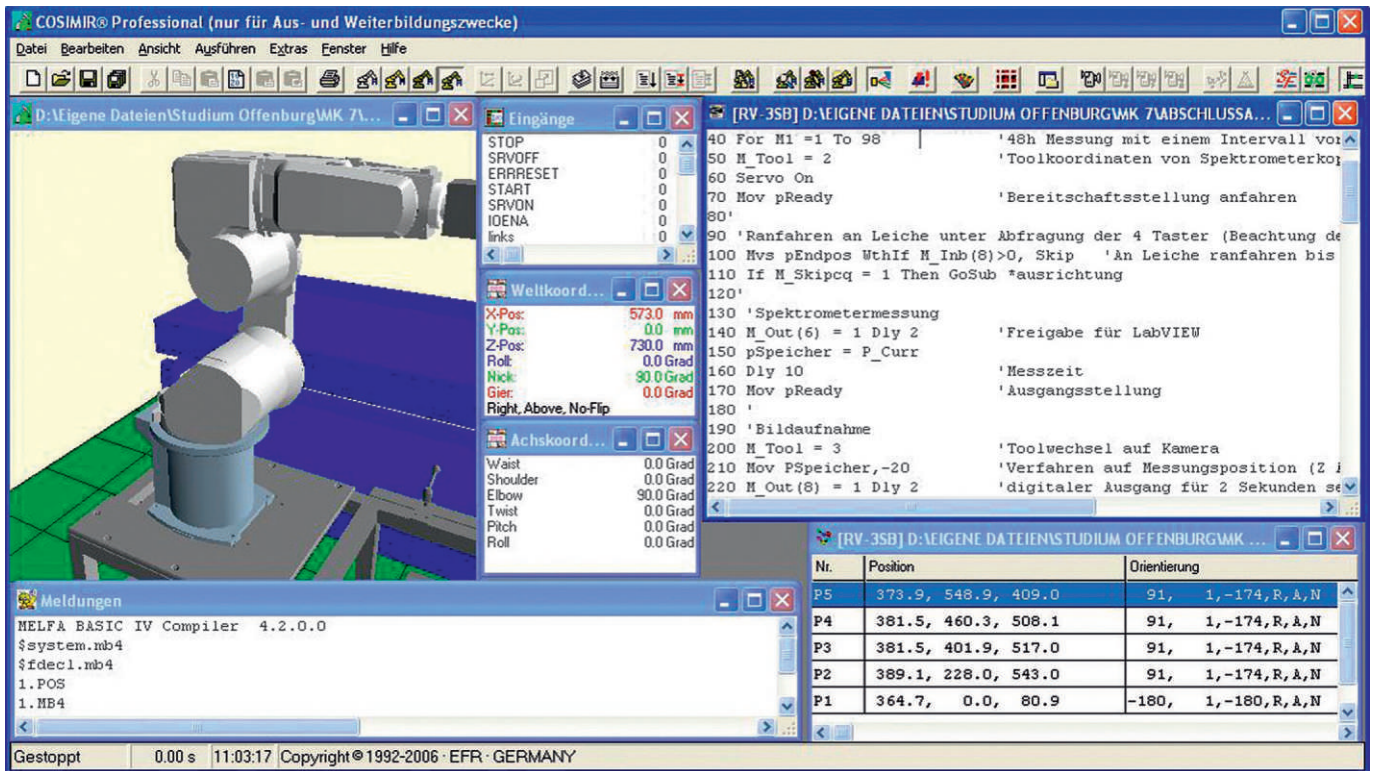


Abb. 1.5-3: Simulation von Bewegungsabläufen mit dem Robotersimulationsprogramm Cosimir

ner entsprechenden Benutzerschnittstelle an. Auf dieser Grundlage können dann Messreihen zur Verifikation der Funktion durchgeführt und die Archivierung der Daten überprüft werden.

Fazit

Die Konzeptionsphase für das roboter-gestützte mobile Spektrometersystem ist im Wesentlichen abgeschlossen und die Einzelkomponenten sind beschafft und getestet. Der Aufbau des Gesamtsystems wird in Kürze abgeschlossen sein. Kritische Programmteile sind ebenfalls getestet worden. Die Hauptaufgabe bis zum Abschluss des Projekts ist die Integration aller Softwarekomponenten zum Gesamtsystem und der Probebetrieb kompletter Messreihen.

Referenzen/References

- [1] Bohnert M., Weinmann W., Pollak S. 1999. Spectrophotometric evaluation of postmortem lividity. *Forensic Sci Int* 99:149-58
- [2] 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

- [3] Bohnert M., Schulz K., Belenkaia L., Liehr A. W.: 2008. Reoxygenation of hemoglobin in livores after postmortem exposure to a cold environment. *Int J Legal Med* 122:91-6
- [4] Belenkaia L., Bohnert M., Liehr A.W.: 2006. Electronic laboratory notebook assisting reflectance spectrometry in legal medicine. arXiv DOI: <http://arxiv.org/abs/cs.DB/0612123>
- [5] Ratajczak C.: 2010. Entwicklung eines robotergestützten mobilen Messsystems zur spektroskopischen Vermessung von Leichenflecken. Bachelor-Abschlussarbeit. Offen-burg: Hochschule Offenburg (in Vorbereitung)

Space-Time-Scheduling in a Surveillance Network

Prof. Dr. Erwin Mayer
Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik (E+I)

Badstraße 24
77652 Offenburg
Tel.: 0781 205-256
E-Mail: erwin.mayer@fh-offenburg.de

1960: Geboren in Haslach i.K.
Studium der Informatik an der Universität Karlsruhe und University of Texas (UT), Austin
1987: Diplom
1987–1990: Softwareentwicklung bei der Nixdorf Computer AG, Berlin, im Bereich Verteilte Relationale Datenbanken
1990–1993: Promotion am IBM European Networking Center, Heidelberg, Themenbereiche Multicast-Synchronisationsprotokolle, Computer-Supported Cooperative Work (CSCW)
1994–2006: Projektleiter und Abteilungsleiter bei der COMSOFT GmbH, Karlsruhe. Entwicklung von System- und Anwendungssoftware für die internationale Flugsicherung
Seit 2006: Professor an der Hochschule Offenburg für die Fachgebiete Betriebssysteme und Telematik



Forschungsgebiete: Flugsicherung, Verteilte Systeme, Peer-to-Peer Computing

1.6 Space-Time-Scheduling in a Surveillance Network

Prof. Dr. Erwin Mayer

Introduction

Under a grant of the German ProInno program („Erhöhung der Innovationskompetenz mittelständischer Unternehmen“) the Hochschule Offenburg participated during the past 2 years in an industry project prototyping a new type of service for modern Air Traffic Control (ATC) applications.

Objective of the project has been the joint development of hardware and software components for a so-called TIS-B (Traffic Information System - Broadcast) support infrastructure to enable new cockpit applications increasing the air situation awareness for pilots of commercial airliners [1]. At the core of the project is a space-time-scheduler, controlling a battery of TIS-B groundstations over a Wide Area Surveillance Network [4].

The project has been successfully concluded and is currently in its evaluation phase. Industry partner was the Karlsruhe-located company COMSOFT, international market leader in ATC sensor networks.

Application scenario

Modern aircraft will be growingly equipped with so-called ADS (Automatic Dependent Surveillance) equipment [2]. ADS derives the aircraft's position from a GNSS (Global Navigation Satellite System) and broadcasts positional and other cockpit information over the 1090

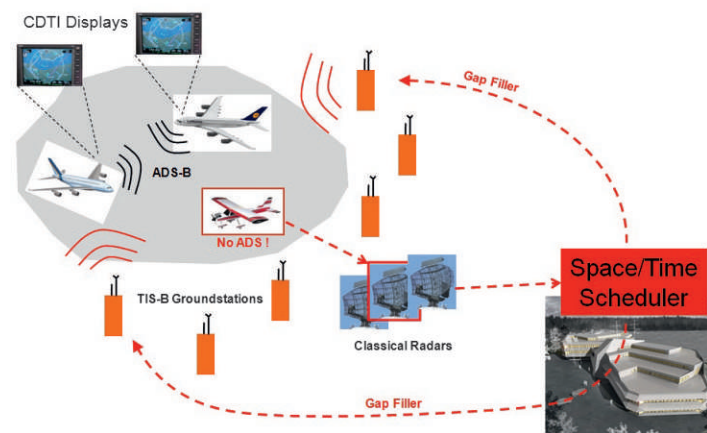


Abb. 1.6-1: Gap Filler Application Scenario

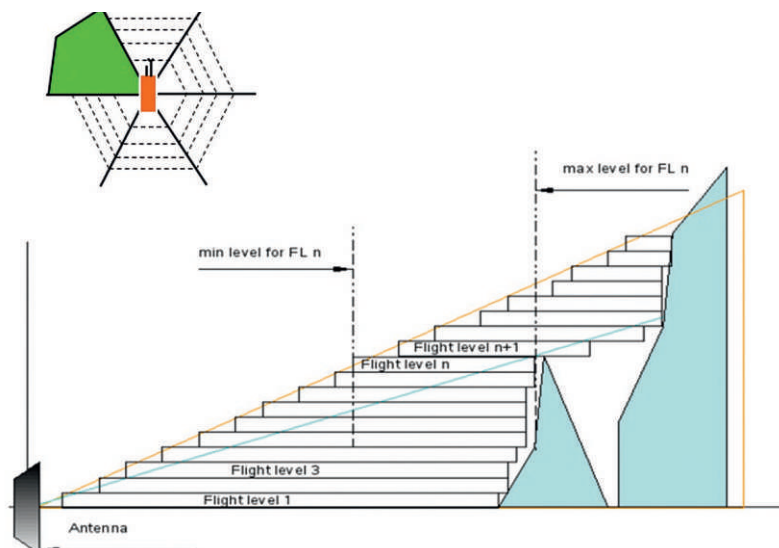


Abb. 1.6-2: TIS-B Groundstation Model (XML representation)

MHz channel air-to-air and air-to-ground. The plane-to-plane transmission enables new applications like CDTI (Cockpit Displays of Traffic Information)

[3], which provide to pilots of ADS Aircraft a graphical view of the current traffic in the airspace around the plane (see figure 1.6-1).

However, as a major drawback, not all aircraft are equipped with ADS, hence there may be planes invisible on a pilot's CDTI. The proposed solution to this is to complement the CDTI-contents with information from the ground. Classical PSR/SSR (Primary/Secondary Surveillance Radar) sensors determine the position of non-ADS-aircraft and this position is fed back ground-to-air to the ADS-aircraft by a coordinated battery of TIS-B groundstations, implementing a so-called „gap filler“ application (figure 1.6-1). Ground-to-air reports have to fulfill the same specification as normal ADS-B reports, as specified in [5].

Problem description

Aircraft do not stand still but rapidly change their position over time. Therefore also the proximity relation between aircraft is highly time-variant. For a given airplane A, the function $prox(t, A)$ shall represent the set of airplanes that are at a given time in the proximity of A, namely within a pre-configured airspace cylinder with the aircraft in the cylinder's center.

The TIS-B groundstations GS1, GS2, GS_n, which are geographically distributed over a country or region, are modeled by their position, expressed in WGS (World Geodetic System) coordinates, their maximum transmission range and a location-specific line-of-sight, specified as a stacked set of visibility sectors (see figure 1.6-2; 6 sectors, 60 deg).

It is the task of the TIS-B server to create a sequence of Send Requests.

The task of the scheduler is to select the right ground station for the right airplane at the right time. Note that a single SR may be optimized to serve more than one ADS-B aircraft, if the ADS-B aircraft are in the same direction from an antenna. Also note, that, because the SRs are sent over a real network to the groundstations, the scheduler needs to reserve enough time such that each SR reaches its respective transmitter before its scheduled send time.

There exist further constraints to the specification of send requests and optimization criteria, which are described in [8].

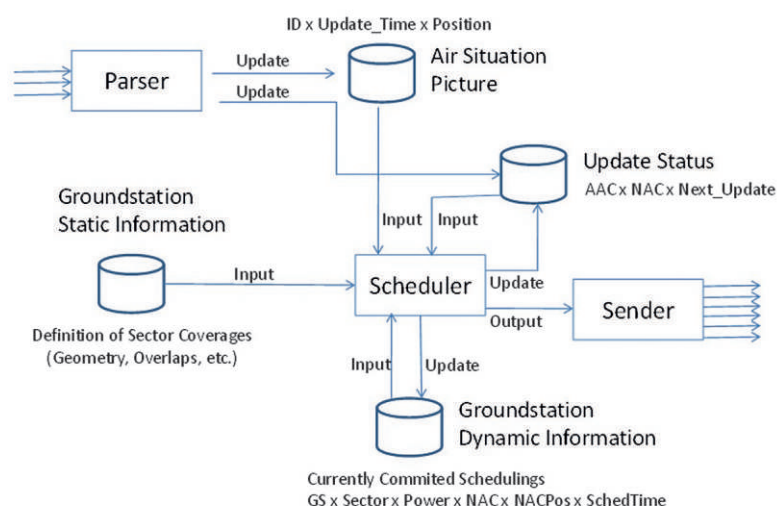


Abb. 1.6-3: Top-Level Architectural Overview of TIS-B Server

The Space-Time Scheduler

Two design alternatives for the scheduler were evaluated: An input-driven approach, triggered by sensor position updates, and a master timer approach, performing state transitions in cyclic intervals. An analysis of the expected load, the realtime requirements and the scaling of the system with respect to the number of flights and groundstations showed that the second variant (master timer) is preferable.

The scheduler draws back on various static information (in particular with respect to the positioning, type and reach of the groundstations) and maintains three major dynamic data structures: a representation of the current air situation, the proximity relation between ADS and non-ADS aircraft and a per groundstation list of already committed but not yet executed schedulings (note that Send Requests may still be on the way over the network to the groundstations while further schedulings have to take place). Figure 1.6-3 gives an overview.

With each tick of the master timer, the proximity relation is updated and over an adapted Earliest Deadline First (EDF) strategy ([6]) the required new schedulings are derived. Several integrated optimization steps ensure that the number and reach of Send Requests are minimized. Finally, because of scheduling and network delays, the position of the aircraft needs to be correctly extrapolated in 3D space, starting from a measured position reported by ground sensors, before messages are dispatched.

Using both real (live) and a set of created artificial test scenarios the scheduler was configured, evaluated and tuned. A focus of the tuning was in particular to ensure a good scaling of the scheduler for a large number of aircraft and groundstations, as this will likely be the case for future air traffic.

ATC Workbench

The TIS-B server implementation is finished, has during the past year undergone extensive testing and evaluation. In order to support this process a test and evaluation environment has been created, that represents a starter framework for further work in this domain. Table 1 describes this ATC Workbench.

While the workbench has been primarily used during system evaluation, today, many of the tools are also used separately, e.g. the Recording/Replay tool and the 2D/3D visualization engine for traffic analysis (see figure 1.6-4). The developed RF load analyzer represents an independent support tool for groundstation placement. Namely, for an ATSP (air traffic service provider) that considers the use of TIS-B technology, the tool helps to identify a best-possible geographical positioning of the groundstations taking into account the countries geography (e.g. elevations) and air traffic patterns. Using as input a real stream of aircraft position reports, it computes for each tentative placement of the groundstations, the resulting coverage and distribution of radio frequency load, allowing to minimize the load in critical regions.

Recording/Replay Toolkit	System for recording arbitrary sensor data streams and replaying them at a later point in time with the same relative timing behavior between the plots. ASTERIX ¹ data is automatically updated to match replay time. Encoding/decoding is defined over a flexible XML schema-based approach. ¹ ASTERIX=All-Purpose Structured Eurocontrol Surveillance Information Exchange
2D-Surveillance Display	Tool displaying in an overlay mode the aircraft plots, as well as the TIS-B server-generated Send Requests. The tool employs the Google Maps API, alternatively OpenStreetMap.
3D-Surveillance Display	Google Earth-based visualization engine for (live) aircraft visualization. Various camera modes and dig-down possibilities for analyses of the underlying data are available.
Air Situation Scenario Generator	Test tool capable of generating ASTERIX-compliant sensor data streams with user-specified characteristics; includes a 3D trajectory editor and an automatic load profile generator.
RF Load Analyzer	Generates for a given (artificial or real) scenario, together with a given set of groundstations and a set of parameters for the space/time scheduler, the resulting RF (Radio Frequency)-load per airspace cell.

Table 1: ATC workbench delivered by the TIS-B server project

Outlook

While the final evaluation and exploitation of the TIS-B server is still ongoing, there already exist a number of perspectives for continuation of the work. An ongoing research topic at the HSO, currently complemented by a Bachelor thesis, is the use of Peer-to-Peer (P2P) networking concepts [7] for the distribution of surveillance data. P2P streaming as used, e.g., for multimedia dissemination, has properties that lend themselves also for dynamic N:M geo-data exchange as used for ATC surveillance in a secured network. The ATC workbench developed as part of the TIS-B server project can be readily used for the ongoing work in this domain.

Finally, as intended from the beginning, the TIS-B server project has established a system environment in the Lab that today represents a ready-to-use study field for students of the Applied Computer Science (Angewandte Informatik) program at the HSO. Several Bachelor theses and projects in this interesting application domain are ongoing and motivate students to work with and learn newest technologies.

References

- [1] Heinrich Mesen: Moderne Flugsicherung, Organisation, Verfahren, Technik, Springer Verlag, 3. Aufl., 2004
- [2] EUROCONTROL, Automatic Dependent Surveillance Concept, SUR/ET3/ST06.2101/001, 2001

- [3] Flight Deck Automation, Chap 68, pp. 1225ff, Springer Handbook of Automation, ISBN 978-3-540-78830-0, 2009
- [4] Erwin Mayer: RADNET - A network for Air Traffic Control, GI Fachtagung Kommunikation in Verteilten Systemen (KiVS), Chemnitz, 1995
- [5] RTCA, Minimum Operational Performance Standards (MOPS) for 1090 MHz Extended Squitter Automatic Dependent Surveillance - Broadcast (ADS-B), RTCA DO-260A, Vol1 & 2, 2003

- [6] Wörn, Brinkschulte: Echtzeitsysteme, Springer Verlag, 2005
- [7] Steinmetz, Wehrle: Peer-to-Peer Systems and Applications, Springer, Lecture Notes in Computer Science, 2005
- [8] Erwin Mayer: A TIS-B Server for Air Traffic Control, Forschungsbericht der Hochschule Offenburg, 2009



Abb. 1.6-4: Google-Earth-based 3D Analysis Tool



Videos im Internet erregen besondere Aufmerksamkeit und Reaktionsbereitschaft bei Ihren Kunden.

Schon bald für jedes Unternehmen absoluter Standard.

mps bietet Ihnen professionelle Videoproduktion vom Konzept, der Idee, den Recherchen, Aufnahmen bis hin zu Ton- und Videoschnitt – alles aus einer Hand.

Wir sind seit der ersten Stunde mit dabei, verfügen über ein Netzwerk filmerfahrener Spezialisten und produzieren für die großen Verzeichnispportale: Das Örtliche, Das Telefonbuch und Gelbe Seiten

Sie erwarten hochwertige Standardproduktionen, die an Ihr Profil individuell angepasst sind – dann sind Sie bei uns genau richtig.

mps

Media Production Service GmbH & Co. KG

Niederlassung Offenburg

Zähringerstraße 6, 77652 Offenburg
Telefon 0781 / 207-67

www.mediaonlineservice.de



Erfindungen sind klasse – aber nur, wenn sie umgesetzt werden.

TLB ist einer der besten Vermarkter von Hochschulerfindungen in Deutschland. Davon profitieren beide Seiten:

Wissenschaft	Wirtschaft
Erfinder schätzen unser langjähriges Know-how, das ihrer Erfindung die beste Chance gibt.	Unternehmen sichern sich ihre technologische Führerschaft durch marktorientierte Patente.



Haben Sie eine Erfindung gemacht oder suchen Sie eine innovative Lösung? Rufen Sie uns an: 0721/790040

Technologie-Lizenz-Büro
der Baden-Württembergischen Hochschulen GmbH

M-iQ PERFECT IST NICHT GENUG



Weltneuheit: M-iQ Spültechnik-Generation



Noch perfekter in Sachen **Hygiene, Sicherheit, Wirtschaftlichkeit** und **Ökologie.**

www.meiko.de

Crashsicherheit des Niedrigenergie- fahrzeugs „Schluckspecht City“

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Hochberg

Fakultät Maschinenbau
und Verfahrenstechnik (M+V)
Stellvertretender Leiter
Institut für Angewandte Forschung (IAF)

Badstraße 24
77652 Offenburg
Tel. 0781 205-351
E-Mail: ulrich.hochberg@fh-offenburg.de

1953: Geboren 28.7. in Stuttgart
1974–1979: Studium an der Universität Karlsruhe (TH)
1979–1984: Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Technische Thermodynamik des FB Maschinenbau, 1984 Promotion
1985–1992: Leiter der Forschungsabteilung der GEA Wiegand GmbH
1992–1994: Produktionsleiter Werk Barby der Cerestar Deutschland GmbH
1994–2003: Produktfeldentwicklung / Anlagenbau
Seit 2003: Professor an der Hochschule Offenburg für Mess- und Regelungstechnik sowie Grundlagenfächer des Maschinenbaus
Seit 2006: Mitglied des Instituts für Angewandte Forschung (IAF) der Hochschule Offenburg



Forschungsgebiete: Regelungstechnik, Messtechnik, Thermodynamik

1.7 Crashsicherheit des Niedrigenergiefahrzeugs „Schluckspecht City“

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Hochberg
Sebastian Sinz
Frank Huberth [1]

Abstract

Die Experimentalfahrzeuge des Teams „Schluckspecht“ der Hochschule Offenburg nehmen seit über 10 Jahren am Wettbewerb „Shell Eco-marathon“ teil. Nach ersten Plätzen in den Klassen „Prototyp Diesel“ 2005 und „Prototyp Brennstoffzelle“ 2008 wurde 2009 ein straßennahes Fahrzeug, der „Schluckspecht City“ (Abbildung 1.7-1), entwickelt. In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut (EMI) in Freiburg wurden Crashsimulationen am „Schluckspecht City“ Strukturrahmen durchgeführt [2]. Eine

Fortführung dieser Arbeit durch weitere gemeinsame Projekte ist vorgesehen. Beim „Schluckspecht City“ wurde insbesondere der seitliche Pfahlaufprall angelehnt an Euro NCAP (European New Car Assessment Program [3]), simuliert, da dieser besonders kritisch ist. Mit den Ergebnissen kann die Insassensicherheit im nächsten Schritt bereits durch einfache konstruktive Maßnahmen deutlich erhöht werden.

Einleitung

Der für den Shell Eco-marathon entwickelte „Schluckspecht City“ soll als straßenzugelassene Variante weiterentwickelt werden. Dabei spielt das Verhalten des Fahrzeugs im Crashfall eine entscheidende Rolle. Um die Fahrzeugsicherheit zu überprüfen und zu optimieren, wurden Crashsimulationen des Aluminiumrahmens, angelehnt an Euro NCAP [3], durchgeführt. Beim simu-

lierten seitlichen Pfahlaufprall trifft das Fahrzeug mit 29 km/h auf einen feststehenden Pfahl mit einem Durchmesser von 25,4 Zentimetern.

FE-Modell

Aus dem CAD-Modell des Rahmens wurde ein Finite-Elemente-(FE-) Modell erstellt. Der Rahmen besteht aus Vierkant-Aluminiumprofilen und ist als Schweißkonstruktion ausgeführt. Abbildung 1.7-2 zeigt das vernetzte FE-Modell mit Impaktor.

Die Vierkantprofile wurden mit zweidimensionalen Schalenelementen vernetzt. Schalenelemente werden bevorzugt für dünnwandige Bauteile verwendet und haben ihren Vorteil in einer deutlich kürzeren Rechenzeit im Vergleich zu Volumenelementen.

Anbauteile wie die Räder und das Fahrwerk, die für das Verhalten des Rahmens



Abb. 1.7-1: „Schluckspecht City“

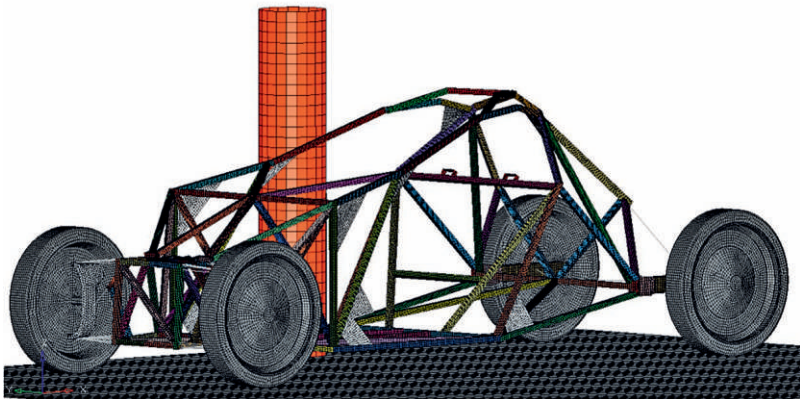


Abb. 1.7-2: Gesamtmodell aus Schalenelementen

eine untergeordnete Rolle spielen, wurden als Starrkörper simuliert. Auch der Impaktor wurde als Starrkörper definiert und verformt sich damit nicht.

Kontaktdefinition

Für eine realitätsnahe Simulation haben die Kontaktdefinitionen im FE-Modell eine große Bedeutung. Abbildung 1.7-3 zeigt ein Beispiel zur Verwendung einer als Surface-to-Surface-Kontakt bezeichneten Verbindung zwischen zwei Flächen unterschiedlicher Komponenten. Dieser Kontakt kann nur Druck- und Reibkräfte übertragen und wurde z. B. zwischen den Rädern und dem Untergrund sowie zwischen dem Impaktor und dem Rahmen verwendet.



Abb. 1.7-3: Surface-to-Surface-Kontakt zwischen Walze und Fläche

Die Schweißnähte des Rahmens wurden als sogenannte Tied-Kontakte ausgeführt. Diese übertragen Zug- und Druckkräfte sowie Torsion. Für die Simulation wurde das Versagen der Schweißnähte in den Kontakten nicht berücksichtigt, sondern in das angrenzende Material ausgelagert. Versuche während der Fertigung haben gezeigt, dass tatsächlich Versagen nicht in den Schweißnähten auftritt [4], sondern im angrenzenden Material, vermutlich weil der Schweißzusatzwerkstoff höherwertig ist als das Aluminiumprofil. Abbildung 1.7-4 stellt ein Beispiel für einen Tied-Nodes-to-Surface-Kontakt zwischen zwei Profil-

stücken dar. Die Knoten des rechten Profils sind fest mit der Oberfläche des linken verbunden. An Stellen, an denen

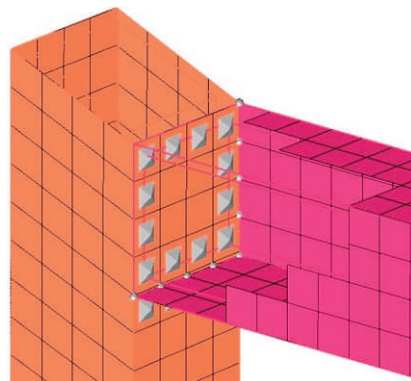


Abb. 1.7-4: Tied-Nodes-to-Surface-Kontakt

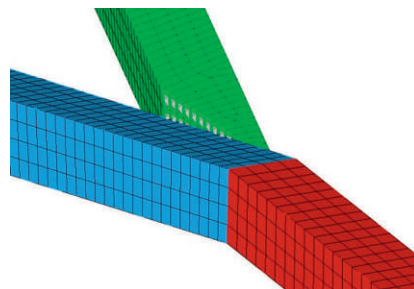


Abb. 1.7-5: Tied-Surface-to-Surface-Kontakt

die Profile nicht ideal aneinanderstoßen, wird die Schnittfläche vernetzt und ein Tied-Surface-to-Surface-Kontakt definiert (siehe Abbildung 1.7-5).

Materialdefinition

Um ein Materialmodell für den Aluminiumwerkstoff der Vierkantprofile zu erstellen, wurden mehrere Drei-Punkt-Biegeversuche an entsprechenden Profilen durchgeführt. Parallel dazu wurde der Biegeversuch simuliert und das Materialmodell iterativ an die Versuchsergebnisse angepasst. Abbildung 1.7-6 zeigt die optische Auswertung des Biegeversuchs. Das Verhalten des Materials wurde von zwei Hochgeschwindigkeitskameras erfasst und die Materialdehnung durch Bildanalyseverfahren ermittelt. Das Versagenskriterium des Materialmodells wurde anhand der Versagensdehnung des experimentellen Biegeversuchs festgelegt. Um das Materialverhalten vor dem Versagenszeitpunkt zu definieren, wurden die Kraft-Weg-Kurven der Experimente herangezogen. Ziel der iterativen Anpassung des Materialmodells war es, die Kraft-Weg-Kurve des Experiments durch die Simulation möglichst genau abzubilden [5]. Abbildung 1.7-7 zeigt das Ergebnis der Anpassung. Der Versagenszeitpunkt ist durch den stärkeren Lastabfall der Kurven gekennzeichnet. Er liegt im Streu-

Abb. 1.7-6: Drei-Punkt-Biegeversuch mit optischer Dehnungsanalyse

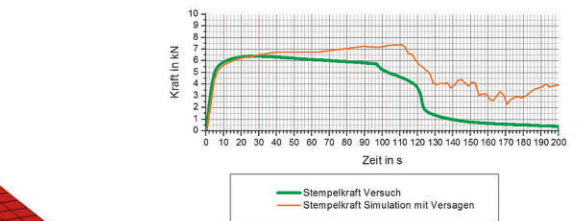
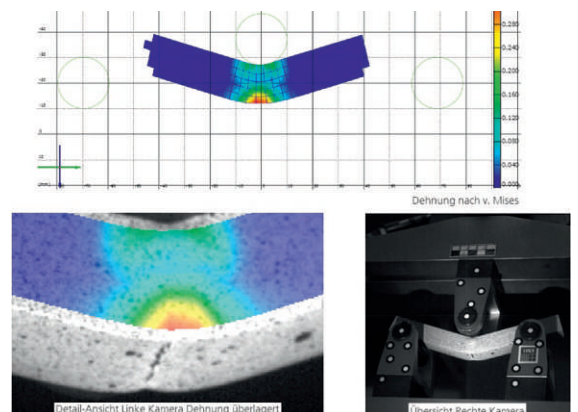


Abb. 1.7-7: Vergleich Biegeversuch-Experiment zu Simulation



bereich der Versuche. Das erstellte Materialmodell wird für die Simulation des Rahmens verwendet.

Simulation und Auswertung

Die Berechnung des Modells erfolgte mit dem LS-DYNA-Simulationspaket. LS-DYNA ist ein expliziter FE-Solver, der weltweit in der Automobilindustrie eingesetzt wird. In der Simulation trifft der Impaktor auf das ruhende Fahrzeug. Für den seitlichen Pfahlaufprall wurden mehrere Aufprallpositionen simuliert. Abbildung 1.7-8 zeigt die Animation der Simulation für die Aufprallposition entsprechend der Kriterien nach Euro NCAP. Hierbei kann ein Ausknicken der Querstrebe, die parallel zur Impaktrichtung steht, beobachtet werden. Von größerer Bedeutung ist hier aber das Versagen der beiden vorderen Streben am Profilknoten. Diese reißen ab und ermöglichen so ein fast ungehindertes Eindringen des Impaktors. Dieses Profilversagen ist eine Folge des Ausknickens.

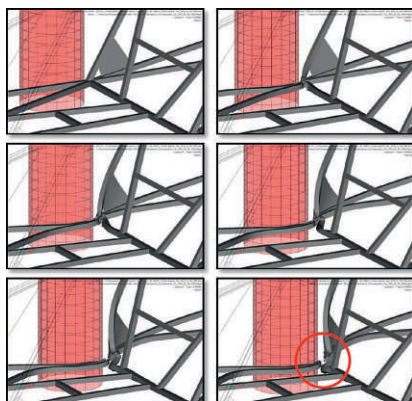


Abb. 1.7-8: Animation der Simulation des seitlichen Pfahlaufpralls

Optimierung und Ausblick

Um das Ausknicken der Querstrebe und das Versagen des Profilknotens zu verhindern, wurden mehrere Ansätze zur Optimierung untersucht. Ziel war es hierbei, die Änderungen so durchzuführen, dass sich das Gewicht des Fahrzeugs möglichst nicht erhöht.

Eine Möglichkeit besteht darin, die äußeren Streben der Bodengruppe aus höherfestem Material herzustellen. Dadurch wird die Durchbiegung minimiert und die Kraft, die auf die Querstreben wirkt, erhöht. Weiter kann durch eine veränderte Knotengeometrie das Abreißen der Streben im Crash Fall verzögert

werden. Auch der Umbau der Bodengruppe als Leiterraum kann die Fahrzeugsicherheit verbessern. Je nach Ausführung wiegt die neue Bodengruppe jedoch 10 Prozent bis 30 Prozent mehr als die Ausgangsbodengruppe.

Seitliche Crashabsorber können die Insassensicherheit bei Pfahlaufprall erhöhen [6], gehen aber mit einer Gewichtszunahme des Fahrzeugs einher. Deutliche Verbesserungen in der Simulation zeigte die gewichtsneutrale Substitution der parallel zur Impaktrichtung stehenden Querstrebe. Hierbei wird die Querstrebe durch ein dünnwandiges Rohrprofil mit großem Querschnitt er-

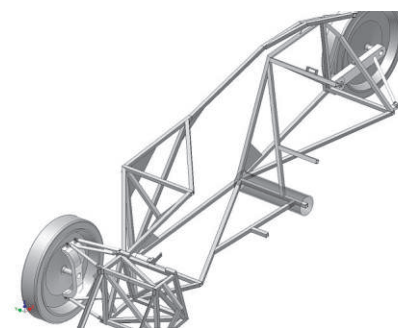


Abb. 1.7-9: Substitution des Vierkantprofils durch ein dünnwandiges Rohrprofil

setzt. Abbildung 1.7-9 zeigt die Verwendung des dünnwandigen Rohrprofils im Rahmen des „Schluckspecht City“.

Die Simulation eines Teilmodells mit der optimierten Variante (Abbildung 1.7-10) macht deutlich, dass das Rohrprofil nicht ausknickt, sondern gezielt faltet. Diese Faltung hat den Vorteil, dass mehr und länger Energie absorbiert werden kann und die Stabilität weiterhin gewährleistet ist. Weiterhin wird das frühe Abreißen der Streben am Profilknoten verhindert. Bei einer Eindringtiefe von 200 mm kann von der Rohrvariante nahezu doppelt so viel Energie absorbiert werden, wie es mit der ursprünglichen Ausführung möglich ist.

Gewichtsreduktion ist auch über eine teilweise Substitution des Aluminiumrahmens durch eine selbsttragende Kohlefaserstruktur möglich [7]. Eine stringerverstärkte Außenhaut kann ebenfalls durch den Einsatz von Crashelementen für die Anforderungen an die Fahrzeugsicherheit optimiert werden.

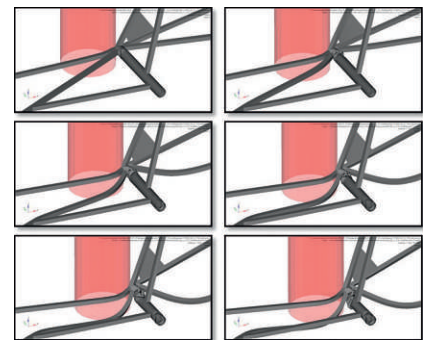


Abb. 1.7-10: Verhalten des Rahmens mit dünnwandigem Rohrprofil

Referenzen/References

- [1] Fraunhofer EMI, Freiburg
Frank.huberth@emi.fraunhofer.de
- [2] Sinz, Sebastian: „Erstellung und Validierung eines Crashmodells für den Aluminiumrahmen des Niedrigenergiefahrzeugs „Schluckspecht City“ der Hochschule Offenburg“, Bachelor-Thesis, Hochschule Offenburg, Fraunhofer EMI, 2010
- [3] Euro-NCAP, <http://www.euroncap.com/> Stand Dezember 2009
- [4] Hoffmeister Robin: Persönliche Mitteilungen, 2009
- [5] Huberth Frank: Material Models for Polymers under Crash Loads, Existing LS-DYNA Models and Perspective, 4. LS-DYNA Forum Bamberg, 2005
- [6] Bröckerhoff Markus: „Strukturauslegung für den seitlichen Pfahlaufprall“, in: Automobiltechnische Zeitschrift vom 17.07.2007, Seiten 674-681
- [7] Huberth Frank: „Werkstoffe für den Leichtbau unter besonderer Berücksichtigung schlagartiger Beanspruchungen“, Tagungsband Simulation von Verarbeitungsprozessen und prozessgerechter Bauteilgestaltung, Fürth 2005



Wir sind Spezialist für ...

Blechteilfertigung | Mechanische Bearbeitung | Schweißen | Roboterschweißen |
Oberflächenbehandlung | Montage und Logistikservice weltweit

und Partner unserer Kunden weltweit in den Bereichen:

Laser-, Stanz- und Biegeteile | Schweißkonstruktionen | Gehäusebau | Maschinenbau |
Anlagenbau | Nutzfahrzeugbau | Apparatebau

KLB Blech in Form GmbH – Ihr Systemlieferant von der Idee bis zur Endmontage | Holzmattenstraße 1-3 | 79336 Herbolzheim | www.klb-kuri.de

DREHER automation GmbH
Wolf-Hirth-Str. 2
78588 Denkingen

Telefon 0 74 24 / 9 58 41 - 300
Telefax 0 74 24 / 9 58 41 - 310
E-Mail info@DREHERautomation.de

www.DREHERautomation.de

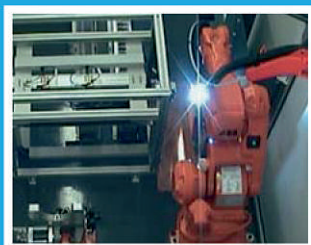


DREHER

flexible Automation die Sie begeistert!



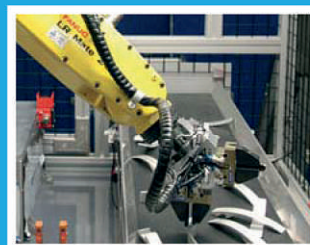
MEDIZINTECHNIK



SCHWEISSEN



5-ACHS WERKZEUGMASCHINEN



UNBEGRENZTE VARIANTEN

**„Den Laden
schmeißen.“**

**Jetzt
beraten
lassen!**

Jeder Mensch hat etwas, das ihn antreibt.

Wir machen den Weg frei.

**Volksbank
Offenburg**

Als Bank und Motor des Mittelstandes der Region bieten wir eine Vielzahl von Förderprogrammen, umfangreiche Bilanzanalysen, maßgeschneiderte Finanzierungspläne, innovative Zahlungssysteme sowie individuelle betriebliche Altersvorsorgemodelle an. Nutzen Sie diese Angebote und sprechen Sie mit unseren Finanzexperten. Tel. 0781/800-0. www.volksbank-offenburg.de

Theoretische Betrachtungen von Multimode-Lichtwellenleiterverbindungen auf Kurzstrecken mit nicht-idealen offsetbehafteten Steckern bei toleranter Anregung

Prof. Dr.-Ing. Winfried Lieber

Fakultät Elektrotechnik

und Informationstechnik (E+I)

Studiengangleiter Fakultät

Medien- und Informationswesen (M+I)

Rektor der Hochschule Offenburg

Badstraße 24

77652 Offenburg

Tel. 0781 205-200

E-Mail: lieber@fh-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 Theoretische Betrachtungen von Multimode-Lichtwellenleiterverbindungen auf Kurzstrecken mit nicht-idealen offsetbehafteten Steckern bei toleranter Anregung

Prof. Dr. Dan Curticapean

Prof. Dr. Winfried Lieber

Prof. Dr. Christian-Alexander Bunge [1]

Abstract

Die Ergebnisse der Untersuchungen wurden auf mehreren Kongressen und in verschiedenen Fachpublikationen veröffentlicht [2] – [5].

Für Verbindungen über einige hunderte Meter eignen sich Multimode-Lichtwellenleiter (MM-LWL) durch ihre Robustheit und einfache Handhabung ideal. Zudem erlaubt der große Durchmesser des Faserkerns mit 62,5 µm eine sichere, stabile und relativ verlustfreie Verbindung. Neben diesen Vorteilen sind jedoch im letzten Jahrzehnt durch die Erhöhung der Bitrate auch Nachteile sichtbar geworden. So konnten die für niedrige Übertragungsraten genutzten LEDs noch zur Vollenregung der Übertragungsmoden eingesetzt werden. Für höhere Übertragungsraten ist dies jedoch nicht mehr möglich, da sie optisch zu träge sind und somit der schnellen Modulation nicht mehr folgen können. Schnellere Anregungskomponenten, et-

wa Laserdioden (LD), müssen eingesetzt werden. Durch die spezifische Ausstrahlungscharakteristik der LDs kann jedoch nicht mehr der gesamte MM-LWL-Kern angeregt werden. Dies führt zu unterschiedlichen Modenlaufzeiten im MM-LWL, was sich wiederum negativ auf die Übertragungsrate auswirken kann. Dadurch nimmt die Bandbreite rapide ab [2]-[4].

Die vorgeschlagene Anregungsvorrichtung ist in Abbildung 2.1-1 dargestellt. Im Wesentlichen besteht der Aufbau aus der Anregungsquelle, der kurzen Multimode-Übertragungsfaser (oder Zwischenfaser) und dem Stecker. Das Ziel der Vorrichtung ist die Reduzierung des Einflusses der Eingangsanregung auf die Modenanregung der Übertragungsfaser,

um so nur den Einfluss des Steckers zu untersuchen.

Um eine Vielfalt von Modenanregungen zu generieren und ihre Auswirkungen zu untersuchen, werden als Anregungsquelle zwei Vertical-Cavity Surface-Emitting Lasers (VCSEL) benutzt. Davon sendet einer nur den fundamentalen $LP_{0,1}$ -Mode, der zweite Laser sendet eine Überlagerung der Moden $LP_{0,1}$ und $LP_{1,1}$.

Die entscheidende Komponente der Vorrichtung ist aber die Zwischenfaser. Sie ist deswegen wichtig, weil sie die unterschiedlichen Anregungen ausgleichen soll, um damit wiederholbare Bedingungen am Steckereingang zu gewährleisten.

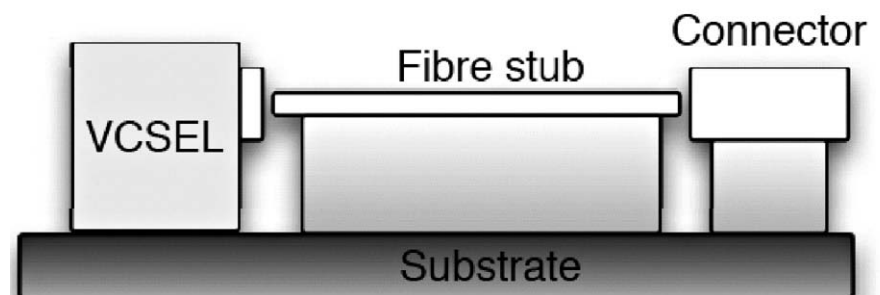


Abb. 2.1-1: Vorgeschlagene Anregungsvorrichtung, bestehend aus der VCSEL-Anregungsquelle, der Multicode-Zwischenfaser und der Steckerverbindung

Um diese Bedingungen zu erfüllen, müssen die Parameter der Faser ermittelt werden. Dazu wurde eine theoretische Untersuchung der Modenausbreitung durch die Zwischenfaser durchgeführt [1]. Die wichtigsten Parameter der Zwischenfaser sind der Durchmesser des Faserkerns und die Länge der Zwischenfaser. Auf der Suche nach optimalen Parametern wurde für den Faserkern ein Durchmesser von $24\ \mu\text{m}$ ermittelt. Für die Länge ergab sich ein minimaler Wert von $6,5\ \text{mm}$. Sehr gute Ergebnisse können mit einer Zwischenfaserlänge von $8\ \text{mm}$ erzielt werden.

Abbildung 2.1-2 zeigt die summierte Intensitätsverteilung für einige Anregungsbedingungen, die mit den zwei eingesetzten VCSEL-Quellen erzeugt wurden. Sie dienen zur Bewertung der Anregungsvorrichtung.

Aus Sicht des Anwenders ist diese Untersuchung deswegen von Bedeutung, da es den weiteren Einsatz der auf dem

Markt existierenden Steckverbindungen für die neuen Anforderungen qualifiziert. Auch die Betreuung der schon verlegten Lichtwellenleiternetze lässt sich damit weiter optimieren.

Referenzen/References

- [1] Prof. Dr. Christian-Alexander Bunge lehrt an der Hochschule Leipzig
- [2] Bunge C. – A., Lieber W. Curticapean D.: Tolerant launching scheme for short-reach multimode fibre connections with non-ideal offset connectors - Optical Sensors 2008 (Proceedings – Volume Photonics Europe 2008) ISBN: 9780819472014 - doi: 10.1117/12.781463
- [3] Bunge C. – A., Lieber W., Curticapean D.: "New aspects in bandwidth measurements considering the effects of dmd," Optics and Laser Technology 39, 61–67 (2007)
- [4] Bunge C. - A., Lieber W., Curticapean D.: Evaluation of Launch-Dependent Frequency Response of Multimode Fibers for Subcarrier-Multiplexing (SCM) – Frontiers in Optics 2007 / Laser Science XXIII (Optical Society of America, Washington, DC, 2007) JSuA33, ISBN 1-55752-846-2
- [5] Lieber W., Su Yi X., Nontasut N., Curticapean D.: Differential mode delay (DMD) in graded-index multimode fiber: effect of DMD on bandwidth tuned by restricted launch conditions – Applied Physics B – Lasers and Optics 75 (2002) 4 – 5, pag. 487 - 491 ISSN: 0946-2171 DOI: 10.1007/s00340-002-1013-6
- [6] Olshansky R.: Propagation in glass optical waveguides, Reviews of Modern Physics 51, 341–367 (April 1979)

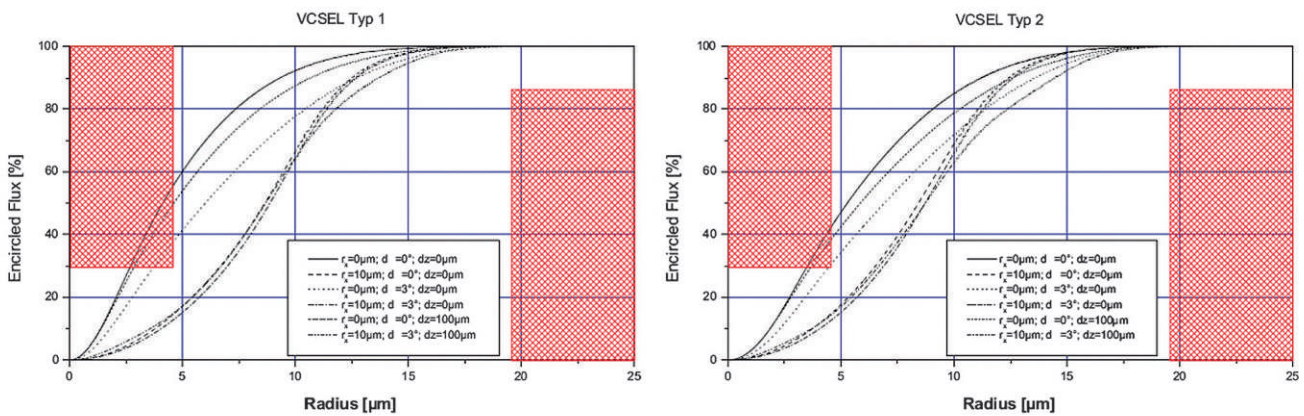


Abb. 2.1-2: Summierte Intensitätsverteilung für einige untersuchte Anregungsbedingungen mit den eingesetzten VCSEL-Anregungsquellen (Type 1 Gaussian $LP_{0,1}$ Mode, Type 2, eine 50%-50%-Überlagerung der $LP_{0,1}$ und $LP_{1,1}$ Moden)

Optische Sensoren für intelligente automotive und aeronautische Systeme [1]

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 205-217
E-Mail: dan.curticaean@fh-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 für 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

Forschungsgebiete: Physik, Mathematik, Medientechnik, Digitale Medien, Messtechnik, Photonics, Labor Medientechnik, Labor Physik



2.2 Optische Sensoren für intelligente automotive und aeronautische Systeme [1]

Prof. Dr. Dan Curticaean

In den letzten Jahren nahm die Anzahl der Sensoren, die unsere Mobilität zu Land, zu Wasser oder zu Luft erfordert, rapide zu. Immer mehr Sensoren helfen uns, unter schwierigen und zeitkritischen Bedingungen Entscheidungen zu treffen. Und immer mehr optische Sensoren ersetzen klassische elektrische Sensoren. Einerseits weisen optische Sensoren eine bessere elektromagnetische Verträglichkeit auf, werden also nicht von externen Quellen beeinflusst, andererseits sind sie sehr robust und haben eine längere Lebenszeit als ihre elektrischen Pendanten. Nicht zuletzt zeichnen sich optische Sensoren durch einen geringen und effizienten Energieverbrauch aus. Optische Sensoren können unter Umständen über Lichtwellenleiter mit Energie versorgt werden und finden somit insbesondere dort Anwendungen, wo Messwerte unter extremen Umgebungsbedingungen ermittelt werden müssen, etwa im Inneren von Motoren oder Anlagen. Optische Sensoren sind eine wichtige Komponente des „Condition Monitoring“ in Windanlagen und tragen somit einen wesentlichen Teil zum Erhalt der Umwelt bei. Teure und umweltbelastende Wartungen können durch den Einsatz optischer Sensoren vermieden oder optimiert werden, während gleichzeitig die Lebensdauer der Anlagen steigt. In vielen Anwen-

dungen können die optischen Sensoren als Temperatur-, Druck-, Füllstand- oder auch Feuchtigkeitssensoren eingesetzt werden.

Zur Überwachung der Innentemperatur und der damit ermöglichten Visualisierung der Arbeitsbedingungen innerhalb eines Verbrennungsmotors sind optische Lichtwellenleiter sehr geeignet. Diese haben einen hohen Schmelzpunkt und können weiterhin selbst als Sensoren eingesetzt werden. Eine zusätzliche Energieversorgung ist somit nicht erforderlich und durch die zunehmende Integration wird die Handhabung deutlich erleichtert. Einen Nachteil von Lichtwellenleitern in derartigen Einsätzen waren früher die aufwendigen physikalischen Rechenmodelle, die eingesetzt werden müssen, um die Temperatur zu berechnen. Dieser Nachteil ist heutzutage jedoch durch die Zunahme der Rechenleistung von günstigen integrierten Prozessoren kaum noch gegeben. Die Ergebnisse eines Algorithmus zur Bestimmung der radialen Temperaturverteilung in einem optischen Lichtwellenleiter, der für Temperaturmessungen eingesetzt werden kann, ist in der Abbildung 2.2-1 dargestellt. Die Entwicklung der Temperatur kann sehr gut verfolgt werden, da die thermische Trägheit der optischen Faser sehr klein ist. Die dargestellten radialen Temperaturverteilungen entsprechen einer Zeit von 25 μ s, 50 μ s und 100 μ s nach Beginn eines thermischen Vorgangs von 20 $^{\circ}$ C auf 1700 $^{\circ}$ C. Einen weiteren Schritt für die Entwicklung des mathematischen Modells ist die Berücksichtigung der SP1-Appro-

ximation. Diesen Ansatz werden wir nächstes Jahr verfolgen.

Referenzen

[1] Der Beitrag wurde vom Autor am 26.10.2009 auf dem Kongress „ITT 09 – Innovation Technologique et Systèmes de Transport“, ENSTA Paris als eingeladener Vortrag dem Fachpublikum vorgestellt

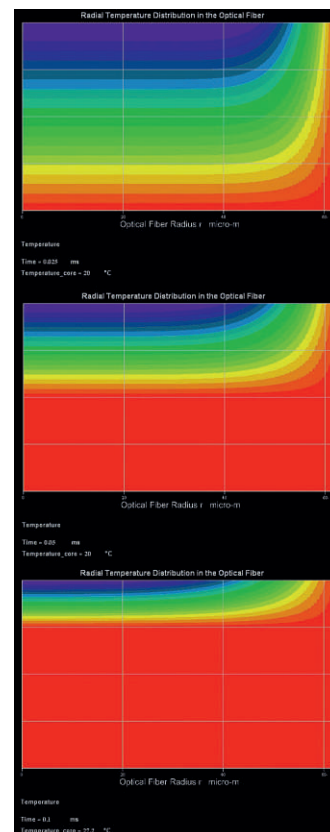


Abb. 2.2-1: Berechnete Entwicklung der radialen Temperaturverteilung in einer optischen Faser bei 25 μ s, 50 μ s und 100 μ s

Analyse der Übertragungsqualität in MIMO-Funksystemen mit Space-Time-Block-Codierung

Prof. Dr.-Ing. Tobias Felhauer
 Prodekan Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik (E+I)
 Studiendekan EN, EIM, EI-BB

Badstraße 24
 77652 Offenburg
 Tel. 0781 205-208
 E-Mail: felhauer@fh-offenburg.de

1965: Geboren in Heidelberg
 Studium der Elektrotechnik/Nachrichtentechnik an der Universität Kaiserslautern
1990: Diplom
1990–1994: wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für hochfrequente Signalverarbeitung der Universität Kaiserslautern
1994: Promotion über neuartige Verfahren zur hochgenauen Vermessung von Funkkanälen mit Bandspreizsignalformen
1994–1999: Systemingenieur und Projektleiter im Zentralbereich Technik der DaimlerChrysler Aerospace AG, Ulm
Seit 1999: Professor an der Hochschule Offenburg für das Fachgebiet Funknetze und Telekommunikationstechnik, Leiter des Labors Telekommunikationstechnik
Seit 2001: Mitglied des Instituts für Angewandte Forschung (IAF) der Hochschule Offenburg
Seit 2006: Prodekan und Studiendekan in der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik der Hochschule Offenburg



Forschungsgebiete: Funkkommunikation und Satellitennavigation

2.3 Analyse der Übertragungsqualität in MIMO-Funksystemen mit Space-Time-Block-Codierung

Prof. Dr.-Ing. Tobias Felhauer

Abstract

Within this project performed in the Lab Telecommunications at the University of Applied Sciences, Offenburg, the achievable transmission performance in terms of the Bit-Error-Rate (BER) of MIMO radio systems applying Space-Time-Block-Coding (STBC) has been analysed. It is shown that in comparison to conventional SISO radio systems a significantly decreased BER can be achieved for different spectral efficiencies depending on the number of antennas and STBC-Matrices used.

Einleitung

Mehrantennensysteme (MIMO: Multiple-Input-Multiple-Output) sind seit einigen Jahren ein zentrales Forschungsthema in der Funkkommunikation. Die Analyse der Kanalkapazität solcher MIMO-Systeme in [1] hat gezeigt, welches enorme Potenzial in dieser Technologie steckt. Dieses Potenzial kann auf verschiedene Arten genutzt werden. MIMO-Verfahren können grundsätzlich in zwei Klassen eingeteilt werden. Die erste Klasse besteht aus Verfahren, die die Zuverlässigkeit der Übertragung über Fading-Kanäle verbessert. Dies wird entweder durch Verbesserung des jeweils wirksamen mittleren SNR (engl. Signal-to-Noise power ratio) z. B. durch Beamforming oder durch Verminderung der Fluktuationen des SNR durch Diversitätstechniken erreicht. Die zweite Klasse

bilden Verfahren, bei denen mehrere unabhängige Datenströme parallel über die verschiedenen Antennen durch räumliches Multiplexen (engl. Spatial Multiplexing) übertragen und so die Datenrate vervielfacht wird. Während bei den Diversitätstechniken und den Verfahren des Spatial Multiplexing die Übertragungseigenschaften zwischen den verschiedenen Sende- und Empfangsantennen durch z. B. ausgeprägte Mehrwegeausbreitung möglichst unkorreliert sein sollen, ist dies bei den Beamforming-Verfahren aber gerade nicht dienlich.

Im Rahmen dieses Projekts wurde die Übertragungsqualität von Funksystemen mit MIMO-Architektur analysiert, die spezielle blockbasierte Codierungsverfahren verwenden, die nicht nur die zeitliche, sondern auch die räumliche Dimension zu der Informationsübertragung nutzen (Space-Time-Block-Coding, STBC) und damit auf einen Diversitätsgewinn abzielen.

Space-Time-Block-Codierung (STBC)

Die Grundidee der Space-Time-Codierung besteht darin, die zu übertragende Information in redundanten Kopien über zeitlich und aufgrund der mehreren Sendeantennen auch räumlich getrennten Fading-Übertragungskanälen zu übertragen, in der Hoffnung, dass zumindest einige dieser redundanten Kopien in guter Qualität am Empfänger ankommen. Bei Space-Time Block-Codierung (STBC) werden die zu übertragenden Datensymbole zunächst blockweise in einer STBC-Matrix zusammengefasst. In dieser STBC-Matrix beschreibt die *i*-te Spalte, in welcher zeitlichen Abfolge

(Zeitschlitz) welche Datensymbole über die *i*-te Sendeantenne gesendet werden. Ist N_T die Anzahl der Sendeantennen und beschreibt s_{ij} das Datensymbol, das im *i*-ten Zeitschlitz an der *j*-ten Sendeantenne gesendet wird, so ergibt sich die allgemeine Struktur einer STBC-Matrix zu:

$$G = \begin{matrix} \text{Sendeantennen (1...}N_T\text{)} \\ \begin{matrix} \left[\begin{array}{cccc} s_{11} & s_{12} & \cdots & s_{1N_T} \\ s_{21} & s_{22} & \cdots & s_{2N_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{n1} & s_{n2} & \cdots & s_{nN_T} \end{array} \right] \\ \downarrow \\ \text{Zeitschlitz} \end{matrix} \end{matrix}$$

Ein wichtiger Parameter eines STBC ist dessen Codierrate, die angibt, wie viele nicht-redundante Datensymbole im Mittel pro Zeitschlitz übertragen werden, d. h., bei einer STBC-Matrix, bestehend aus *k* unterschiedlichen Datensymbolen und *n* Zeitschlitz, ergibt sich die Codierrate zu

$$0 \leq r = \frac{k}{n} \leq 1$$

Um Space-Time-Block-Codierung anzuwenden bedarf es somit zunächst nur mehrerer Sendeantennen – allerdings steigt mit zunehmender Anzahl der Empfangsantennen die erreichbare Diversitätsordnung. Die Diversitätsordnung N_D gibt dabei an, mit welcher Potenz die Bitfehlerrate (BER) mit zunehmendem SNR sinkt, d. h. $BER \sim SNR^{-N_D}$ und ist damit ein Maß für die Steilheit der BER(SNR)-Charakteristik. Bei N_T -Sendeantennen und N_R -Empfangsantennen ist die maximal erreich-

Anz. Sendeantennen	$N_T=2$	$N_T=3$	$N_T=4$
STBC-Matrix	$G_2 = \begin{pmatrix} s_1 & s_2 \\ * & * \\ -s_2 & s_1 \end{pmatrix}$	$G_3 = \begin{pmatrix} s_1 & s_2 & s_3 \\ -s_2 & s_1 & -s_4 \\ -s_3 & s_4 & s_1 \\ -s_4 & -s_3 & s_2 \\ * & * & * \\ s_1 & s_2 & s_3 \\ * & * & * \\ -s_2 & s_1 & -s_4 \\ * & * & * \\ -s_3 & s_4 & s_1 \\ * & * & * \\ -s_4 & -s_3 & s_2 \end{pmatrix}$	$G_4 = \begin{pmatrix} s_1 & s_2 & s_3 & s_4 \\ -s_2 & s_1 & -s_4 & s_3 \\ -s_3 & s_4 & s_1 & -s_2 \\ -s_4 & -s_3 & s_2 & s_1 \\ * & * & * & * \\ s_1 & s_2 & s_3 & s_4 \\ * & * & * & * \\ -s_2 & s_1 & -s_4 & s_3 \\ * & * & * & * \\ -s_3 & s_4 & s_1 & -s_2 \\ * & * & * & * \\ -s_4 & -s_3 & s_2 & s_1 \end{pmatrix}$
Codierate	$r = 2/2 = 1$	$r = 4/8 = 1/2$	$r = 4/8 = 1/2$
$\eta = 1$ (Bit/s)/Hz	$\{s_1, s_2\} \in 2\text{PSK}$	$\{s_1, s_2, s_3, s_4\} \in 4\text{PSK}$	$\{s_1, s_2, s_3, s_4\} \in 4\text{PSK}$
$\eta = 3$ (Bit/s)/Hz	$\{s_1, s_2\} \in 8\text{PSK}$	$\{s_1, s_2, s_3, s_4\} \in 64\text{PSK}$	$\{s_1, s_2, s_3, s_4\} \in 64\text{PSK}$

Tabelle 1: Verwendete STBC-Schemata [2], [3]

bare Diversitätsordnung $N_D = N_T \cdot N_R$. Diese wird allerdings nur erreicht, wenn die STBC-Matrix G aus orthogonalen Spaltenvektoren besteht. Für eine solche orthogonale STBC-Matrix ist allerdings die maximal erreichbare Codierate beschränkt auf

$$r_{\max} = \begin{cases} \frac{(N_T/2)+1}{N_T} & \text{für } N_T \text{ gerade} \\ \frac{((N_T+1)/2)+1}{N_T+1} & \text{für } N_T \text{ ungerade} \end{cases}$$

Eine weitere angenehme Eigenschaft orthogonaler STBC-Matrizen besteht darin, dass eine Maximum-Likelihood Detektion auf der Empfängerseite durch eine einfache lineare Signalverarbeitung implementiert werden kann, siehe hierzu auch [3].

Performance-Analyse von MIMO-Funksystemen mit STBC

Im Rahmen dieses Projekts wurde die Übertragungsqualität von Funksystemen mit MIMO-Architektur bei Anwendung von Space-Time-Block-Codierung mit orthogonalen STBC-Matrizen analysiert. Die Übertragungseigenschaften zwischen den N_T -Sendeantennen und den N_R -Empfangsantennen wurde durch Rayleigh-Fading (flat fading) modelliert. Bei den durchgeführten Analysen wurden MIMO-Architekturen mit bis zu $N_T=4$ Sendenantennen betrachtet. Die zugehörigen orthogonalen STBC-Matrizen sind in Tabelle 1 aufgelistet. Bei

$N_T=2$ Sendeantennen werden nach der Matrix G_2 im 1. Zeitschlitz an Sendeantenne 1 das Symbol s_1 und an Sendeantenne 2 das Symbol s_2 gesendet (1. Zeile von G_2); im 2. Zeitschlitz dagegen die redundante Information nochmals durch die Symbole $-s_2^*$ bzw. s_1^* über die Antennen 1 bzw. 2 übertragen. Die Information der Datensymbole s_1 und s_2 wird damit in zwei Zeitschlitzes gesendet, sodass sich die Codierate zu $r=2/2=1$ ergibt. Die als Alamouti-Matrix bekannte orthogonale STBC-Matrix, die die maximale Codierate $r=1$ erreicht [2]. Für $N_T=3$ bzw. $N_T=4$ Sendeantennen wurden die ebenfalls orthogonalen STBC-Matrizen G_3 bzw. G_4 verwendet. Bei diesen wird die Information der vier Datensymbole s_i , $i=1..4$, in jeweils 8 Zeitschlitzes übertragen, sodass sich die Codierate zu $r=4/8=1/2$ ergibt.

Um einen fairen Vergleich der mit diesen unterschiedlichen STBC-Matrizen erreichbaren Übertragungsqualität zu gewährleisten, wird jeweils die resultierende spektrale Effizienz η / (Bit/s)/Hz als Verhältnis der effektiven Datenrate zur benötigten Übertragungsbandbreite konstant gehalten. Soll die spektrale Effizienz $\eta = 1$ (Bit/s)/Hz betragen, so sind bei der G_2 -Matrix aufgrund der Codierate $r=1$ die Datensymbole s_1 und s_2 so zu wählen, dass jedes Symbol 1 Bit an Information trägt, d. h. z. B. $\{s_1, s_2\} \in 2\text{PSK-Modulation}$ bei den G_3 - bzw. G_4 -Matrizen dagegen muss die um den Faktor 2 geringere Codierate

$r=1/2$ dadurch kompensiert werden, dass jedes Datensymbol s_i , $i=1..4$, nun 2 Bit an Information trägt, d. h., die Symbole s_i , $i=1..4$, sind z. B. nach einer 4PSK-Modulation zu wählen. Wird ein Vergleich bei höherer spektraler Effizienz η angestrebt, so sind auch nach Tabelle 1 die Datensymbole s_i in den STBC-Matrizen jeweils von höherwertigen Modulationen (z. B. MPSK) zu wählen.

Abbildung 2.3-1 zeigt zunächst die erzielte Bitfehlerrate abhängig vom mittleren SNR/dB bei einer spektralen Effizienz $\eta=1$ (Bit/s)/Hz für die drei in Tabelle 1 angegebenen STBC-Matrizen und zunächst nur einer Empfangsantenne ($N_R=1$). Zusätzlich ist in Abbildung 2.3-1 zum Vergleich die entsprechende BER-Charakteristik dargestellt, die sich bei einem konventionellen Funksystem mit jeweils nur einer Sende- und Empfangsantenne ohne Space-Time-Codierung bei Rayleigh-Fading ergibt ($G_1=1$; $N_T=1$, 2PSK). Man erkennt, dass mit zunehmender Anzahl N_T der Sendeantennen die BER-Kurven immer steiler werden, d. h. die erzielte Diversitätsordnung N_D entsprechend ansteigt. So ist z. B. zum Erreichen einer Bitfehlerrate von $BER=10^{-4}$ beim betrachteten MIMO-System mit $N_T=4$ Sendeantennen durch die Space-Time-Block-Codierung nach der STBC-Matrix G_4 ein um mehr als 20dB reduziertes mittleres SNR als bei einem konventionellen Funksystem mit nur einer Sendeantenne ($G_1=1$; $N_T=1$) erforderlich. Dieser Gewinn kann in ei-

ner praktischen Anwendung z. B. für eine signifikante Reduktion der Sendeleistung um einen Faktor 100 und damit einer längeren Akku-Betriebsdauer oder zu einer deutlichen Reichweiten-Erhö-
 hung genutzt werden.

Abbildung 2.3-2 zeigt die entsprechenden Ergebnisse wiederum bei einer konstanten spektralen Effizienz von $\eta = 1$ (Bit/s)/Hz, nun aber mit $N_R = 2$ Empfangsantennen. Man erkennt, dass durch Erhöhen der Anzahl N_R der Empfangsantennen bei allen betrachteten MIMO-Architekturen deutlich bessere BER-Werte aufgrund der höheren Diversitätsordnung N_D nach $N_D = N_T \cdot N_R$ erreicht werden.

Um eine höhere spektrale Effizienz zu erreichen, sind die zu übertragenden Symbole einem höherwertigen Symbolalphabet zu entnehmen. In einem konventionellen System mit einer Sendeantenne ($N_T = 1$) und ohne STBC kann z. B. durch die Verwendung von 8PSK-Symbolen eine spektrale Effizienz von $\eta = 3$ (Bit/s)/Hz erreicht werden, da nun jedes Symbol $\log_2(8) = 3$ Bit an Information trägt. Die gleiche spektrale Effizienz $\eta = 3$ (Bit/s)/Hz erhält man mit ebenfalls 8PSK-Symbolen, wenn STBC nach der Matrix G_2 nach Tabelle 1 angewandt wird, da diese Codierung die Rate $r = 1$ hat. Bei STBC nach den Matrizen G_3 bzw. G_4 jedoch, muss aufgrund der Codierate $r = 1/2$ zum Erreichen der spektralen Effizienz $\eta = 3$ (Bit/s)/Hz jedes Symbol 6 Bit an Information tragen, d. h., die zu übertragenden Symbole sind z. B. einem 64PSK-Symbolalphabet zu entnehmen. Abbildung 2.3-3 zeigt die Ergebnisse der Analyse der Bitfehlerrate (BER) bei Rayleigh-Fading für die vier zuvor diskutierten Konfigurationen mit unterschiedlicher Anzahl N_T an Sendeantennen und einer Empfangsantenne ($N_R = 1$) bei einer konstanten spektralen Effizienz $\eta = 3$ (Bit/s)/Hz. Man erkennt wiederum, dass mit zunehmender Anzahl N_T der Sendeantennen und damit steigender Diversitätsordnung N_D die BER-Kurven steiler werden. Für kleine und mittlere SNR jedoch bestimmt die höhere Störanfälligkeit der 64PSK-Symbole im Vergleich zu den 8PSK-Symbolen die Übertragungsqualität, während für höhere SNR die höhere Diversitätsordnung bei mehreren Sendeantennen zu einer deutlich besseren Übertragungsqualität führt.

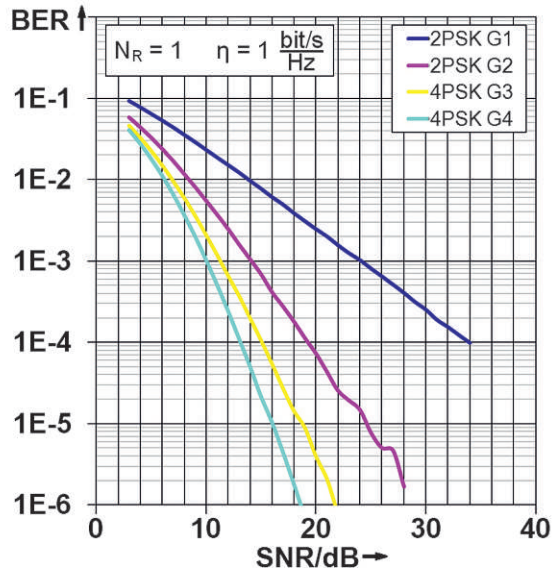


Abb. 2.3-1: BER-Charakteristika bei Rayleigh-Fading für verschiedene MIMO-Architekturen und Space-Time-Block-Codierungen nach Tabelle 1 bei einer Empfangsantenne ($N_R = 1$) und einer konstanten spektralen Effizienz von $\eta = 1$ (Bit/s)/Hz

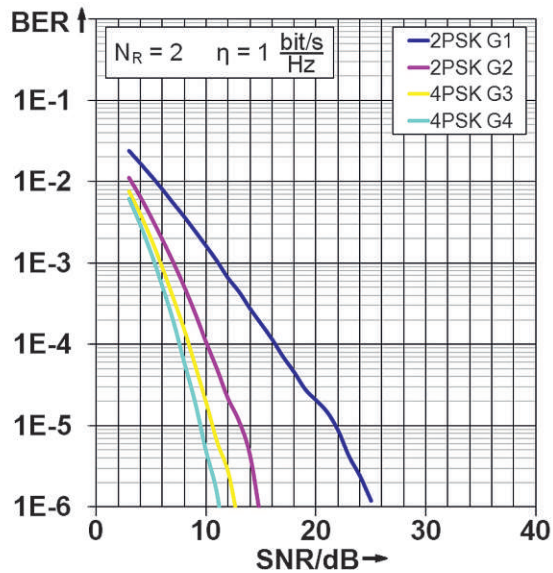


Abb. 2.3-2: BER-Charakteristika bei Rayleigh-Fading für verschiedene MIMO-Architekturen und Space-Time-Block-Codierungen nach Tabelle 1 bei zwei Empfangsantennen ($N_R = 2$) und einer konstanten spektralen Effizienz von $\eta = 1$ (Bit/s)/Hz

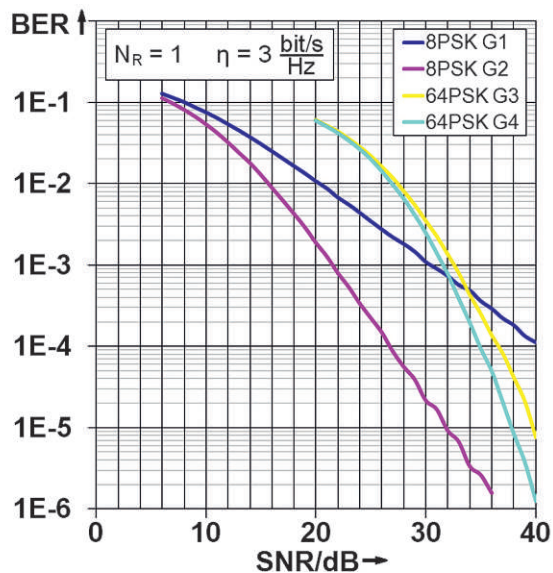


Abb. 2.3-3: BER-Charakteristika bei Rayleigh-Fading für verschiedene MIMO-Architekturen und Space-Time-Block-Codierungen nach Tabelle 1 bei einer Empfangsantenne ($N_R = 1$) und einer konstanten spektralen Effizienz von $\eta = 3$ (Bit/s)/Hz

Bei den bisherigen Analysen wurden zum Erreichen der jeweiligen spektralen Effizienz η die Datensymbole dem jeweils passenden MPSK-Symbolalphabet entnommen, obwohl z. B. Symbole des Symbolalphabets MQAM bei gleicher mittlerer Sendeleistung bekanntlich eine geringere Störanfälligkeit aufweisen. Der Nachteil MQAM-modulierter Signale im Vergleich zu MPSK-modulierten Signalen liegt allerdings in der nicht konstanten Einhüllenden des Sendesignals, was deutlich höhere Anforderungen an die Linearität des Sendeverstärkers bedeutet. Weiterhin ist zu beachten, dass die STBC-Matrizen G_3 und G_4 in Tabelle 1 zwar orthogonal sind, aber ihre Codierate $r=1/2$ geringer ist als die maximal erreichbare Codierate $r_{\max}=3/4$ nach (3) für $N_T=3$ bzw. $N_T=4$. Die nachfolgend aufgelisteten orthogonalen STBC-Matrizen H_3 und H_4 [3] dagegen erreichen die maximal mögliche Codierate $r=r_{\max}=3/4$ – da allerdings die Matrixelemente z.T. Linearkombinationen der zu sendenden Symbole s_i sind, kann eine konstante Einhüllende des Sendesignals selbst bei MPSK-Symbolen mit $|s_i|_{\text{MPSK}}=\text{const.}$ nicht mehr erreicht werden, so dass im Hinblick auf die geringere Störanfälligkeit gemäß obiger Diskussion die zu sendenden Symbole nach einem MQAM-Symbolalphabet zu wählen sind.

$$H_3 = \begin{bmatrix} s_1 & s_2 & \frac{s_3}{\sqrt{2}} \\ * & * & \frac{s_3}{\sqrt{2}} \\ -s_2 & s_1 & \frac{s_3}{\sqrt{2}} \\ * & * & \frac{-s_1 - s_1^* + s_2 - s_2^*}{2} \\ \frac{s_3}{\sqrt{2}} & \frac{s_3}{\sqrt{2}} & \frac{-s_1 - s_1^* + s_2 - s_2^*}{2} \\ * & * & * \\ \frac{s_3}{\sqrt{2}} & -s_3 & \frac{s_2 + s_2^* + s_1 - s_1^*}{2} \\ \frac{s_3}{\sqrt{2}} & \frac{s_3}{\sqrt{2}} & \frac{s_2 + s_2^* + s_1 - s_1^*}{2} \end{bmatrix}$$

$$H_4 = \begin{bmatrix} s_1 & s_2 & \frac{s_3}{\sqrt{2}} & \frac{s_3}{\sqrt{2}} \\ * & * & \frac{s_3}{\sqrt{2}} & \frac{-s_3}{\sqrt{2}} \\ -s_2 & s_1 & \frac{s_3}{\sqrt{2}} & \frac{-s_3}{\sqrt{2}} \\ * & * & \frac{-s_1 - s_1^* + s_2 - s_2^*}{2} & \frac{-s_2 - s_2^* + s_1 - s_1^*}{2} \\ \frac{s_3}{\sqrt{2}} & \frac{s_3}{\sqrt{2}} & \frac{-s_1 - s_1^* + s_2 - s_2^*}{2} & \frac{-s_2 - s_2^* + s_1 - s_1^*}{2} \\ * & * & * & * \\ \frac{s_3}{\sqrt{2}} & -s_3 & \frac{s_2 + s_2^* + s_1 - s_1^*}{2} & \frac{-s_1 + s_1^* + s_2 - s_2^*}{2} \\ \frac{s_3}{\sqrt{2}} & \frac{s_3}{\sqrt{2}} & \frac{s_2 + s_2^* + s_1 - s_1^*}{2} & \frac{-s_1 + s_1^* + s_2 - s_2^*}{2} \end{bmatrix}$$

Um bei einer Codierate $r=3/4$ eine spektrale Effizienz von $\eta = 3$ (Bit/s)/Hz zu erreichen, muss nun jedes Symbol s_i

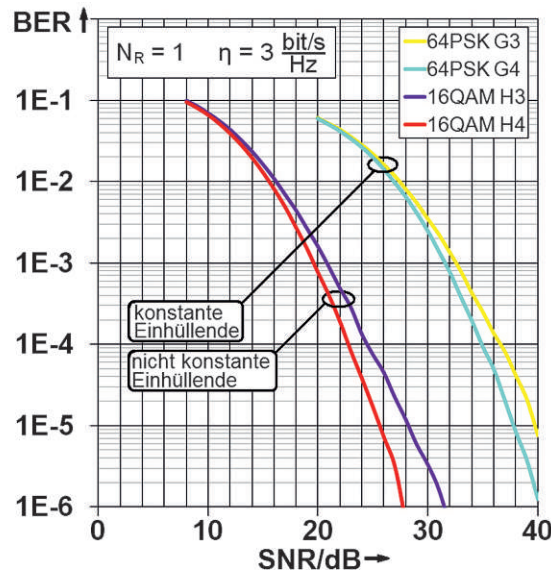


Abb. 2.3-4: BER-Charakteristika bei Rayleigh-Fading für verschiedene MIMO-Architekturen und Space-Time-Block-Codierungen bei einer Empfangsantenne ($N_R=1$) und einer konstanten spektralen Effizienz von $\eta=3$ (Bit/s)/Hz

genau 4 Bit an Information tragen, d. h. $\{s_1, s_2, s_3, s_4\} \in 16\text{QAM}$ Abbildung 2.3-4 zeigt die Bitfehlerrate BER abhängig vom SNR/dB für die STBC-Matrizen G_3 , G_4 , H_3 und H_4 , wobei die zu sendenden Symbole s_i jeweils so gewählt sind, dass sich die spektrale Effizienz zu $\eta = 3$ (Bit/s)/Hz ergibt. Man erkennt, dass bei gleicher Anzahl N_T an Sendeantennen die Diversitätsordnung und damit die Steilheit der entsprechenden Kurven gleich ist. Weiterhin erkennt man, dass der Preis für die konst. Einhüllende der Sendesignale an den Sendeantennen bei Verwendung der G_3 - bzw. G_4 -Matrizen in Verbindung mit 64PSK-Symbolen eine höhere Bitfehlerrate BER und damit eine geringere Übertragungsqualität hat.

Der Autor dankt allen Studierenden, die zum Gelingen dieses Projekts beigetragen haben – insbesondere den Herren Henning Lohrengel und Thomas Ruf. Um die erzielten Ergebnisse über die Lehre den Studenten zugänglich zu machen, werden die Ergebnisse dieses Projekts – nach entsprechender didaktischer Aufbereitung – in die Vorlesungsinhalte der Vorlesung Wireless Communications im Master-Studiengang Elektrotechnik und Informationstechnik der Hochschule Offenburg integriert.

Referenzen/References:

- [1] Felhauer T.: Analyse der Kanalkapazität von Funkssystemen mit MIMO-Architekturen. Beitrag im Forschungsbericht des Instituts für angewandte Forschung (IAF), Hochschule Offenburg, 2007
- [2] Alamouti S. M.: A simple transmitter diversity scheme for wireless communications. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Oct. 1998
- [3] Tarokh V. et al.: Space-Time Block Coding for Wireless Communications: Performance Results. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, März 1999



Innovative Verbindungs- technik



M 23 Profinet

Zukunftsweisende Elektromechnik
aus dem Südwesten Deutschlands!

- Kabelverschraubungen
- Steckverbinder
- Industriegehäuse
- Elektronik



HUMMEL AG

Lise-Meitner-Straße 2 · 79211 Denzlingen / Germany
Tel. +49 (0) 76 66 / 9 11 10-0 · info.et@hummel.com

www.hummel.com

BBBank-Studienpaket



Das Kick-off für Ihr Studium

Dies und mehr steckt im BBBank-Studienpaket:
KfW-Studienkredit: Sie studieren – wir finanzieren

- Monatliche Auszahlung bis zu 650,- Euro
- Unabhängig vom Einkommen/Vermögen der Eltern
- Niedriger Zinssatz
- Flexible Rückzahlung bis max. 25 Jahre

Aktuelle Konditionen in
Ihrer Filiale oder unter
www.bbbank.de

0,- Euro Girokonto

- Kostenfreie BankCard
- Inklusive Online- und Telefon-Banking
- Einfacher Kontowechsel durch den BBBank-Umzugsservice
- Kostenfreie Bargeldversorgung an allen Geldautomaten der BBBank und an über 2.500 Standorten im CashPool-Verbund

BBBank-Filiale Offenburg
Hauptstraße 48, 77652 Offenburg
Telefon 07 81/2 89 37-0

BB Bank

So muss meine Bank sein.

INNOVATIVE
TECHNOLOGIE
WELTWEIT

KNF NEUBERGER

MEMBRANPUMPEN- TECHNOLOGIE VOM FEINSTEN...

- Ob für Gase, Dämpfe oder Flüssigkeiten – KNF Neuberger bietet ein breites Angebot an Pumpen und Systemen.
- Für unverfälschtes Fördern, Dosieren, Komprimieren und Evakuieren.
- Als OEM- oder tragbare Ausführungen.
- Mit einem variablen Produktprofil für kundenspezifische Lösungen.

... für anspruchsvolle
Anwendungen
z.B. in den Bereichen:

- Medizintechnik
- Analysetechnik
- Verfahrenstechnik
- Lebensmitteltechnik
- Reptechnik
- Energietechnik
- Forschung



www.knf.de

KNF Neuberger GmbH ■ Alter Weg 3 ■ D 79112 Freiburg
Tel. 07664/5909-0 ■ Fax 07664/5909-99 ■ E-Mail info@knf.de

Luftbilder und Magnetfeldkarten – der Hochschul-Helikopter fotografiert aus der Vogelperspektive

Prof. Dr. rer. nat. Werner Schröder
Fakultät Elektrotechnik
und Informationstechnik (E+I)

Badstraße 24
77652 Offenburg
Tel. 0781 205-271
E-Mail: w.schroeder@fh-offenburg.de

1954: Geboren in Osnabrück
1979: Studium der Physik an der Universität Bielefeld mit Abschlussdiplom
1982: Promotion über inelastische Streuprozesse
1983–1988: Aufbau und Leitung der Faserkreiselentwicklung bei der Firma Litef Freiburg
Seit 1988: Professur an der Hochschule Offenburg über Physik, Impulstechnik, Leitung des IAF-Schwerpunkts Physikalische Sensorik. Mitglied der Deutschen Physikalischen Gesellschaft und Society of Photoinstrumentation Engineers, Leitung des Steinbeis-Transferzentrums Physikalische Sensorik
Seit 1990: Mitglied des Instituts für Angewandte Forschung (IAF) der Hochschule Offenburg
1996: Ausgründung einer Firma mit 12 Mitarbeitern



Forschungsgebiete: Laserkreiseltechnik, Photonik, Optische Spektrometrie und ihre Anwendungen in der Navigation

2.4 Luftbilder und Magnetfeldkarten – der Hochschul-Helikopter fotografiert aus der Vogelperspektive

Prof. Dr. rer. nat. Werner Schröder

Einführung

Der autonom und geregelt fliegende Helikopter der Hochschule Offenburg eignet sich als Träger für unterschiedliche Sensoren. Natürlich ist die naheliegendste Anwendung, mit einer Digitalkamera Luftaufnahmen zu machen. Abbildung 2.4-1 zeigt eines der Ergebnisse der ersten Luftbildflüge: Der Campus der Hochschule Offenburg von oben, aufgenommen mit einer digitalen Filmkamera mit entsprechend geringer Auflösung. Um bessere Ergebnisse zu erzielen, wurde inzwischen eine digitale Panorama-kamera mit einem Leica-Objektiv und ca. 10 Mio. Pixel beschafft.

Luftbilder

Eine Serie von Luftbildern kann dazu verwendet werden, ein digitales 3D-Modell der aufgenommenen Objekte zu erstellen. Hierzu ist als erster Schritt erforderlich, aus jeweils zwei Bildern die verbindende Fundamentalmatrix aus mindestens sieben korrespondierenden Punktpaaren zu berechnen. Sie beinhaltet die Kameraeigenschaften sowie die Verdrehung und Verschiebung der Kamera zwischen den beiden Bildern, die sich daraus mit einiger linearer Algebra berechnen lassen. Hieraus lassen sich auch die sogenannten Epipolarlinien ermitteln, die die Linien angeben, auf denen Punkte im Raum auf beiden Bildern zusammengehören. Abbildung 2.4-3 zeigt das Ergebnis der Berechnung von 8 Epipolarlinienpaaren. Interessant ist, dass bis auf einen linearen Skalenfaktor außer den beiden Bildern keinerlei weitere Information für die Berechnung notwendig ist. Inzwischen gibt es Verfahren,

korrespondierende Punkte in Bildpaaren automatisch zuzuordnen. Dazu werden interessante Punkte mit geeigneten Software-Detektoren (Harris-Detektor, SIFT oder seit neuestem SURF-Detektor) identifiziert und klassifiziert. Über einen Algorithmus, der robust gegenüber Ausreißern ist – die Klassifizierung der interessanten Punkte ist von Natur aus nicht so perfekt wie das menschliche Auge – lässt sich dann die Fundamentalmatrix automatisch ermitteln. Ein bewährter Algorithmus ist z. B. Der RANSAC-Algorithmus. Aus den ermittelten Verdrehungen und Verschiebungen lässt sich über Bündelausgleichsrechnung der genaue Flugweg der Kamera rekonstruieren. Da wir gleichzeitig die – vergleichsweise – ungenauen GPS-Daten haben, lassen sich die Bilder und die Kameraposition und ein mögliches 3D-Modell genau georeferenzieren. Die Leistungsfähigkeit derartiger Algorithmen kann man beispielsweise bei Microsoft's Photosynth bewundern. Mit Software-Detektoren, die sehr schnell und recht zuverlässig wie beispielsweise der SURF-Detektor arbeiten, kann erwartet werden, dass die Flugbahnberechnung auch online aufgrund der Bilddaten erfolgen kann. Die vorhandenen inertialen Sensoren können diese Berechnung und ihre Geschwindigkeit deutlich unterstützen. Die Online-Verarbeitung ist noch ein weites Feld für interessante und anspruchsvolle Abschlussarbeiten.

Gradienten-Magnetometer

Da der Helikopter ca. 10 cm genau über dem Boden geregelt fliegen kann, lassen sich Magnetfeldgradienten direkt über dem Boden mit Magnetsensoren automatisch kartieren. Auf einer solchen Ma-



Abb. 2.4-1: Der Campus der Hochschule Offenburg mit dem Neubau aus der Vogelperspektive, aufgenommen mit dem geregelten Helikopter

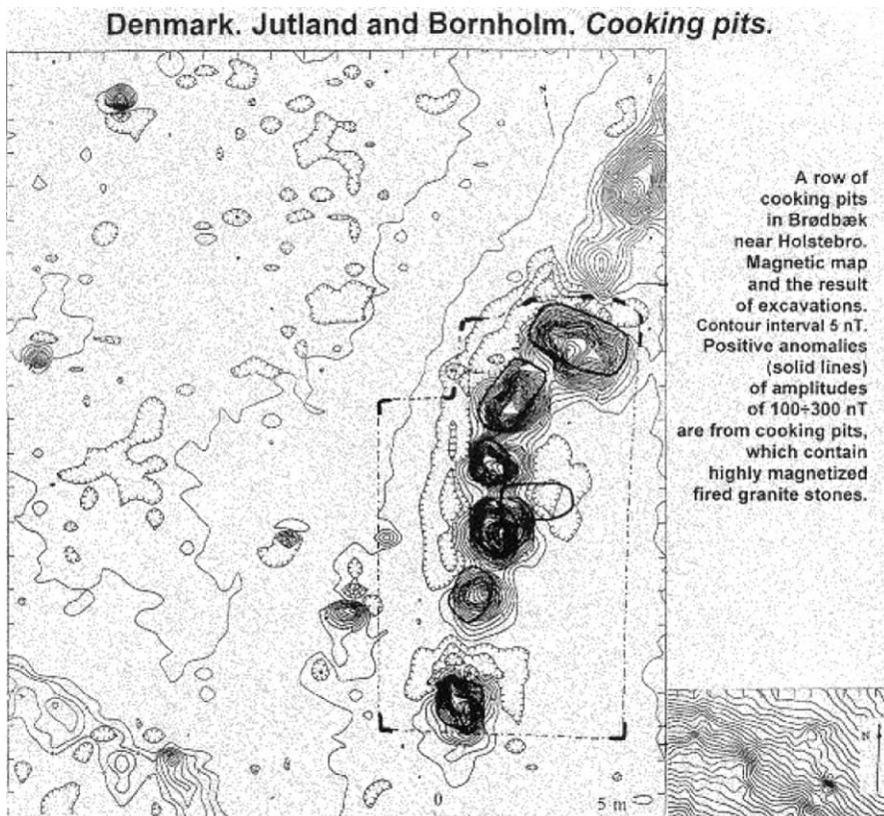


Abb. 2.4-2: Magnetfeldkarte von Feuerstellen (Beispiel entnommen aus <http://www.gemsys.ca>)

gnettefeldkarte kann man Störungen des Erdmagnetfelds erkennen, die beispielsweise durch Metalle im Boden oder Bodenveränderungen hervorgerufen werden. Archäologen verwenden das Prinzip, um damit alte Feuerstellen oder Gebäudereste im Boden aufzufinden. Die Störungen des Erdmagnetfelds durch solche Objekte sind im Allgemeinen allerdings sehr klein, sodass man das Magnetfeld recht hoch auflösend messen muss. Ein Beispiel für eine solche Magnetfeldkarte zeigt Abbildung 2.4-2. Derzeit ist ein solches Magnetometer für den Helikopter an der Hochschule im Rahmen von Projektarbeiten in der Entwicklung. Zwei Fluxgate-Magnetfeldsensoren mit jeweils drei Achsen werden in einem Abstand von ca. 0,5 m etwa 3 m unter den Helikopter gehängt und ihre Daten an die Bodenstation gefunkt. Die Auflösung der Sensoren beträgt einige 100 p.T. – entspricht etwa dem 1/100000-Teil der Stärke des Erdmagnetfelds – bei einer Messfrequenz von etwa 10 Hz. Abbildung 2.4-4 zeigt eines der beiden Magnetfeldsensoren mit Elektronik. Auch auf diesem Gebiet können interessante Projekt- und Abschlussarbeiten angeboten werden.



Abb. 2.4-3: Zwei Ausschnitte von Luftbildern der Hochschule Offenburg mit gerechneten 8 Epipolarlinienpaaren, die Berechnung erfolgte in MathCAD

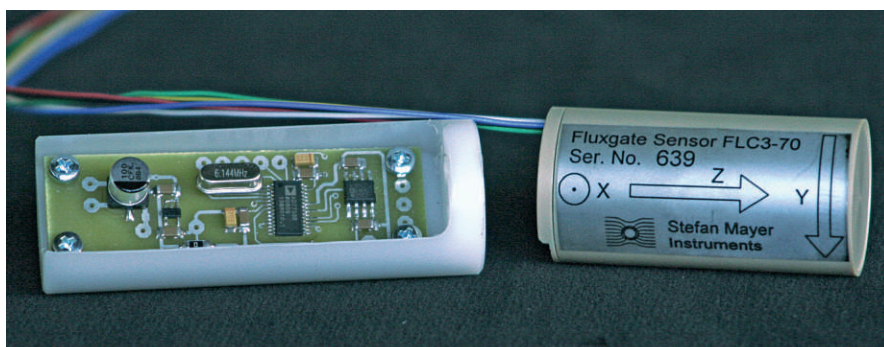


Abb. 2.4-4: Fluxgate-Sensor mit Auswerteelektronik der Hochschule Offenburg

2.5 Holografisches Mikroskop

Prof. Dr. Werner Schröder
Dipl.-Ing. (FH) Andreas Weber

Einführung

Herkömmliche Hellfeldmikroskope bilden ein Objekt mit Hilfe von Linsen auf einer lichtempfindlichen Fläche wie z. B. der Netzhaut im Auge oder einem CMOS- bzw. CCD-Chip ab. Dabei wird nur die Intensität beobachtet, die proportional dem zeitlichen Mittel des Quadrats der E-Felder der elektromagnetischen Wellen (Licht) ist. Durch die teils hohe numerische Apertur des Objektivs kann das Objekt bei Bedarf schichtweise durch Verändern des Objektabstands abgebildet und anschließend zu einem 3D-Bild zusammengesetzt werden. Soll der rekonstruierte Bildstapel also aus 100 Schichten bestehen, muss der Objektträger auch 100-mal bewegt und eine Aufnahme bei gegebener Belichtungszeit erstellt werden, das Objekt selbst sollte sich aber nicht bewegen. Gerade bei lebenden Zellen ist dies ein Problem.

Holografisches Mikroskop

Beim holografischen Mikroskop wird stattdessen die vom Objekt ausgehende elektromagnetische Welle, die Objektwelle, inklusive der Phasenlage bestimmt, um anschließend das Objekt „offline“ daraus zu rekonstruieren. Das vorgestellte Verfahren zeigt die Erfassung einer komplexen Objektwelle durch Interferenz mit einer Referenzwelle und der anschließenden schichtweisen Rekonstruktion des Objekts. Abbildung 2.5-1a zeigt den verwendeten Aufbau schematisch, Abbildung 2.5-1b den inneren Teil der Optik.

Beleuchtung und Referenz

Für die Objektbeleuchtung und die Referenzwelle wird der Strahl eines HeNe-Lasers fokussiert und in eine Einmoden-glasfaser eingekoppelt. Ein drehbares Filter erlaubt, die eingekoppelte Leistung anzupassen, um z. B. eine Übersteuerung des CMOS-Sensors zu verhindern. Da der Phasenhub des LCDs von der Eingangspolarisation abhängt, wird diese durch Doppelbrechung in einem Polarisationssteller angepasst. Dabei stehen zwei Kriterien im Vordergrund: maximaler Phasenhub und gleichbleibender Kontrast des Interferenzmusters.

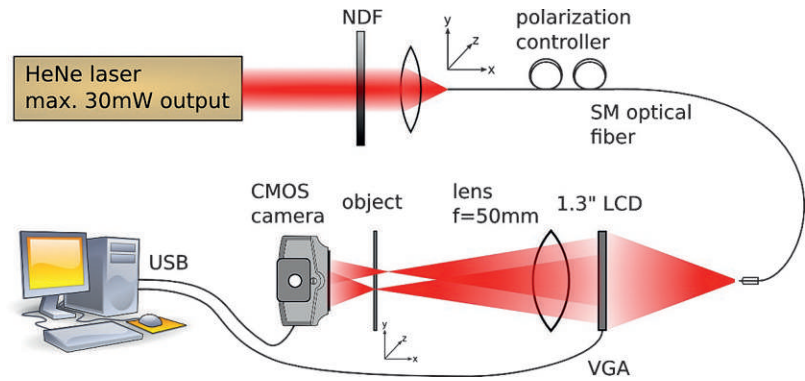


Abb. 2.5-1a: Schematischer Aufbau



Abb. 2.5-1b: Innerer Teil der Optik

LCD als Spatial Light Modulator

Ein LCD wird in herkömmlichen Anwendungen wie in Anzeigen von Uhren, Taschenrechnern, Beamer usw. als „Lichtventil“ verwendet. Einzelne Punkte können durch elektrische Ansteuerung zwischen „durchlässig“ und „geblockt“ gesteuert werden. Dabei ist jeder Punkt eine nematische Drehzelle zwischen 2 Polarisatoren, die die Polarisationsebene proportional der angelegten Spannung dreht. Die Lichtdurchlässigkeit jedes einzelnen Punkts kann somit in z. B. 255 Stufen mit einer Frequenz von 25 bis 50 Hz verändert werden.

In der beschriebenen Anwendung wird das LCD ohne Polarisatoren verwendet, um statt der Amplitude der einzelnen

Punkte die Phasenlage zu beeinflussen. Abbildung 2.5-2 zeigt den gemessenen Phasenhub (grün) in Abhängigkeit der Ansteuerung über VGA bei optimal eingestellter elliptischer Eingangspolarisation und der approximierten Funktion zur Bestimmung der VGA-Ansteuerung bei gegebener Phasenlage (blau). Die Phasenverschiebung wird gemessen, indem eine Doppellochblende vor das LCD geschoben und die Austrittsöffnung der Glasfaser mit Linse auf einen CMOS-Chip abgebildet wird. Dieser Aufbau entspricht dann einem Mach-Zehnder-Interferometer, wobei jeweils eine Seite des LCD die Phasenlage im dazugehörigen optischen Pfad beeinflussen kann. Abbildung 2.5-2 zeigt auch das beobachtete Interferenzmuster bei zwei un-

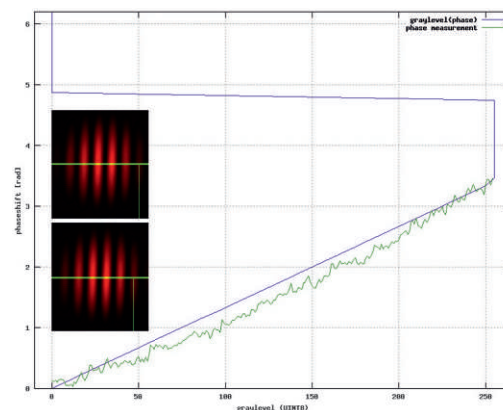


Abb. 2.5-2: Interferenz zur Ermittlung der Phasenverschiebung und daraus ermittelte (grün) sowie approximierte Phasenverschiebung (blau)

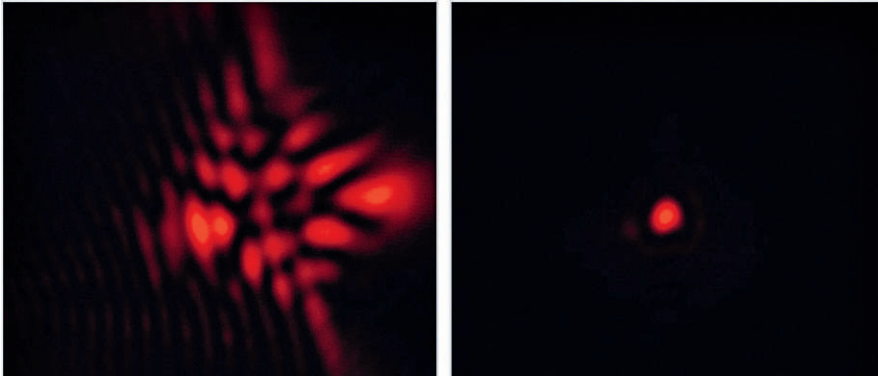


Abb. 2.5-3: Links: Fokus 40-fach vergrößert ohne Phasenkorrektur, rechts: mit aktiver Korrektur

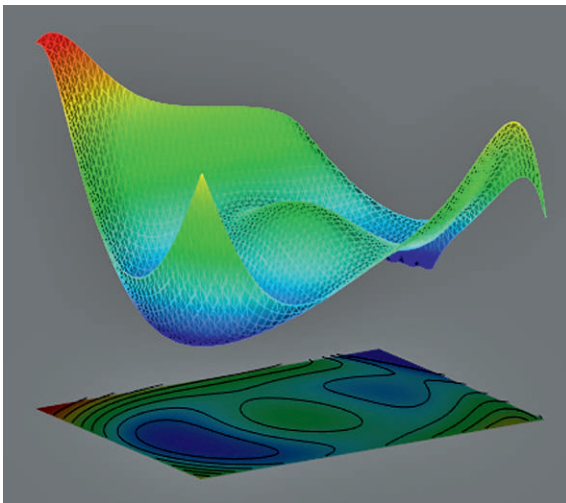


Abb. 2.5-4: Durch Zernike-Polynome approximierte Phasenkorrektur

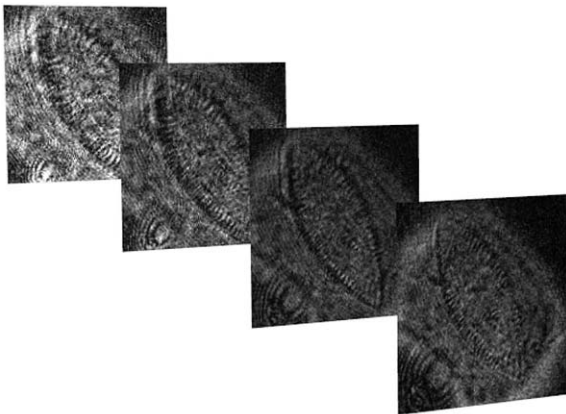


Abb. 2.5-5: In 4 Schichten rekonstruierte Kieselalge

terschiedlichen Phasenlagen. Die Phase wird dabei durch eine Fast-Fourier-Transformation (FFT) bestimmt und durch eine grüne Senkrechte visualisiert. Wie man weiter sehen kann, ist es mit dem verwendeten LCD im transmittiven Aufbau nur möglich, einen Phasenhub von etwa 3,4 rad bei 632,8 nm Laserwellenlänge zu erzielen.

Korrektur der Wellenfrontverzerrungen

Für die Rekonstruktion ist es wichtig, einen optimalen Fokus zu erzeugen. Allerdings ist jedes optische System mit Abbildungsfehlern behaftet, wie z. B.

Sphärischer Aberration oder Koma. Abbildung 2.5-3 links zeigt den Fokus bei gerechneter Fresnellinse mit $f=1,5$ m auf dem LCD und 40-facher Vergrößerung. Für die Wellenfrontanalyse wurde das System sequenziell durch Muster auf dem LCD abgetastet, die Abweichungen ähnlich einem Hartmann-Shack-Sensor erfasst und anschließend deren Integral iterativ durch Zernike-Polynome approximiert. Abbildung 2.5-4 zeigt die daraus berechnete Matrix zur additiven Phasenkorrektur, Abbildung 2.5-3 rechts zeigt den Fokus nach der Wellenfrontkorrektur.

Aufnahmen

Das LCD erzeugt zusammen mit der Linse zwei Fokusse mit unterschiedlicher Brennweite. Ein Fokus dient dazu, das Objekt zu beleuchten, der andere trifft das Objekt nicht und wird als Referenzstrahl verwendet. Dabei ist die Phasenlage der beiden Strahlen zueinander durch die Ansteuerung des LCDs einstellbar. Für die spätere Rekonstruktion werden hintereinander 6 Aufnahmen mit dem CMOS-Sensor gemacht: Intensität der Objektbeleuchtung, der Referenzbeleuchtung, der Interferenz von Objektwelle und Referenzwelle mit Phasendifferenz von 0° , 90° , 180° und 270° . Dabei ist zu bemerken, dass die Sequenz nur durch Änderung der LCD-Ansteuerung hervorgerufen wird. Es finden keine mechanischen Veränderungen durch Schrittmotoren oder Servos statt, die zu Vibrationen im Aufbau führen könnten und die Aufnahmezeiten verzögern würden.

Rekonstruktion

Aus den 4 Intensitäten der Interferenz lässt sich die Phase der rekonstruierten Objektwelle berechnen; die Amplitude der Objektwelle entspricht der Wurzel der getrennt aufgenommenen Intensität bei reiner Objektbeleuchtung. Somit kann die komplexe Objektwelle auf der Sensoroberfläche komplett rekonstruiert werden. Zur Lösung des Fresnel-Kirchhoff'schen Beugungsintegrals wird die rekonstruierte Objektwelle über eine Fresnellinse rechnerisch ins Unendliche abgebildet. Als Beugungsintegral ergibt sich dabei im Wesentlichen gerade die Fourier-Transformierte der Objektwelle. Die schichtweise Rekonstruktion des Objekts ist daher auf modernen Rechnern schnell über eine 2-D-FFT realisierbar. Abbildung 2.5-5 zeigt eine Kieselalge bei unterschiedlicher Brennweite der berechneten Fresnellinse. Wegen der Überschaubarkeit werden hier nur 4 Bilder gezeigt, in der Praxis können einige hundert fein abgestufte Bilder generiert werden.

Ausblick

Das vorgestellte Verfahren wird zurzeit aktiv weiterentwickelt, um die Ergebnisse zu verbessern und in Zukunft vielleicht herkömmliche Mikroskope in Herstellungskosten, numerischer Apertur und Auflösungsvermögen zu übertreffen.

A simple Method for quantifying Triazine Herbicides using Thin-Layer Chromatography and a CCD-Camera

Prof. Dr. rer. nat. Bernd Spangenberg
Fakultät Maschinenbau und Verfahrenstechnik (M+V)
Studiendekan Verfahrenstechnik

Badstraße 24
77652 Offenburg
Tel. 0781 205-101
E-Mail: Spangenberg@fh-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 A simple Method for quantifying Triazine Herbicides using Thin-Layer Chromatography and a CCD-Camera

Prof. Dr. rer. nat. Bernd Spangenberg
Dipl.-Ing. (FH) Melanie Broszat
Helena Ernst

Introduction

Modern TLC-scanners can measure in absorption, fluorescence and also in transmittance. TLC-scanners cover the whole wavelength range from 200 up to 1100 nm. The disadvantage of TLC and HPTLC scanners is their high purchase price and maintenance costs. The high price of modern TLC-scanners makes image analysis in thin-layer chromatography (TLC) so interesting [1]. Most TLC-applications are designed to work in the wavelength range from 400 to 800 nm, using human eyes as detectors. Scanning equipment like CCD-cameras (charge coupling device-cameras) or flatbed-scanners working in the visible range are cheaply available and can be used for plate evaluation [1]. The term video-densitometer has also been introduced for such scanning devices.

The advantage of video-densitometric devices is their small size and low weight which make these camera systems portable [2]. The use of a CCD device provides ultraviolet response and a larger dynamic range than a photomultiplier [3, 4]. The evaluation of 2D separations is possible which is not possible with slit-scanners. The principle of CCD-scanning is not restricted to cameras.

A flat-bed scanner can also be used for plate measuring [5]. Commonly used flatbed-scanners illuminate the plate with white light and can scan coloured zones. Even fluorescence can be measured if the flat-bed scanner is equipped with a UV-lamp [6]. The cheapest CCD-technique for TLC evaluations is to use a hand-scanner [7].

The disadvantage of a video-densitometer is that spectral information is not available. This makes spectral peak identification and spectral peak-purity tests impossible. Otherwise, most substances show no light absorption or fluorescence in the vis-range. To make separation more specific, we recommend a staining step which often makes spectral identification and peak-purity testing unnecessary.

What features should be taken into consideration when buying a CCD-camera? Quantitative video-densitometric measuring needs a detector, which can linearly digitalize light intensity measurements. Double-fold light intensity must result in doubled signal values, which can be checked by changing the measurement time. Therefore double measurement time must result in doubled measured values. The digital resolution of commonly used cameras is 8 bit. A signal is rendered in $2^8 = 256$ different increments (grey levels), which is not sufficient for quantification purposes because at least 12 bit capacity is necessary for quantifying ($2^{12} = 4096$ increments). CCD-cameras with a resolution of 16 bits are much better because such

cameras render $2^{16} = 65536$ grey scales. Relatively inexpensive cameras with suitable software that meet these requirements are available for astronomy observations. These cameras produce TIFF-pictures, because the TIF-Format (Tagged Image File Format) supports 16 bit data storing.

Although inexpensive flatbed scanners and cheap cameras are not linearly calibrated, it is nevertheless possible to quantify planar chromatography separations. For example the heavy metal complexes cobalt-dithizone and zinc-dithizone can be quantified but the working range covers only a single magnitude due to the non-linear detector [7].

The group of triazine herbicides, which includes atrazine, causes underground water contamination. Atrazine is said to have a carryover, a generally undesirable property for herbicides. In 1952 H. Gysin and E. Knüsli synthesized a number of substituted triazines. A first publication appeared in 1955 [8]. Triazine herbicides are colourless compounds detectable only in UV. Triazine herbicides react with chlorine and iodine-starch forming brown-red spots [9] when separated by thin-layer chromatography [8, 10 - 12]. This reaction can be used to quantify TLC-separated triazine herbicides using a CCD-camera.

The purpose of this work is to show that video-densitometric measurements provide a powerful tool for inexpensive quantitative thin layer chromatography. Linear calibration functions over two ma-

gnitudes and more can be obtained using a linear measuring device in combination with the correct remission theory.

Therory

In planar chromatography light is used for detecting separated sample spots by illuminating the TLC-plate from the top with light of known intensity. A clean illuminated plate will absorb a share of this illuminating light by the layer. The share of light, which is not absorbed but reflected by the surface, should be J_0 . If this reflected light shows higher intensity than the reflected light (J) from a sample zone, a fraction of light must be absorbed by the sample (the analyte). The difference between these light intensities is absorbed by the analyte and defines the analyte absorption coefficient a :

$$I_{abs} = J_0 - J = aJ_0 \quad (1)$$

Increasing sample amounts will induce a decreasing light reflection (J). Therefore a transformation algorithm is needed which turns decreasing light intensities into increasing signal values. Ideally there should be a linear relationship between the transformed measurement data and the analyte amount.

With the abbreviation:

$$R = \frac{J}{J_0} \quad (2)$$

We see that theoretical considerations lead to following equation for transformation purposes that show linearity between the transformed measurement data (TMD) and the absorption coefficient [13].

$$TMD(k) = k \left(\frac{1}{R} - R \right) + (R - 1) \quad (3)$$

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

a : absorption coefficient

The value of the so called backscattering factor k is in the range between 0 and 1 and depends on the scattering quality of the stationary phase. In TLC the Kubelka/Munk theory is often used for evaluation purposes. The Kubelka/Munk theory was first published in the year 1931 and is based on the assumption that half of the scattered flux is directed forwards and half backwards [13]. The backscattering factor in the Kubelka/Munk-theory is $k=1/2$ and the correct Kubelka/Munk-expression can be used to obtain linear calibration curves for high analyte concentrations. In trace analysis it is mostly sufficient to use a k -factor $k=1$ for obtaining linearity for calibration curves.

$$TMD(k=1) = \frac{1}{R} - 1 = \frac{a}{1-a} \quad (4)$$

For $k=0$ no incident light is reflected to the plate top and the resulting expression can be used for fluorescence evaluation [13].

Results and discussion

For direct video-densitometric evaluation a ST-1603ME CCD camera with 1.56 megapixel 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 . The plate was measured in the dark using two LEDs emitting white light. The time of 6 seconds is necessary to measure the full 16 bit range.

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 $83.3 \mu\text{m}$ per pixel. A single mm separation distance is measured by 12 diodes producing 12 data points.

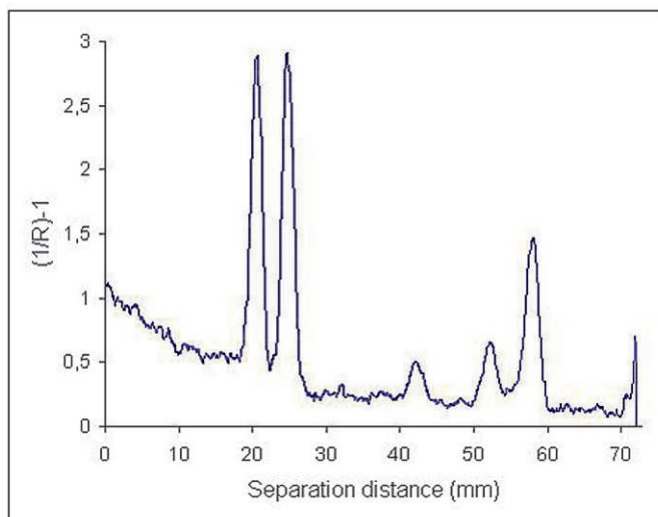
Figure 3.1-1 shows the result of a video-densitometric evaluation of the five triazines atraton, terbumeton, simazine, atrazine and terbutylazine (50 ng each), separated on silica gel with the mobile phase methyl-*t*-butyl ether and cyclohexane (1+1, v/v). The plate was stained

with iodine-starch reagent after treatment with chlorine. For staining the plate was dried in a gentle stream of air for 5 minutes and placed in a chlorine containing chamber for 5 minutes. Chlorine was produced from 10 mL KMnO_4 -solution (3 g KMnO_4 dissolved in 100 mL of water) and 10 mL HCl (25 mL 32% HCl dissolved in 50 mL of water). Five minutes after mixing, the chamber was filled with chlorine and the TLC-plate could be placed.

The staining reagent starch-iodine was found to show sufficiently sensitive. To produce the starch-iodine reagent, 800 mg of potassium iodide was dissolved in 20 mL of water. 800 mg starch (according to Zulkowsky) was dissolved in 20 mL of water. Both solutions were mixed and dissolved with 10 mL of ethanol. The mixture is stable for one day. Red-brown zones are formed on a slightly dark background, if the chlorinated plate is dipped for 1 s in starch-iodine reagent. The colours are stable for days.

Each stained application band (band width is 7 mm) was measured with 64 data points resulting in 64 densitograms. These 64 densitograms measured from each band-wise application were combined in a single densitogram. This data averaging improves the signal-to-noise ratio by a factor of 8 in comparison to the signal-to noise ratio of a densitogram registered by only a single pixel. It's important for all tracks to be evaluated with the same number of measurement data located in the centre of the application band. To achieve reliable evalua-

Fig. 3.1-1: Plotted is the separation of atraton, terbumeton, simazine, atrazine and terbutylazine (50 ng each, from left to right) on silica gel evaluated with expression (4). Als eluent methyl-*t*-butyl ether, cyclohexane (1+1, v/v) was used for a separation over a distance of 70 mm



tion, all tracks must also be evaluated using the same position within the track and the same evaluation widths.

Figure 3.1-2 shows the brightest plate area in bits plotted against the measurement time. The plot emphasizes that the camera measures light intensities in a directly linear way. The response curve is not logarithmic as is the case in all commonly used cameras in our daily life.

A sample application was measured at six different time intervals (1 to 6 seconds) and evaluated using a single diode in the CCD-array. The signal-to-noise ratios of these six densitograms (using the atrazine-peak) were measured. The more the bit-range measurement increases, the more the linear signal-to-noise ratio increases as well. This is also plotted in figure 3.1-2 and shows that the signal-to-noise ratio increases directly linear with the measuring time. Different amounts of atrazine were separated, stained and measured using 6 seconds measuring time and 64 densitograms bundled. The result is plotted in figure 3.1-3. The densitograms can be used to quantify atrazine in a strictly linear calibration range of two magnitudes. To obtain linearity, the camera must show a linear response curve. Moreover it is absolutely necessary to use the correct transformation algorithm for calculating absorption values.

References

- [1] Vovk I., Prošek M., Kaiser R. E.: Image analysis, 464-488, in Sz. Nyiredy (editor) Planar chromatography. A retrospective view for the third millennium, Springer Scientific Publisher 2001, Budapest
- [2] Aldridge P. K., Callis J. B., Burns D. H.: Laptop chemistry: A compact portable thin layer scanner, J. liquid Chromatogr. 1990, 13, 2829-2839
- [3] Cosgrove J. A., Bilhorn R. B.: Spectrometric analysis of planar separations using charged-coupled device detection, J. Planar Chromatogr. 1989, 2, 362-367
- [4] Brown S. M., Busch K. L.: A charge-coupled device for optical detection of sample bands in thin-layer-chromatograms, J. Planar Chromatogr. 1992, 5, 338-342
- [5] Pollak V. A., Doelemeyer A., Winkler W., Schulze-Clewing J.: Important design features of a system for the densitometric analysis of two-dimensional flat-bed separations, J. Chromatogr. 1992, 596, 241-249
- [6] Stroka J., Peschel T., Tittelbach G., Weidner G., van Otterdijk R., Anklam E.: Modification of an office scanner for the determination of aflatoxins after TLC separation, J. Planar Chromatogr. 2001, 14, 109 - 112
- [7] Spangenberg B., Stehle S., Ströbele Ch.: Quantitative DC mit einem Handscanner: CO₂-Bestimmung“, GIT 1995, 39, 461 - 464
- [8] Delley R., Friedrich K., Karlhuber G., Székely G., Stambach K.: The identification and determination of various triazine herbicides in biological materials, Z. Anal. Chem. 1967, 228, 23 - 38
- [9] Rydon H. N., Smith P. W. G.: A new method for the detection of peptides and similar compounds on paper chromatography, Nature 1952, 169, 922 - 923
- [10] Balinova A.: Thin-layer chromatographic detection of some systemic fungicides and their metabolites, J. Chromatogr. 1975, 111, 197 - 1199
- [11] Székely G., Weick P., Abt B.: Determination of atrazine traces in ground and drinking water by thin layer chromatography, J. Planar Chromatogr. 1989, 2, 321 - 322
- [12] Jork H., Roth B.: Vergleichende chromatographische Untersuchung bei s-Triazin, J. Chromatogr. 1977, 144, 39 - 56
- [13] Spangenberg B.: Does the Kubelka-Munk theory describe TLC evaluations correctly? J. Planar Chromatogr., 2006, 19, 332 - 341

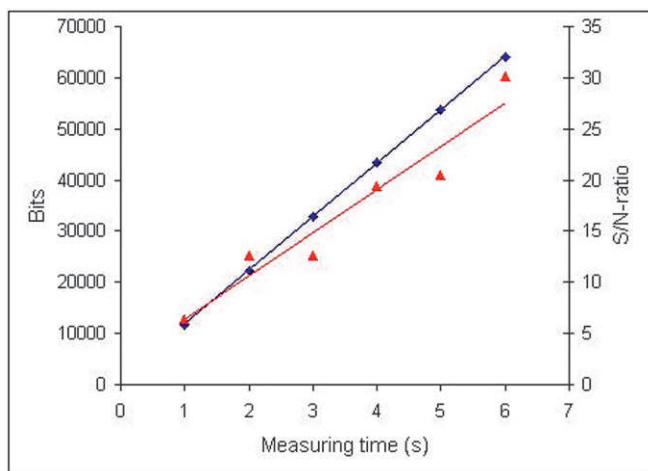


Fig. 3.1-2: Plotted is the response curve of the ST-1603 ME CCD-camera (bits against measuring time) and the obtained signal-to-noise ratios (S/N-ratios) plotted as triangles

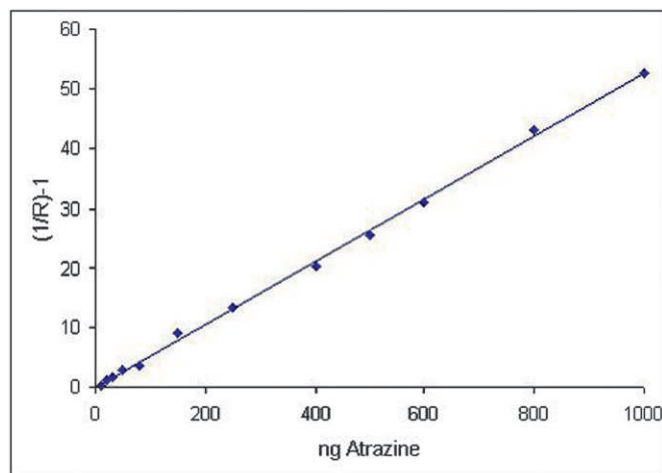


Fig. 3.1-3: Plotted is the range of linearity for atrazine from 10 ng to 1000 ng

Development of a continuously operated Microbial Fuel Cell (MFC)

Dr.-Ing. Andreas Wilke
Fakultät Maschinenbau
und Verfahrenstechnik (M+V)

Badstraße 24
77652 Offenburg
Tel.: 0781 205-118
E-Mail: andreas.wilke@fh-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: Entwicklung der mikrobiellen Brennstoffzelle, Integrierte Bioprozesse, Entwicklung von Bioreaktoren

3.2 Development of a continuously operated Microbial Fuel Cell (MFC)

Dr.-Ing. Andreas Wilke
Dipl.-Ing. (FH) Reimar Gass

Abstract

In contrast to a conventional fuel cell the electrons in a microbial fuel cell (MFC) originate from the metabolic conversion of organic substrates by special bacteria instead of using molecular hydrogen. Recent research in our group has shown that the maximum electrical power density in a MFC correlates with the biomass concentration in batch MFC experiments [1].

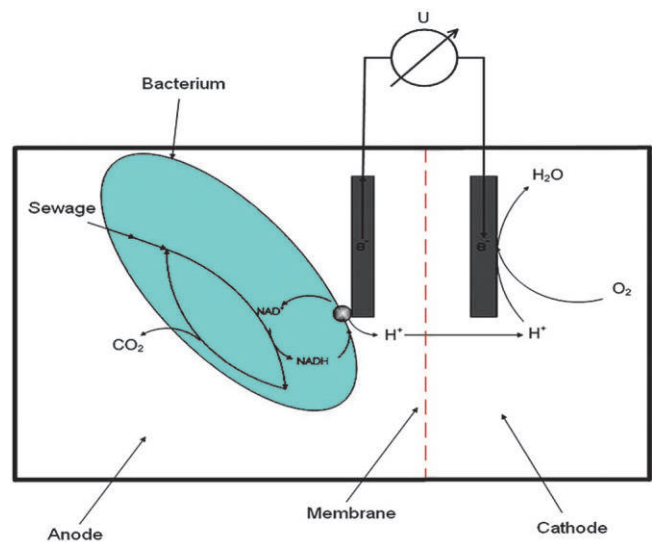
In continuous MFC systems additionally the dilution rate D could have an effect on the specific power density. Therefore two steady state conditions are adjusted and the resulting specific power densities, and the biomass and substrate concentrations were measured.

These results were implemented in a mathematical description of the continuous MFC-process and the visualization of the model is presented.

Introduction

A microbial fuel cell (MFC) has some advantages compared to a conventional fuel cell. Beside the mild operation conditions (pH around 7.0, room temperature) the MFC produces electricity while degrading a waste water effluent at the same time. In contrast to a conventional fuel cell, where hydrogen is oxidized in

Fig. 3.2-1: Principle of a microbial fuel cell. The bacteria in the anode is able to use the reduction equivalent from the sewage degradation to generate electrons



the anode compartment, the electrons in the MFC derive from bacteria. The microorganisms regenerate their redox-equivalents (NADH) by transferring the electrons on the surface of the anode. The complete mechanism is demonstrated in Figure 3.2-1.

Scope of the project

In recent publications we have demonstrated the effective electricity generation by microorganisms using a MFC [1]. All results are derived from unsteady batch operation mode. The unsteady conditions (increasing biomass concentration, decreasing COD of the wastewater and increasing/decreasing power production) are disadvantageous regarding an application in a technical process.

A continuous operation of a MFC is limited by the maximum specific growth

rate μ_{max} of the bacteria, which relates to the critical dilution rate D_{crit} . Higher dilution rates than D_{crit} cause a washout of the biomass out of the anode compartment. On the other hand high dilution rates are desirable, because they correspond to an increase of the maximum power density in a MFC [2].

Hence a continuously operated microbial fuel cell with a constant power production on high level and a constant wastewater degradation is the main goal of this project. With the help of a mathematic description of the overall process, it is possible to scale up and simulate the process for optimization purpose.

Material and Methods

For this work the bacterial strain *Shewanella putrefaciens* is used, which was obtained from the German Collection of

Microorganisms and Cell Cultures (DSM 6067). A sodium phosphate buffer (0.1 M) with NaCl (0.1 M) solution at pH 7.0 was used during the experiments as electrolyte. In the anode compartment glucose (0.1 M) was added. Potassium hexacyanoferrate (III) (0.1 M) was added in the cathode compartment as reducing agent.

Carbon felt was used as electrode material in the anode and cathode compartment. This material has high specific surface compared to graphite plates. Therefore it is easy for the bacteria to regenerate their redox equivalents.

The experimental setup to measure the specific power density of a MFC is shown in Figure 3.2-2.

The anode compartment was operated continuously with different dilution rates up to steady state conditions. Therefore every day the power/current-diagram was recorded by measuring the voltage drop with different resistances. The maximum specific power densities in this diagram indicate the power efficiency of a MFC. The mathematical model was developed with the Software "Berkeley Madonna, Modeling and Analysis of Dynamic Systems".

Results

The specific power density of a continuously operated MFC up to steady-state-conditions is demonstrated in Figure 3.2-3.

Incubated with very high biomass concentration on the first day the number of cells in the anode compartment decrease. With biomass reduction also the maximum specific power density decreases down to steady-state-conditions as shown in Figure 3.2-4.

Assuming that the specific power density correlates with the dilution rate D and the biomass concentration X , a process model was developed. Integrated elements are also the mass balances of the substrate and the biomass in combination with the Monod growth kinetics. The results of this simulation are visualized in Figure 3.2-4. As demonstrated in the graph, the substrate is metabolized completely and the biomass concentration is held on a constant level up to D_{crit} .

Fig. 3.2-2: Description of a continuously operation MFC with test devices and test equipment

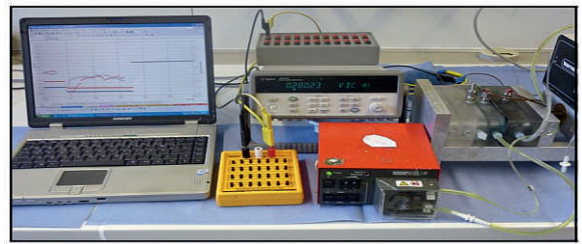


Fig. 3.2-3: The maximum specific power density in the MFC with a dilution rate $D=0.025 \text{ h}^{-1}$ up to steady-state-conditions. In this diagram the maximum power density decreases from 12400 mW/m_2 on the first day to 2650 mW/m_2 at steady-state-conditions (11th day – 13th day)

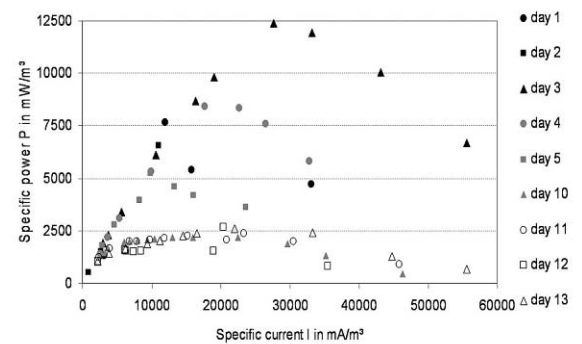
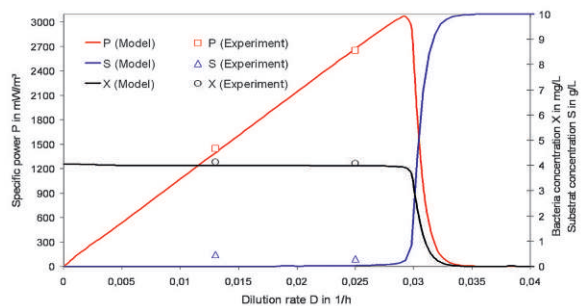


Fig. 3.2-4: Results of the developed process model (anode compartment) of a continuous operated MFC. Process model (lines) and experimental results (symbols) correlate very well



The specific power density increases with rising dilution rates. At D_{crit} the washout process of the *Shewanella* cells occurs resulting in a drastically decline of biomass concentration and hence specific power density. The loss of biomass causes an increase of the substrate concentration up to the influent level. The process model and the verification by the experimental results are in a good agreement.

Conclusions

The developed process model could be a helpful tool for further simulations with the MFC to optimize the process parameters without performing time consuming experiments. Further investigations focus on an increase of the maximum specific power density of the MFC. One possibility could be the biomass retention using a cross flow filter module at the effluent of the anode

compartment. This method helps to keep the bacteria in the MFC-system. Hence higher dilution rates than D_{crit} are possible and therefore an increase of the maximum specific power density could be expected.

References

- [1] A. Wilke; C. Zell, A. Matern, T. Duri (2009); Mathematische Beschreibung des Einflusses der Zelldichte auf die Leistungseffizienz einer mikrobiellen Brennstoffzelle; Analytik News Online; Magazin www.analytik-news.de
- [2] Gass R., Wilke A. (2009): Setup of a continuously operated Microbial Fuel Cell with Biomass Recirculation; 2. International Environmental Best Practices Conference; 14. – 18. September 2009, Abstract Book S. 122; Krakau, Polen

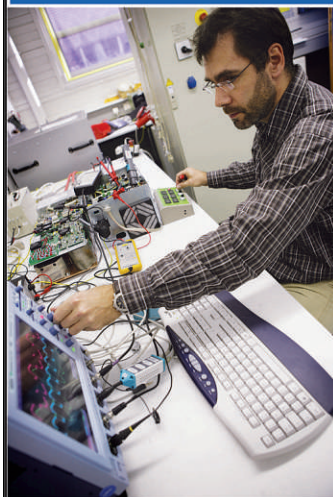


Der Name Schneider steht seit 70 Jahren für innovative Produkte und Dienstleistungen

Planung, Entwicklung und Produktion von neuen Technologien - unser Know-How steht für Komplettlösungen

Unser innovatives Team entwickelt kundenspezifische Hightech-Stromversorgungen u.a. für

- Plasmatechnologie
- Laseranwendungen
- Röntgenanwendungen



Helmholtzstrasse 13
77652 Offenburg

Werner-von-Siemens-Strasse 12
77656 Offenburg-Elgersweier

Tel. 0781 / 206-0
Fax 0781/ 2 5318

www.j-schneider.de
info@j-schneider.de

CL600x2 High-Speed Camera



- 1280 x 1024 Pixel
- 500 fps
- Very light sensitive
- Compact housing
- CameraLink

www.optronis.com

Optronis

Make time visible



Black Forest Business Park Lahr

Direkt am Flughafen:
Gewerbeflächen
Industrieflächen
Immobilien

Wenn Forschung neue
Möglichkeiten eröffnet, sollten
Sie ihnen **Raum*** geben.

* Wie wäre es mit 290 ha im Black Forest Business Park Lahr? Erstklassige Grundstücke und Immobilien mit multimodaler Verkehrsanbindung per Schiene, Wasser, Luft oder Straße.

Finden Sie Ihren Freiraum: www.igz-lahr.de

Vermietung – Vermarktung – Beratung

IGZ Raum Lahr GmbH
Europastraße 1 · D-77933 Lahr

Tel. +49 (0)7821 - 9403-0
Fax +49 (0)7821 - 9403-99

info@igz-lahr.de
www.igz-lahr.de



IGZ
RAUM LAHR

Betriebsanalyse und energetische Bewertung einer solarthermischen Anlage zur Unterstützung der Kälteversorgung eines Büro- und Verwaltungsgebäudes

Prof. 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@fh-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: Professor 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



3.3 Betriebsanalyse und energetische Bewertung einer solarthermischen Anlage zur Unterstützung der Kälteversorgung eines Büro- und Verwaltungsgebäudes

Prof. Dipl.-Ing. Elmar Bollin
Dipl.-Ing. (FH) Klaus Huber
Dipl.-Ing. (FH) Eva Scheck
Dipl.-Ing. (FH) Daniel Jödicke, MSc.

Einleitung

Die Hochschule Offenburg begleitet seit Juli 2006 in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer ISE in Freiburg und der HfT Stuttgart die Solar unterstützte Klimatisierung der Festo AG & Co. KG in Esslingen. Die Anlage wurde im Rahmen des Forschungsvorhabens Solarthermie-2000plus vom Bundesumweltministerium gefördert. Dabei wurde die bereits bestehende Adsorptionskälteanlage, die bisher mit Kompressorenabwärme und Gaskesseln betrieben wurde, durch eine

Solaranlage als dritter Wärmelieferant ergänzt.

Das Solarsystem setzt sich aus einem Kollektorfeld mit 1330 m² Bruttokollektorfläche CPC-Vakuumröhrenkollektoren der Firma Paradigma und zwei Pufferspeichern mit je 8,5 m³ Speichervolumen zusammen. Die Kälteerzeugung wird mit drei Adsorptionskältemaschinen (AdKMs) mit je 353 kW Nennkälteleistung realisiert. Solarsystem und Kälteanlage sind über das Heizungssystem über diverse Verteiler miteinander verbunden. Zusätzlich wurde die Solaranlage an die Bauteiltemperierung eines neuen Gebäudes angeschlossen, um außerhalb der Betriebszeiten der Kältemaschinen die Solarwärme optimal bei niedrigen Rücklauftemperaturen nutzen zu können.

Mit Hilfe von 81 zusätzlichen Sensoren wird ein Detailmonitoring des Solar- und Kälteanlagenbetriebs ermöglicht.

Nach Beendigung des Probetriebs konnte im August 2008 das erste Intensivmessjahr gestartet werden [1,2].

Monitoring und Anlagentechnik

Mit Hilfe des zusätzlichen Messsystems sollen alle Energieströme innerhalb der Systemgrenzen Solaranlage/Hauptverteiler und Adsorptionskälteanlage und über die Systemgrenzen hinweg erfasst werden. Insbesondere wird neben der Wärmemenge, die vom Kollektorfeld in die Speicher eingespeist und an das Heizungssystem abgegeben wird, auch die Wärme von Heizkesseln und Kompressoren erfasst. Wegen des „Nur-Wasser-Systems“ und der damit verbundenen Frostschutzschaltung wird auch die Wärme, die aus dem Heizungssystem über die Pufferspeicher zum Kollektorfeld gepumpt wird, separat erfasst. An den AdKMs werden die Wärmemengen an allen drei Kreisläufen jeder Maschine gemessen.



Abb. 3.3-1: Von links: Luftaufnahme des Firmengeländes der Festo AG & Co. KG in Esslingen, Kollektorfeld, Adsorptionskälteanlage, Quelle: Festo

Die differenzierte Erfassung des Stromverbrauchs der AdKMs, deren peripherer Pumpen sowie der Kühltürme soll Aufschluss über den elektrischen Energiebedarf der Maschinen liefern und eine Aufschlüsselung nach einzelnen Verbrauchern ermöglichen. Darüber hinaus werden die solare Einstrahlung sowie die Außen- und Kollektortemperatur erfasst. Abbildung 3.3-2 zeigt das vereinfachte Anlagenschema der Solaranlage.

Betriebsergebnisse und -erfahrungen
Messergebnisse Solarsystem

Seit 01.08.2008 läuft die Intensivmessphase. Im Fünf-minutentakt werden die Messwerte von 81 Sensoren erfasst und täglich von der Hochschule Offenburg abgerufen. Bis auf wenige Störungen liegen aus dem ersten Intensivmessjahr vom 01.08.08 bis 31.07.09 vollständige Messdaten vor. Die Messdaten sind nachfolgend in der Tabelle zusammengefasst und teilweise in Abbildung 3.3-3 grafisch dargestellt.

Der aufgetretene Sensorausfall bei der Entladevolumenstrommessung (VSV) zwischen dem 15.09. und 06.10.2008 wurden in der Tabelle und Abbildung 3.3-3 bei der Auswertung derart berücksichtigt, dass für diesen Zeitraum der gleiche prozentuale Wärmeverlust im

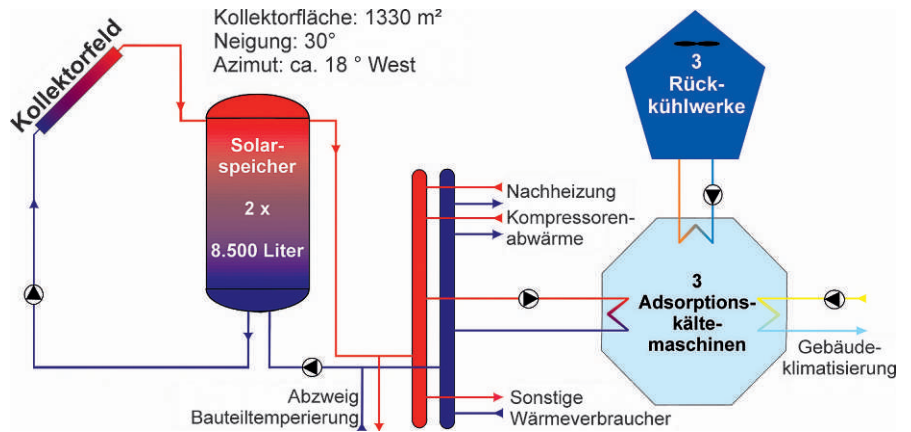


Abb. 3.3-2: Schema der solaren Klimatisierung der Festo AG & Co. KG in Esslingen

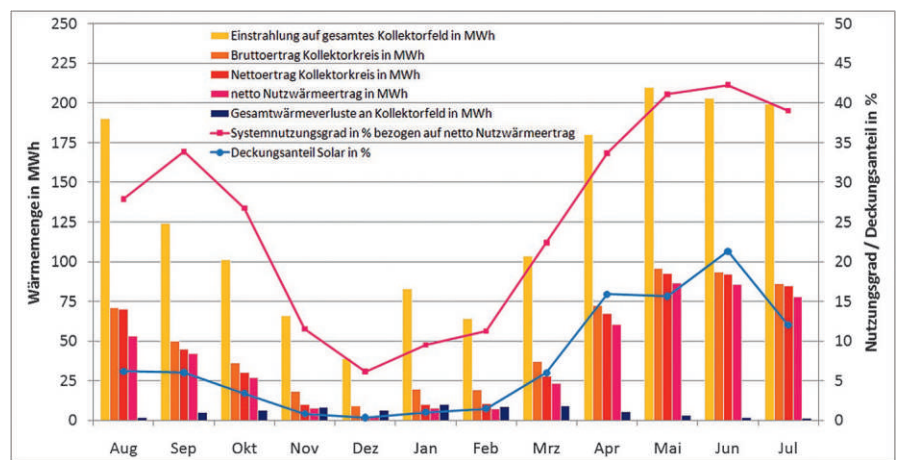


Abb. 3.3-3: Grafische Darstellung der wichtigsten Messdaten aus der Tabelle

	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	gesamt
Einstrahlung auf gesamtes Kollektorfeld in MWh	190	124	101	66	39	83	64	104	180	210	203	199	1563
Nettoertrag Kollektorkreis in MWh	70	45	30	10	2,8	10	11	28	67	93	92	85	543
netto Nutzwärmeertrag in MWh	53*	42**	27**	7,6	2,4	7,9	7,2	23	61	86	86	78	481
Systemnutzungsgrad in % bezogen auf netto Nutzwärmeertrag	28*	34**	27**	12	6,2	9,5	11	22	34	41	42	39	31
Gesamtwärmeverluste an Kollektorfeld in MWh	1,6	4,9	6,2	8,2	6,2	10	8,5	8,9	5,2	3,0	1,5	1,4	66
Wärme aus Gaskesseln in MWh	565	445	563	685	474	548	208	85	78	179	73	324	4227
Deckungsanteil Solar in %	6,2	6,0	3,4	0,8	0,3	1,0	1,5	6,0	16	16	21	12	6,3
Deckungsanteil nachhaltige Wärme in %	34	36	29	25	33	30	58	78	80	68	82	50	45
Wärmeverbrauch AdKMs in MWh	725	521	522	420	47	0,6	0,1	0,2	155	382	274	530	3577
Kälte von AdKMs in MWh	383	267	251	184	22	0	0	0	67	184	102	206	1665
COP	0,53	0,51	0,48	0,44	0,46	0	0	0	0,44	0,48	0,37	0,39	0,47

* Wegen Ventilstörung vom 06. – 15.08. nur geringe Entladeleistung

** Wegen Sensorausfall zwischen 15.09. und 06.10. angenommener Speicherungsverlust von 9 % (Mittelwert aus je einer Woche vor und nach dem Zeitraum)

Tabelle: Schema der solaren Klimatisierung der Festo AG & Co. KG in Esslingen

Speicher unterstellt wurde wie in den beiden Wochen vor und nach dem Fühlerausfall. Die Störung eines Ventils auf der Entladeseite (06. bis 15.08.), die zu einer deutlichen Verringerung des Entladevolumenstroms und damit auch des Ertrags führte, wurde nicht weiter berücksichtigt.

Im Intensivmessjahr konnten bei einer solaren Strahlungsmenge auf das Kollektorfeld von 1563 MWh (1283 kWh/m²), 543 MWh (445 kWh/m²) (Nutzungsgrad 35 %) an Wärme in die Solarspeicher eingespeist werden. Hiervon wurde bereits die Wärmemenge, die an Anfahrt und Frostschutzverlusten (insgesamt 66 MWh bzw. 54 kWh/m²) entstanden ist, abgezogen. Auf der Entladeseite konnten den Speichern 481 MWh (395 kWh/m²) Wärme entnommen werden (Nutzungsgrad 31 %). Auch hier wurden bereits Anfahrt- und Frostschutzverluste abgezogen. Der solare Deckungsanteil für den betrachteten Zeitraum von 6,3 % fällt sehr gering aus. In den Sommermonaten Juni und Juli konnten Deckungsanteile von bis zu 21 % erzielt werden. Ursache hierfür ist allerdings auch die veränderte Betriebsweise der AdKMs, wodurch die Gaskessel seltener zum Einsatz kommen. Im Juli 2009 wurde die Betriebsweise nochmals verändert, sodass der Deckungsanteil der nachhaltig erzeugten Wärme wieder deutlich geringer ausfiel (vgl. Abbildung 3.3-4).

Der Deckungsanteil nachhaltig erzeugter Wärme, berechnet aus Nutzwärme der Solaranlage und Abwärme von Kompressoren bezogen auf den Gesamtwärmeverbrauch, beträgt 45 %. Dieser konnte ab Februar 2009 durch höhere Kompressorabwärmeleistungen deutlich gesteigert werden. Außerdem erhöht sich der Deckungsanteil auch hier durch die veränderte Betriebsweise der AdKMs (vgl. Abbildung 3.3-4). Für den Betrieb der AdKMs wurden 3577 MWh an Wärme aus dem Wärmenetz der Festo AG & Co. KG benötigt, um damit 1665 MWh an Kälte zu erzeugen. Damit ergibt sich ein durchschnittlicher COP (Coefficient of Performance Quotient aus Nutzkälte und Antriebswärme) von 0,47. In den Monaten Juni und Juli 2009 fällt der thermische COP deutlich niedriger aus als in den anderen Monaten.

Betriebsweise und Optimierungsmaßnahmen

Die Solaranlage ist mit den AdKMs über einen zentralen Verteiler, an den weitere Wärmeverbraucher angeschlossen sind, verbunden (siehe Abbildung 3.3-2). Bei Einspeisung in diesen Hauptverteiler liegen die Rücklauftemperaturen meist über 60 °C. Die Solltemperatur für die Speicherentladung liegt bei 80 °C. Deshalb wurde ein direkter Abzweig zur Bauteilaktivierung eines Neubaus eingebaut. Die Speicher werden bei Entladung zur Bauteilaktivierung ab 35 °C entladen. Hierdurch sind Rücklauftemperaturen von 25 °C und darunter erreichbar. Zur Verhinderung häufigen Umschaltens zwischen Bauteilaktivierung und Hauptverteiler wurde die vorhergesagte Sonnenscheindauer des nächsten Tages als Regelparameter eingefügt. Sobald die prognostizierte Sonnenscheindauer einen bestimmten Wert überschreitet, wird am nächsten Tag permanent auf den Hauptverteiler geschaltet. Durch diese Regelung wurde an vielen Tagen die Einspeisung in die Niedertemperaturbauteilaktivierung verhindert. Durch die hohe Vor- und Rücklauftemperatur bei Entladung zum Hauptverteiler erhöht sich die Temperatur in den Speichern deutlich und es ergeben sich negative Auswirkungen auf den solaren Ertrag und die Wärmeverluste durch die Frostschutzschaltung (Abbildung 3.3-4). Deshalb wurde die prognostizierte Sonnenscheindauer als Regelparameter gelöscht. Es wird jetzt bei Heizbetrieb allein anhand der Spei-

chertemperatur entschieden, ob zur Bauteilaktivierung entladen wird. Da die Änderung erst kurz vor Umstellung auf Kühlbetrieb erfolgte, kann hierzu noch keine Aussage gemacht werden. Die Frostschutzverluste können nicht separat von den Anfahrtverlusten erfasst werden (zusammen 66 MWh/a). Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dass durch die beschriebenen hohen Speichertemperaturen die Frostschutzverluste deutlich höher waren als bei niedrigerer Speichertemperatur und dass das Kollektorfeld mit aktivem Frostschutz nicht so stark auskühlt als ohne.

Anfang April 2009 wurde die Betriebsweise der AdKMs so geändert, dass diese nur noch in Betrieb gehen, wenn eine nachhaltige Mindestwärmeleistung von der Solaranlage und den Kompressoren über einen bestimmten Zeitraum zur Verfügung steht. Die einzelnen Maschinen werden dann je nach zur Verfügung stehender Wärmeleistung zu- bzw. weggeschaltet. Hierdurch wird eine Zusatzheizung durch die Gaskessel weitgehend vermieden. Die zusätzlich benötigte Kälte wird mit elektromotorischen Kompressionskältemaschinen erzeugt. Wie in der Tabelle und Abbildung 3.3-3 zu sehen, wurde hierdurch der solare und nachhaltige Deckungsanteil am Gesamtwärmeverbrauch in den Sommermonaten deutlich gesteigert. Im Juli 2009 mussten die AdKMs wieder häufiger betrieben werden, als es mit den nachhaltigen Wärmequellen allein möglich gewesen wäre, um den gesam-

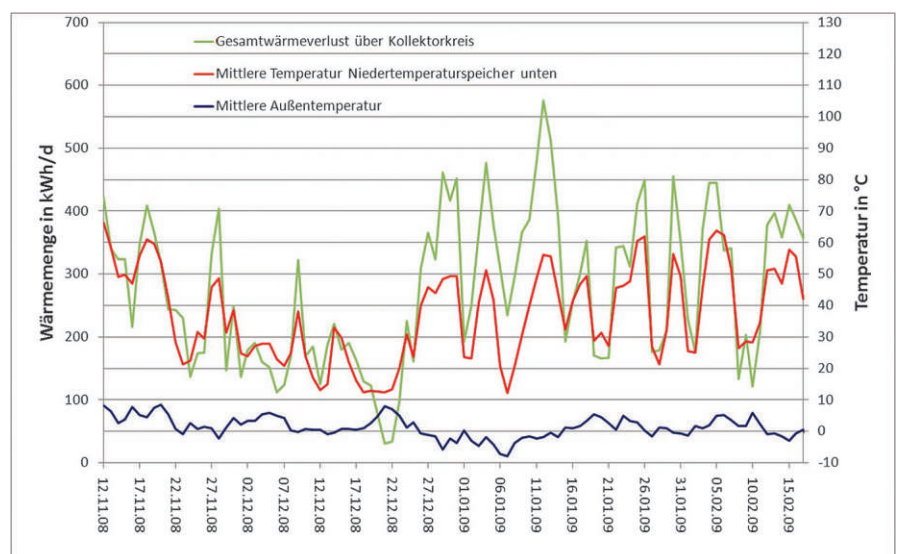


Abb. 3.3-4: Zusammenhang zwischen mittlerer Speichertemperatur des Tages und Wärmeverluste an das Kollektorfeld bei Frostschutzbetrieb

ten Kältebedarf der Gebäude abzudecken. Dementsprechend fällt der solare Deckungsanteil mit 12 % bei nur leicht geringerem solarem Ertrag als im Mai und Juni deutlich niedriger aus.

Im April kam es teilweise zu Stagnationen der Solaranlage wegen zu geringer Wärmeabnahme. Die daraus resultierende Abschaltung der Kollektorkreispumpe wegen Überschreitung der Maximaltemperatur in den Solarspeichern führte zu einer Verringerung des solaren Ertrags. Dieses Problem konnte durch eine schrittweise Verringerung der zuvor beschriebenen nachhaltigen Mindestleistung für den Betrieb einer AdKM von ca. 500 kW auf nun 350 kW behoben werden.

Bei auftretenden Stagnationen konnte das nachfolgend beschriebene Verhalten beobachtet werden (Abbildung 3.3-5). Die Kollektortemperatur steigt auf bis zu 200 °C (überhitzter Dampf) an. Die Temperatur im Kollektorkreisvorlauf steigt auf bis zu 143 °C, was einem Satttdampfdruck von ca. 3,9 bar entspricht.

Deshalb kann davon ausgegangen werden, dass das flüssige Wasser komplett aus den Kollektoren über den Vorlauf in den ersten Speicher gedrückt und Dampf eingetragen wird, der dort kondensiert. Für diesen Fall wurde der Vorlauf in halber Höhe am Speicher angebracht, damit der Dampf beim Aufsteigen durch das Wasser im Speicher abkühlt und kondensiert.

Die Solaranlage ist in der Lage, im Fall einer Stagnation bei voller Einstrahlung den überhitzten Dampf aufzunehmen und nach der Kondensation des Dampfes wieder den regulären Betrieb selbstständig aufzunehmen.

Zusammenfassung

Die bisherige Betriebserfahrung zeigt, dass die Kollektoranlage einen sinnvollen Beitrag zur Einsparung an Primärenergie und zur Vermeidung von CO₂-Emissionen leistet. Die von dem Kollektorhersteller abgegebene Ertragsgarantie von 500 MWh in den Solarspeicher einzuspeisende Wärme bei einem Nutzungsgrad von 33,4 % wurde mit 543 MWh bei einem Nutzungsgrad von 34,7 % eingehalten. Durch bereits durchgeführte Optimierungen an der Regelung der Speicherentladung und

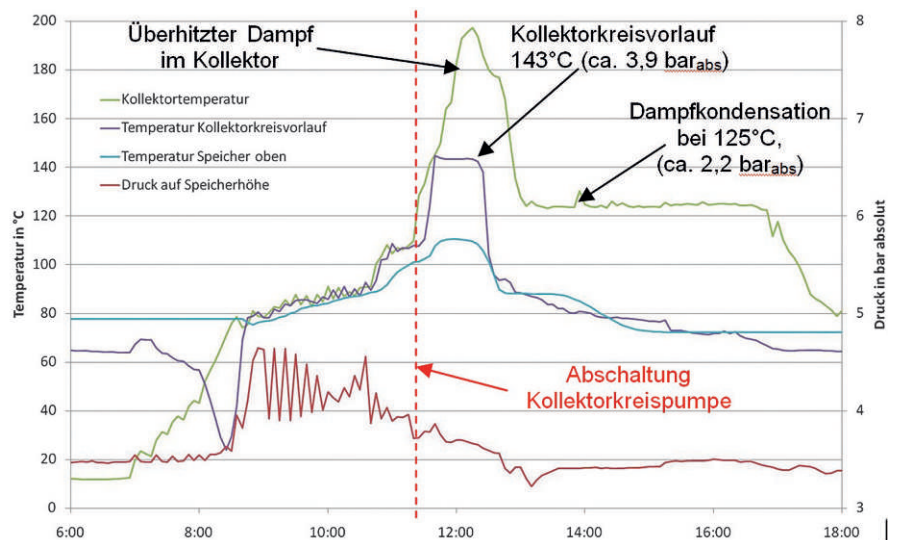


Abb. 3.3-5: Stillstandsverhalten der Solaranlage der solaren Klimatisierung der Festo AG in Esslingen am 17.08.2008

der Betriebsweise der AdKMs sind zukünftig geringere Wärmeverluste im Bereich der Frostschutzschaltung sowie seltener Stagnationsphasen und damit höhere Nettoerträge zu erwarten. Bei einer Überprüfung der bisherigen Regelstrategie sind zusätzliche Einsparungen durch eine Verringerung der Antriebswärme aus fossilen Wärmequellen möglich. Die AdKMs lassen sich mit guten Ergebnissen mit einer solarthermischen Antriebsquelle koppeln. Die Maschinen selbst arbeiten auch nach 7 bis 8 Jahren nahe an den vom Hersteller angegebenen Werten.

Literatur

- [1] Huber K., Bollin E.: Detailmonitoring einer solarthermischen Anlage zur Unterstützung der Kälteversorgung eines Büro- und Verwaltungsgebäudes, 18. Symposium Thermische Solarenergie, Bad Staffelstein, 23. – 25.04.2008
- [2] Bollin E., Huber K., Scheck E., Jödicke D.: Erste Ergebnisse und Betriebserfahrungen des Detailmonitorings einer solarthermischen Anlage zur Unterstützung der Kälteversorgung eines Büro- und Verwaltungsgebäudes, 19. Symposium Thermische Solarenergie, Bad Staffelstein, 06. – 08.05.2009

3.4 Small is beautiful oder wissenschaftlich-technische Begleitung eines Feldtests mit Mikro-BHKWs

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

Abstract

Due to the rising energy consumption and the resources, that run short, the efficient use of energy sources, the implementation of new energy-saving technologies as well as new means of energy gain and energy distribution becomes more and more important. An interesting alternative to achieve a higher energy efficiency is the local power generation with block heat and power plants in one- or two-family-houses.

In the middle of the year 2008 the research group net of the University of Applied Sciences Offenburg received the order for the scientific-technical monitoring of the field test "Energiepioniere". In this field test the energy provider badenova proves 20 Micro block heat and power plants of different producers. During two years the suitability of daily use of the block heat and power plants is tested under real operation conditions.

Einleitung

Die effiziente Nutzung der vorhandenen Energieträger, die Einführung neuer umweltschonender und energiesparender Technologien sowie neue Formen der Energieerzeugung und -verteilung werden aufgrund des steigenden Energieverbrauchs, knapper werdender Ressourcen und Gründen des Klimaschutzes immer wichtiger. Eine sinnvolle Option für höhere Energieeffizienz ist die dezentrale Stromerzeugung mit Blockheizkraftwerken (BHKW) im Ein- und Zweifamilienhausbereich.

Feldtest

Mitte 2008 erhielt die Forschungsgruppe net – nachhaltige energietechnik – der Hochschule Offenburg den Auftrag für die technisch-wissenschaftliche Begleitung des Feldtests „Energiepioniere“. In dem Feldtest des südbadischen Energieversorgers badenova werden 20 Mikro-Blockheizkraftwerke auf Basis von Stirling- und Dampfmaschinen unterschiedlicher Hersteller über einen Zeitraum von zwei Jahren auf ihre Praxis-tauglichkeit unter exakt realen Betriebs-

bedingungen getestet. Unter den Objekten, die von der badenova für den Feldtest ausgesucht wurden, sind Ein- und Zweifamilienhäuser sowie auch Geschäftsräume und kommunale Einrichtungen. Die Idee des Feldtests ist es auch, Erfahrungen zu sammeln, welche Objekte sich für die Ausstattung mit einer Anlage zur dezentralen Stromerzeugung eignen.

Technisch-wissenschaftliche Begleitung des Feldtests

Die technisch-wissenschaftliche Begleitung des Feldtests durch die Hochschule Offenburg beinhaltet das Erstellen des Messkonzepts und die Erarbeitung eines Konzepts der Datenerfassung und -übertragung. Im Rahmen des Monitorings erfolgt die qualifizierte Auswertung und

Analyse der Messdaten mit geeigneten Auswerteprogrammen.

Mit dem im Folgenden vorgestellten messtechnischen Aufbau ist es gelungen, eine günstige messtechnische Lösung für die Kleinanlagen zu realisieren und trotzdem eine hohe Messgenauigkeit beizubehalten.

Das Prinzipschaltbild in Abbildung 3.4-1 zeigt schematisch die Messstellen, mit denen die einzelnen Energiepionieranlagen ausgerüstet wurden. Der gewählte messtechnische Aufbau ermöglicht es, für jede Kombianlage eine Energiebilanz von Energie-Input und Energie-Output zu erstellen. Als zugeführte Energie werden der Brennstoff Erdgas (VG) und der aus dem Stromnetz bezogene Strom

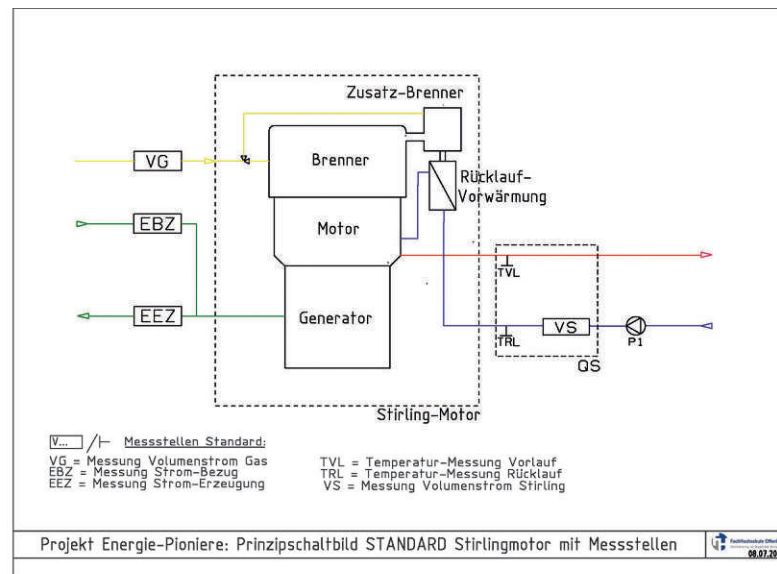


Abb. 3.4-1: Prinzipschaltbild des Messaufbaus mit Messstellen

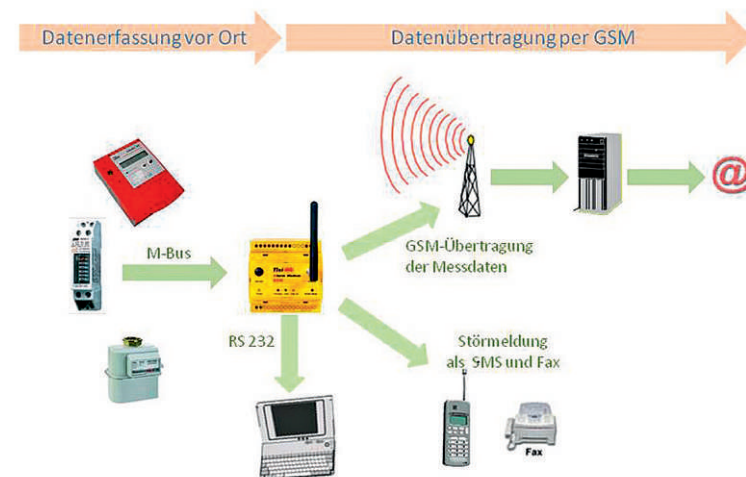


Abb. 3.4-2: Prinzipdarstellung der Datenerfassung und -übertragung

(EBZ) gemessen; die vom Motor erzeugte Energie fällt in Form von Wärme und Strom an und wird vor Ort erfasst.

Für die Doppelfunktion der Datenerfassung und -übertragung wird ein üblicherweise als Alarmmodem genutztes Tixi-GSM-Modem eingesetzt. Als intelligenter Kommunikationscomputer verfügt das Dual-Bandmodem über eine 32-Bit-Power-CPU und einen 2MB großen stromausfallsicheren Datenspeicher (Flash-Memory). Das Modem kann mit den Steuerungen vieler Hersteller direkt über SPS-Protokoll kommunizieren und unterstützt verschiedene Bussysteme. Die Konfiguration des Modems mit den gewünschten Funktionen erfolgt über ein Softwareprogramm auf Basis von XML-Dateien. Tixi-Modems können automatisch unterschiedliche Funktionen leisten: Sie können beispielsweise Alarm- und Statusmeldungen per SMS, E-Mail oder Fax versenden, Daten einer angeschlossenen Steuerung oder Anlage verschicken sowie Daten mit Datum- und Zeitstempel in frei konfigurierbaren Abfragezyklen loggen. Der Versand der aufgezeichneten Daten erfolgt als Fax oder E-Mail zyklisch und ereignisgesteuert als XML-Textnachricht oder als beliebig formatierbarer Datensatz z. B. im Excel-kompatiblen CSV-Format. Die Modems können darüber hinaus Schaltkommandos per SMS oder E-Mail empfangen und an eine SPS weitergeben oder als ganz „normales“ Modem für den Fernzugriff auf Steuerungen oder Anlagen genutzt werden.

Das im Feldtest eingesetzte GSM-Modem verfügt als Besonderheit über einen M-Bus-Master für Zähler und zwei Digitaleingänge. Es greift die gewünschten Anlagendaten per M-Bus an den Messstellen ab, speichert sie im Datenspeicher und sendet sie als E-Mail per GSM jede Nacht zu einer definierten Zeit an die Hochschule Offenburg (Abb. 3.4-2). Ist ein Pioniermotor gestört, sendet das Modem zeitnah eine SMS und zeitverzögert ein Fax an die dafür vorgesehene Störungsstelle der badenova. Über eine RS-232-Schnittstelle kann vor Ort ein PC angeschlossen werden.

Bei einigen Pionieranlagen gab es anfangs Übertragungsprobleme aufgrund von Schwankungen der GSM-Empfangsstärke. Die Behebung des Problems gelang durch den Einbau eines Kompensa-

tors, der die Leitungsverluste zwischen Modem und Antenne reduziert.

Die an der Hochschule per Mail ankommenden Messdaten werden gecheckt und in eine SQL-Datenbank geschrieben. Datenanalysen und Auswertungen erfolgen mit speziell hierfür programmierten LabView-Programmen. Die Ergebnisse der monatlichen Messdatenauswertungen werden übersichtlich in Berichten dargestellt. Die ersten Ergebnisse des Feldtests werden im nächsten Forschungsbericht vorgestellt.

Im Feldtest eingesetzte Motorentypen

Auf dem „Prüfstand“ im Feldtest sind der Stirlingmotor Whispergen des Herstellers WhisperTech und der Freikolben-Dampfmotor Lion der Fa. OTAG.

Stirlingmotor

Das Grundprinzip des Stirlingmotors ist schon lange bekannt. Erfunden wurde der Motor bereits 1816 vom schottischen Geistlichen Robert Stirling lange vor der Erfindung des Otto- und des Dieselmotors.

Unter anderem aufgrund seiner Trägheit beim Lastwechsel hat sich der Stirlingmotor in Vergangenheit nur in Nischenmärkten etabliert. Mit der Kraft-Wärme-Kopplung steht nun möglicherweise ein Einsatzbereich zur Verfügung, in dem die Vorteile der Stirlingtechnologie gegenüber dem Gas-Otto-BHKW genutzt werden können.

Als ein Vorteil sei hier die äußere Wärmezufuhr des Stirlingmotors genannt. Sie bietet die Möglichkeit, den Stirlingmotor mit den unterschiedlichsten Brennstoffen anzutreiben. Neben gasförmigen Brennstoffen wie Erdgas, Biogas oder Klärgas können auch feste Brennstoffe, beispielsweise Hackschnitzel oder Pellets, für die Wärmeerzeugung eingesetzt werden. Eine weitere Option ist die Einbindung von Solarenergie als Wärmequelle. Die äußere Wärmezufuhr hat den weiteren Vorteil, dass der Verbrennungsraum des Motors nicht durch Verbrennungsrückstände verschmutzt wird. Dies führt zu längeren Wartungsintervallen und somit zu geringeren Wartungs- und Instandhaltungskosten.

Freikolben-Stirlingmotoren arbeiten ohne Kurbeltrieb, wodurch die Reibungs-

kräfte gegenüber dem Stirlingmotor mit Kurbeltrieb reduziert werden. Sie kommen gänzlich ohne Wartung aus.

Arbeitsprinzip des Stirlingmotors

Der Stirlingmotor basiert physikalisch auf einem geschlossenen thermodynamischen Kreisprozess. Dieser 4-phasige Kraftmaschinenprozess besteht aus einem periodischen Ablauf temperaturbedingter Expansion und Kompression eines unter Druck stehenden Arbeitsgases. Dieses Arbeitsgas ist zwischen zwei Kolben eingeschlossen, die die auf sie ausgeübte Kraft über Pleuelstangen auf eine Rotationswelle übertragen. Grundlegende Elemente dieses Volumenänderungsprozesses sind der erhitzte Arbeitszylinder, der gekühlte Kompressionszylinder und ein Regenerator, der zur Energiezwischenspeicherung dient (siehe Abbildung 3.4-3); somit werden annähernd isotherme Zustandsänderungen ermöglicht.

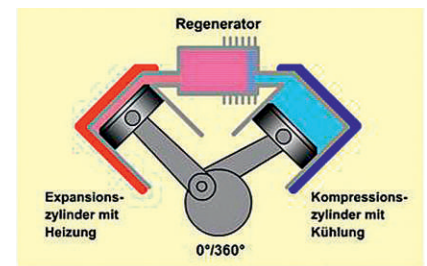


Abb. 3.4-3: Schematische Darstellung der grundlegenden Elemente des Stirlingprozesses

Thermodynamisch ausgedrückt heißt das: Der ideale Prozess (Abbildung 3.4-4) startet mit einem isochoren Heiztakt (1 – 2), dem eine isotherme Expansion (2 – 3) folgt. Der nächste Prozessschritt ist eine isochore Kühlung (3 – 4), und mit einer isothermen Kompression (4 – 1) kehrt der Prozess wieder zu seinem Ausgangspunkt zurück.

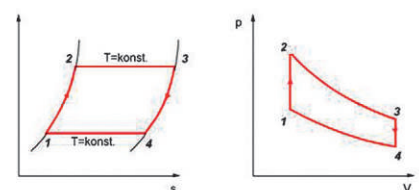


Abb. 3.4-4: Thermodynamische Darstellung des idealen Stirling-Prozesses

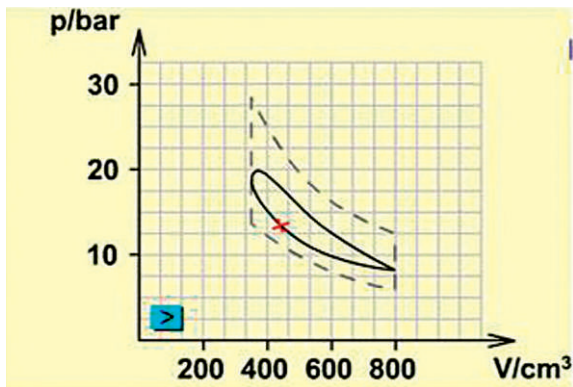


Abb. 3.4-5: pV-Diagramm des Stirlingprozesses: schwarz dargestellt der reale Prozessverlauf, gestrichelt der ideale Prozess

Im pV-Diagramm in Abbildung 3.4-5 (rechts) wird der reale Prozessverlauf (schwarze Linie) mit dem idealen Prozess (grau gestrichelt) dargestellt. Man sieht, dass sich der reale Prozessverlauf in der Praxis dem idealen Prozess annähert.

WhisperGen-Stirlingmotor

Der Stirlingmotor der Fa. Whisper-Tech ist ein vollautomatischer 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.

Das WhisperGen-Gerät arbeitet mit einem doppelwirkenden Vierzylindermotor mit außenliegender Verbrennung (Stirlingmotor). Das heißt, im Fall des WhisperGen wird in vier Zylindern un-

ter Druck gesetztes Stickstoffgas erhitzt und abgekühlt. Die dadurch verursachte Änderung des Drucks bewirkt, dass sich die Kolben auf und ab bewegen. Die geradlinige Kolbenbewegung wird von einer Taumelscheibe (Wobble Yoke) in eine Kreisbewegung umgewandelt. Mit dieser Bewegung wird ein 4-poliger Induktions-Wechselstromgenerator angetrieben und erzeugt 230V 50 Hz AC. Der Generator dient auch als Motorstarter. Abbildung 3.4-6 zeigt den Aufbau des WhisperGens im Schnittmodell.

Durch die Hohlkammern des Motors (D Schnittmodell Abbildung 3.4-6) und des Abgas-Wärmeübertragers (B Schnittmodell Abbildung 3.4-6) wird Wasser gepumpt. Das so erwärmte Wasser wird für die Zentralheizung und die Warmwasseraufbereitung genutzt.

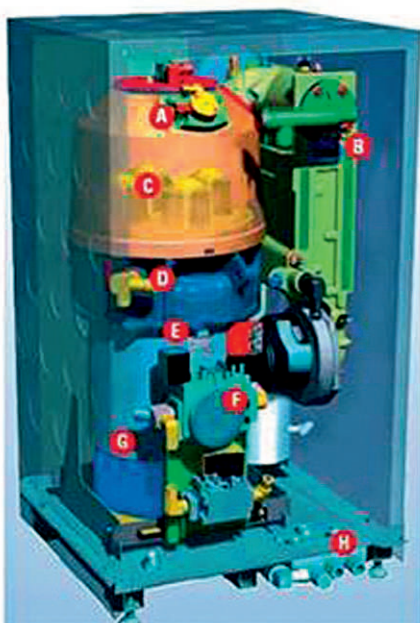
Der Hauptbrenner ist als drallstabilisierter Rekuperativbrenner (Saugzugbrenner) mit Einzeldüse ausgeführt. Die Gaszufuhr erfolgt dabei über ein Mehrfunktionsventil zum Regulieren des Luft-Brennstoff-Gemischs. Der Zusatz- bzw. Hilfsbrenner, der bei höherer Wärmelast zugeschaltet wird, ist ein zylindrischer Gasbrenner mit Vormischung. Zwei automatische Brenner-Regler kontrollieren die Gasmenge und die Zündung des Haupt- und Hilfsbrenners. Die Steuerung erfolgt selbstständig über ein Mikroprozessor-System.

Dampfmotor

Der Vorteil des in Dampfmotoren zum Einsatz kommenden Dampfkraftprozesses ist der Phasenwechsel des Arbeitsmediums von flüssig zu gasförmig. Auf diese Weise kann die Druckerhöhung im Arbeitsmedium im flüssigen Zustand erfolgen, was zu einem vergleichsweise geringen Energieeinsatz führt. Dies ist der Grund dafür, dass der überwiegende Anteil der Entspannungsarbeit extern genutzt wird.

Bei einem durchgängig gasförmigen Arbeitsmedium wie im Fall der Mikrogastrurbine muss ein Teil der geleisteten Entspannungsarbeit zur Verdichtung des eintretenden Arbeitsgases eingesetzt werden.

Aus diesem Grund sind mit Dampfkraftwerken trotz geringerer Prozesstemperatur höhere Wirkungsgrade (bis 45 %) im



- | | |
|---|---|
| <p>A Gasbrenner:
Flamme erhitzt die vier Zylinderköpfe des Motors</p> <p>B Abwärmerückgewinnung:
Nutzt die Abwärme zur Warmwasserverbreitung</p> <p>C Stirlingmotor:
Kolben werden mit Hilfe der im Brenner erzeugten Wärme angetrieben</p> <p>D Warmwasserbereitung:
Das durch den Motor strömende Wasser wird erwärmt</p> | <p>E Taumelscheibe (innen):
Wandelt die geradlinige Bewegung der Kolben in eine Kreisbewegung für den Drehstromgenerator um</p> <p>F Gasventil:
Reguliert die Gaszufuhr zum Brenner</p> <p>G Drehstromgenerator:
Erzeugt elektrischen Strom</p> <p>H Wasseranschlüsse:
Leiten das warme Wasser in den Warmwasserspeicher und die Zentralheizung</p> |
|---|---|

Abb. 3.4-6: Schnittmodell des WhisperGen [2]

Vergleich zu Gasturbinenkraftwerken (mit etwa 38 %) erreichbar.

Mit Dampfmotor-BHKWs ist eine hohe Energieausnutzung möglich, da die Dampfkondensation und die Abkühlung des Abgases theoretische bei Rücklauf-temperatur erfolgen kann. So wird für den lion-Power-block ein Gesamtwirkungsgrad von über 98 % angegeben. Bezüglich der erreichbaren elektrischen Wirkungsgraden liegen Dampfmotor-BHKWs im kleinen Leistungsbereich jedoch unterhalb von 20 %. Hauptgrund hierfür sind die im Vergleich zum Großkraftwerk niedrigen Dampfparameter von 350 °C und 25 bar.

Wie beim Stirlingmotor bietet die äußere Wärmezufuhr auch beim lion-Powerblock den Vorteil, dass unterschiedliche, auch regenerative Brennstoffe eingesetzt werden können. Aufgrund der äußeren kontinuierlichen Verbrennung emittieren die Motoren wenig Schadstoffe und benötigen weder Katalysator noch nachträgliche Abgasreinigung.

Arbeitsprinzip des Dampfmotors

Beim Motor lion der Fa. OTAG handelt es sich um einen Dampfmotor. Das physikalische Prinzip des Dampfmotors ist der Dampfkraftprozess. Bei diesem thermodynamischen Prozess wird das Arbeitsmedium Wasser als erster Schritt im flüssigen Zustand verdichtet (Abbildung 3.4-7: 1 – 2). Danach wird das Medium bei hohem Druck und unter äußerer Wärmezufuhr erwärmt, verdampft und überhitzt (2 – 3a – 3b – 3). Es schließt sich nun die Entspannung des heißen Dampfes in der Expansionsmaschine an (3 – 4).

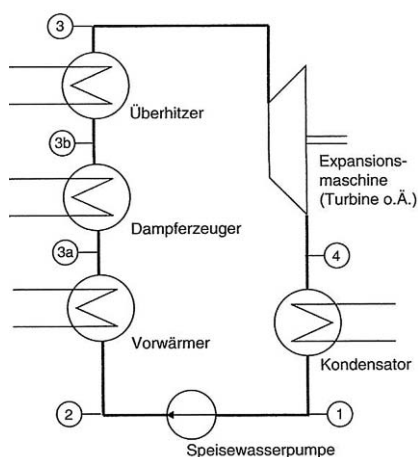


Abb. 3.4-7: Prinzipieller Aufbau des Dampfkraftprozesses

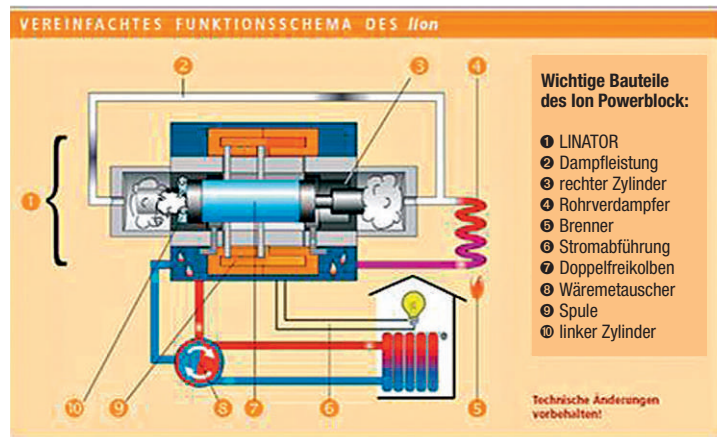


Abb. 3.4-8: Vereinfachtes Funktionsschema des lion-Powerblocks [3]

Mit der Kühlung des Niederdruckdampfes, der dabei kondensiert, erreicht der Prozess wieder seinen Ausgangspunkt.

lion-Powerblock

Der Dampfmotor 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- bis Dreifamilienhäusern sowie im Kleingewerbe konzipiert.

Beim lion-Powerblock handelt es sich um einen Freikolben-Dampfmotor. Der Motor arbeitet mit einem prozessdampfgetriebenen Doppelfreikolben und realisiert damit das Konzept, vollständig auf drehende Teile zu verzichten – daher der Name Linator (Lineargenerator). Die Frequenz der Schwingungen wird als Hubzahl angegeben. Die Hubzahl beträgt beim Powerblock 40 – 75 Hz, das heißt ca. 2.400 bis 4.500 Hübe pro Minute. Abbildung 3.4-8 zeigt ein vereinfachtes Funktionsschema des Lion-Powerblocks. Der Gasbrenner (5) erhitzt Wasser in einem Rohrverdampfer (4) zu Prozessdampf von ca. 350 °C mit 25 – 30 bar Druck. Der Dampf tritt wechselseitig in den linken (10) und rechten Arbeitszylinder (3) des Linators ein und expandiert.

Die mit dem Doppelkolben fest verbundene Ankerspule (9) wird bei jedem Expansionsvorgang durch ein starkes Dauermagnetfeld getrieben und erzeugt so einen Induktionsstrom. Der in der Spule erzeugte Gleichstrom wird über einen Wechselrichter in Wechselstrom gewandelt.

Im Kühlkreislauf des Linators wird über einen Plattenwärmeübertrager (8) die Wärme aus dem Linator abgeführt und an den Heizungs- und Brauchwarmwasserkreislauf übergeben.

Ausblick

Seit Januar 2009 betreut die Hochschule Offenburg die Energiepionieranlagen. Bis Ende 2009 waren 19 Anlagen in Betrieb und an das Monitoringsystem der Hochschule angeschlossen. Bis Ende 2010 liegen erste Ergebnisse des Feldtests vor. Zusammen mit dem Auftraggeber badenova wird dann eine Veröffentlichung der Messergebnisse aus dem Feldtest durchgeführt.

Referenzen/References

- [1] Bernd Thomas: „Mini-Blockheizkraftwerke“, ISBN 978-3-8343-3069-7, 1. Auflage 2007
- [2] WhisperTech: „Technische Spezifikation und Benutzerhandbuch für Modell PPS24-ACLG-5 WhisperGen“, 2007
- [3] OTAG: „Gebrauchsanweisung lion-Powerblock 18.03.2008
- [4] ASUE-Fachtagung: „Wärme und Strom im Haus umweltschonend selbst erzeugen“, 28.09.2007

3.5 Internationales Marketing der Forschungsgruppe Nachhaltige Energietechnik weitet seine Aktivitäten aus

Prof. Dipl.-Ing. Elmar Bollin
Dr. Gunnar Henschen
Jesus da Costa Fernandes M.Sc.

Einleitung

Getragen vom großen Erfolg der Veranstaltungen in den USA in 2008, weitete die Forschungsgruppe nachhaltige Energietechnik (net) seine Aktivitäten in den USA, aber auch in Kanada, Brasilien und in Ländern Osteuropas aus.

Trotz anhaltender Wirtschaftskrise in 2009 herrscht in den USA, aber auch weltweit eine erfreulich optimistische Grundstimmung, wenn es um die Nutzung alternativer, erneuerbarer Energien und Fragen der effizienten Energieversorgung geht.

Im Rahmen der Initiative „Werbung für den Innovationsstandort Deutschland“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) wurde in 2009 für den Forschungsstandort Deutschland unter dem Motto „Germany – Land of Ideas“ weltweit auf internationalen Veranstaltungen geworben.

Die am Standort Deutschland entwickelte angewandte Nachhaltige Energietechnik stößt nicht nur in Nordamerika, sondern auch im Süden des amerikanischen Kontinents und in den neuen EU – Staaten im Osten auf großes Interesse.

Vorrangig sollten auch in 2009 die Ergebnisse des zafh.net vor allem auf dem Gebiet „Energieeffizienz in Gebäuden und Kommunen“ international vermarktet sowie der Bekanntheitsgrad der Hochschulen gesteigert und neue internationale Projektkooperationen initiiert werden. Zusammen mit den Projektpartnern, den Hochschulen für Technik in Stuttgart und Biberach, der Koordinierungsstelle für Forschung und Entwicklung an Hochschulen des Landes Baden-Württemberg und der Landesmarketingagentur „Baden-Württemberg International“, gehört das Netzwerk zu den zehn deutschen Forschungsnetzwerken im Bereich Umwelttechnologien, die bei der Ausschreibung des BMBF erfolgreich waren.



Abb. 3.5-1: Prof. Bollin auf der Greenbuild 2009 in Phoenix, USA „Land of Ideas“

Im Jahr 2009 wurden folgende internationale Veranstaltungen als Marketingplattformen von Mitgliedern des Forschungsverbunds zafh.net und der Offenburger Forschungsgruppe „net“ genutzt:

Im kanadischen Toronto fand das Symposium „Sustainable Energy Technology“ statt. Eine ähnliche Veranstaltung in Chicago (USA) und das jährliche Treffen der American Association for the Advancement of Science (AAAS) wurde im Anschluss daran von NET – Forschern besucht.

Auf der „Ecogerma 2009, Environmental Technologies, Conference and Exposition“ in São Paulo, Brasilien im März 2009, präsentierten sich die zehn Teilnehmer der Umweltkampagne auf einem gemeinsamen Stand des BMBF. Ebenfalls gemeinsam mit dem BMBF war das zafh.net auf der WEFTEC in Orlando/Florida im Oktober vertreten. Anfang November stand das Symposium „Sustainable Energy Technology“ in Los Angeles auf dem Programm der net Forscher.

Das diesjährige Highlight der Kampagne „Germany – Land of Ideas“ war aber unzweifelhaft die Teilnahme auf dem B-W international Gemeinschaftsstand an der größten US – amerikanischen Umweltmesse, der „Greenbuild 2010, Conference and Exposition“ vom 11. bis 13. November in Phoenix/Arizona. Wie schon im Vorjahr in Boston zeigte sich das große Interesse der amerikanischen Bundes- und Landesverwaltungen sowie der Unternehmen an deutscher nachhaltiger Energietechniken.

Den Jahresabschluss bildete die polnische Umweltmesse „POLEKO 2009“ vom 24. bis 27. November in Poznan/Posen. Auf dem Gemeinschaftsstand des

BMBF präsentierten verschiedene deutsche Hochschulen, Universitäten und Forschungsinstitute moderne Techniken und Maßnahmen zur Energieeinsparung und zur effektiven Nutzung erneuerbarer Energien einem interessierten und fachkundigen Publikum aus osteuropäischen Ländern.

Referenzen/References

- [1] Da Costa Fernandes J., Feldmann T., Bollin E.: „Energy Monitoring and Innovative Building Automation – Demonstrational Building: Solar Info Center Freiburg/Germany“, Forschungsnetzwerk zafh.net, Universities of Applied Sciences, Baden-Württemberg, 2009/2010
- [2] Huber K., Bollin E., Scheck E., Jödicke D.: „Large-Scale Solar Thermal Systems for Buildings in Germany“, Forschungsnetzwerk zafh.net, Universities of Applied Sciences, Baden-Württemberg, 2009/2010
- [3] Feldmann T.: „Predictive Operation of Sustainable Buildings“; Proceedings des Symposium „Sustainable Energy Technology“, Toronto, Chicago, 9.2. und 11.2.2009
- [4] Da Costa Fernandes J.: „Centre of Applied Research – Sustainable Energy Technology“, Poster des Forschungsnetzwerk zafh.net im Rahmen der Forschungsmarketing
- [5] Kampagne „German Initiative for Partnership in Green Technologies“ auf der WEFTEC, Orlando-Florida/USA, 10. – 14.10.2009
- [6] Bollin E.: „Heating and Cooling with Renewable Energy“ – Energy Forum Estonia, Konstanz; Veranstalter bw-i und EAS Enterprise Estonia 16.7.2009

Optimale Körperformen mit minimalem Strömungswiderstand

Prof. Dr.-Ing. habil. Karl Bühler
Fakultät Maschinenbau und
Verfahrenstechnik (M+V)

Badstraße 24
77652 Offenburg
Tel.: 0781 205-268
E-Mail: k.buehler@fh-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 (Teubner 2008), 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@fh-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



3.6 Optimale Körperformen mit minimalem Strömungswiderstand

Prof. Dr.-Ing. habil. Karl Bühler
Prof. Dr.-Ing. Gerhard Kachel
M.Sc. Coskun Karatas

Abstract

Im Rahmen energieeffizienter Umströmungsprozesse sind Verfahren zur Entwicklung optimaler Körperformen notwendig. In einem Verbundforschungs-vorhaben wird mit unterschiedlichen Methoden an diesem Ziel gearbeitet.

Einleitung

Umströmungen von Körpern treten in Natur und Technik in vielfältigen Formen auf. Bei Tragflügeln ist der Auftrieb ein wesentliches Kriterium zur Funktion des Flugzeugs. Im Blick auf die Energieeffizienz kommt dem Widerstand immer größere Bedeutung zu. Im Rahmen eines Verbundprojekts „EUdaF-Energieeffiziente Umströmungsprozesse durch automatisierte Formoptimierung“ [1] wird nach Methoden geforscht, wie man die optimale Körperform für die Umströmung mit dem geringsten Widerstand finden kann.

Der Widerstand eines umströmten Körpers setzt sich aus zwei Anteilen, dem Reibungs- und dem Druckwiderstand zusammen. Ein entscheidender Parameter zur Charakterisierung des Stromfelds ist die Reynoldszahl

$$Re = \frac{w_{\infty} \cdot L}{\nu}$$

die als Verhältnis von Trägheitskraft und Reibungskraft gedeutet werden kann. Charakteristische Größen sind mit w_{∞} die Anströmgeschwindigkeit, mit L eine bestimmte Länge und mit ν die kinematische Viskosität des strömenden Fluids. Man unterscheidet folgende Bereiche:

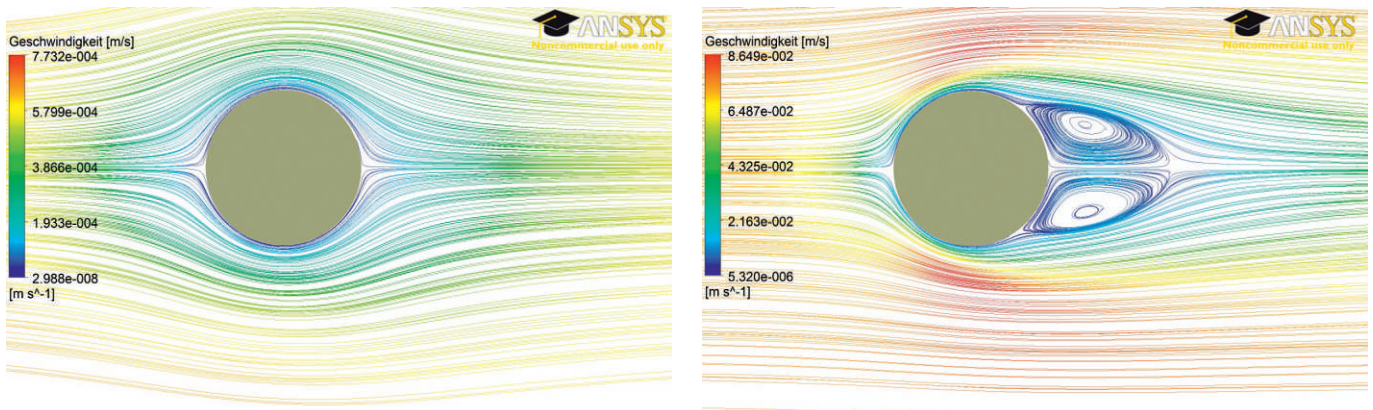


Abb. 3.6-1: Umströmung der Kugel bei verschiedenen Reynoldszahlen. a) $Re=1$ links und b) $Re=100$ rechts

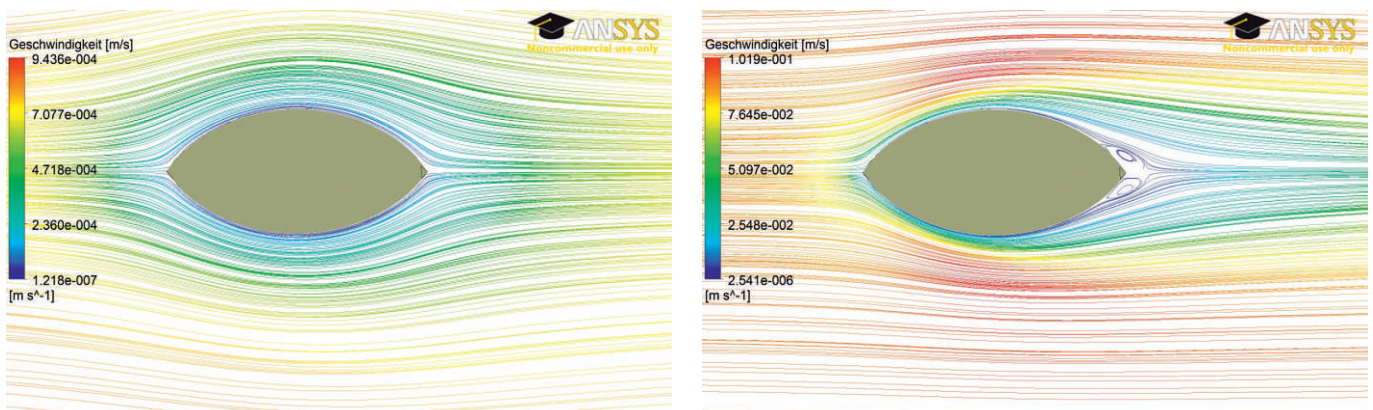


Abb. 3.6-2: Umströmung des Optimalkörpers bei verschiedenen Reynoldszahlen. a) $Re=1$ links und b) $Re=100$ rechts

$0 < Re < 1$ schleichende Strömung,
 $1 < Re < Re_{krit}$ laminare Strömung und
 $Re_{krit} < Re$ turbulente Strömung.

Die kritische Reynoldszahl hängt von der Definition der charakteristischen Größen w_∞ und L ab und liegt bei Umströmungsproblemen bei $Re_{krit} \approx 10^5$.

Bei diesen hohen Reynoldszahlen ist der Einfluss der Reibung auf eine dünne, wandnahe Schicht, die sogenannte Grenzschicht, begrenzt. Dieses von L. Prandtl im Jahr 1904 eingeführte Grenzschichtkonzept hat zu einer stürmischen Entwicklung der Strömungsmechanik geführt [2].

Es lässt sich damit nicht nur der Reibungswiderstand berechnen, sondern auch die Ursache für die Ablösung erklären, die bei der Widerstandsoptimierung vermieden werden muss.

Umströmung von Kugel und Optimalkörper

Die Umströmung der Kugel ist über einen weiten Reynoldszahlenbereich experimentell untersucht worden [3,4].

Für den Grenzfall $Re_D = w_\infty D / \nu \rightarrow 0$ lässt sich der Widerstand berechnen zu

$$F_w = 3\pi\eta D w_\infty = \frac{\rho}{2} w_\infty^2 \frac{\pi D^2}{4} c_w$$

$$\text{mit } c_w = \frac{24}{Re_D},$$

wobei ρ die Dichte und $\eta = \rho\nu$ die dynamische Viskosität des Fluids charakterisiert. Diese Beziehung ist als Stokes'sche Widerstandsformel bekannt.

Mit dem CFD-Programm ANSYS-CFX wurden unterschiedliche Strömungszustände numerisch simuliert [5].

Die Abbildung 3.6-1 zeigt a) links die Kugelumströmung bei der Reynoldszahl $Re=1$. Die Visualisierung des nahezu symmetrischen Stromfelds ist durch die Stromlinien mit konstanter Stromfunktion gut zu sehen. Die Farbe charakterisiert die Geschwindigkeit, wobei blau kleinen und rot großen Werten entspricht. Im Teil b) rechts ist die Umströmung bei einer Reynoldszahl $Re=100$ zu sehen. Die Anströmung erfolgt von links. Im rückwärtigen Bereich hat sich

ein Rückströmungsgebiet ausgebildet. Im Ablösepunkt verlässt die Wandstromlinie die Oberfläche und umschließt das Rückströmungsgebiet, das bis zum stromab liegenden Staupunkt reicht.

In der Abbildung 3.6-2 sind die Stromlinienbilder eines Optimalkörpers dargestellt. Diese Körperform hat im Grenzfall $Re \rightarrow 0$ den kleinsten und damit optimalen Widerstand. Das Stromlinienbild im linken Teil a) der Abbildung 3.6-2 ist ebenso gleichförmig wie bei der Kugel. Bei der Reynoldszahl $Re=100$ im Teil b) rechts hat sich auch bei dieser Körperform ein Rückströmungsgebiet im rückwärtigen Teil des Körpers ausgebildet. Dies zeigt, dass diese Körperform für sehr kleine Reynoldszahlen optimal ist, mit steigender Reynoldszahl aber diese Eigenschaft verliert. Hier setzt das Forschungsprogramm an, um geeignete Methoden zu finden, die für die jeweilige Reynoldszahl zur optimalen Körperform mit dem geringsten Widerstand führen.

Optimale Körperform durch parameterfreie Optimierung

Der Schwerpunkt der Hochschule Offenburg in EUdaF liegt bei der automatisierten parameterfreien Formoptimierung auf Basis sog. Optimalitätskriterien, während man an der Hochschule in Karlsruhe dieselbe Aufgabenstellung mit Hilfe diffuser Grenzflächenmodelle angeht. Parameterfrei bedeutet hier, dass die Geometrie im Rahmen der gewählten Vernetzungsdichte des Simulationsmodells frei verändert werden kann. Diese Anpassung erfolgt durch einen Regelalgorithmus auf Basis überwiegend heuristischer Optimalitätskriterien. Als einfaches Beispiel aus der Strukturmechanik, wo sich solche Verfahren bereits etabliert haben, sei das Kriterium der Spannungshomogenisierung an der Bauteiloberfläche genannt, das zu maximaler Steifigkeit und Tragfähigkeit des Bauteils bei minimalem Gewicht führt. Im Bereich der Strömungsmechanik, wo man sich noch am Anfang der Entwicklung befindet, wurde als erstes Optimalitätskriterium die Vermeidung von Rückströmung eingeführt [6, 7] und vom Projektpartner FE-Design GmbH in der Software TOSCA-Fluid implementiert.

Die beiden zentralen Forschungsziele von EUdaF sind verkürzt dargestellt eine Erweiterung der Optimalitätskriterien auf Basis strömungsmechanischer Überlegungen und der Korrelation lokaler Strömungsgrößen mit den globalen Optimierungszielen sowie die Berücksichtigung von Turbulenz im Optimierungsgebiet. Hierzu werden zunächst geeignete Referenz-Aufgabenstellungen (vgl. Abschnitt 2) untersucht, die einen guten Einblick in die grundlegenden physikalischen Zusammenhänge sowie im weiteren Verlauf eine einfache Beurteilung der Konvergenz und der Stabilität der erzielten Optimierungsergebnisse erlauben. In einer späteren Projektphase ist die Verifizierung der erarbeiteten Methoden anhand von praktischen Anwendungsbeispielen der Industriepartner unter Einbeziehung von Fertigungsrestriktionen etc. geplant.

Aus den in Abschnitt 2 gezeigten Simulationsergebnissen können bereits interessante Schlüsse gezogen werden. So ist beispielsweise allein auf Basis der Vermeidung von Rückströmung zu erwarten, dass sich der Optimalkörper für schleichende Strömung bei höherer Re-

Zahl stromabwärts verlängert. Ebenso ist aber bekannt, dass sich die Form der der Anströmung zugewandten „Nase“ des Körpers in Richtung einer Tropfenform verändert. Hierfür ist aber das lokale Rückströmungskriterium offenbar nicht ausreichend, da an der Nase unabhängig von der Re-Zahl keine Rückströmung auftritt.

Diese und andere Beobachtungen bilden den Ausgangspunkt für eine systematische Untersuchung der Korrelationen und die Formulierung und Erweiterung neuer Optimalitätskriterien für die parameterfreie Strömungsoptimierung.

Referenzen/References

- [1] EUdaF – Energieeffiziente Umströmungsprozesse durch automatisierte Formoptimierung. Verbundforschungsvorhaben der Hochschulen Offenburg und Karlsruhe, 2009
- [2] Gersten K.: Die Bedeutung der Prandtl'schen Grenzschichttheorie nach 85 Jahren. Z. Flugwiss. Weltraumforschung 13 (1989) 209 – 218
- [3] Zierep J., Bühler K.: Strömungsmechanik. Berlin/Heidelberg/New York – Springer 1991
- [4] Zierep J., Bühler K.: Grundzüge der Strömungslehre. 7. Aufl. Wiesbaden-Teubner 2008
- [5] Karatas, C.: Numerische Simulation der Umströmung von Körpern unterschiedlicher Geometrie. Master-Thesis, Hochschule Offenburg, 2009
- [6] Klimetzek, F. R.; Paterson, J.; Moos, O.: AutoDuct: Topology Optimization for Fluid Flow, 1. Konferenz für angewandte Optimierung in der virtuellen Produktentwicklung, 21./22. März 2006, Karlsruhe
- [7] Häußler, P.; Bangert, C.; Allinger, P.: Innovative Produktentwicklung durch Struktur- und Strömungsoptimierung, SimPEP Kongress 14./15. Juni 2007 in Würzburg, FVA 2007



GeneSys

Elektronik GmbH

GeneSys Elektronik GmbH
 In der Spöck 10 · D-77656 Offenburg
 Tel. 07 81 / 96 92 79 - 0 Fax 07 81 / 96 92 79 - 11
 mail@genesys-offenburg.de
 www.genesys-offenburg.de



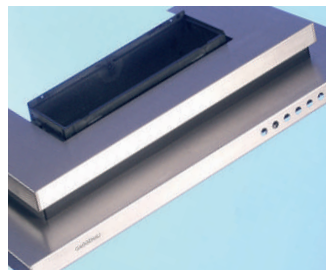
Sensorik für Baumaschinen & Tunnelling
 Neigungs-, Kreisel-, Laser-Messtechnik
 Industrielle Bildverarbeitung

Anwendungsbeispiele:
 Steuerung von Tunnelvortriebsmaschinen
 Fahrdynamikmessungen ("Elch-Test")
 Diagnose von Schwindelerkrankungen
 Prozess-Automatisierungen

Kompetenz in Blech

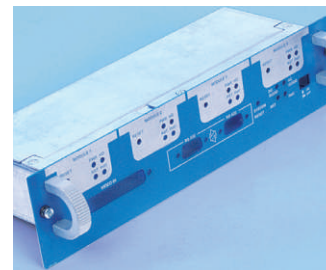
Wir fertigen Einzelkomponenten und komplette Gehäuse für:

... die Küchentechnik



Unsere Leistungen umfassen optisch hochwertige Sichtteile aus Edelstahl und Aluminium, aber auch die Produktion kompletter Baugruppen.

... die Elektronikindustrie



Gehäuse für die verschiedenen Anwendungsgebiete werden von unseren Spezialisten entsprechend Ihren Wünschen in den unterschiedlichsten Stückzahlen gefertigt.

... die Medizintechnik



Sowohl Einzelteile als auch Komplettgehäuse können von uns realisiert werden, sowie sämtliche Oberflächenbehandlungen.



RIETHO
 STANZ- & BIEGETECHNIK

RIETHO GmbH
 Stanz- & Biegetechnik
 Bildstöckle 8
 D-77790 Steinach
 Tel. 0 78 32 - 91 97-0
 Fax 0 78 32 - 91 97-33
 info@rietho.de
 www.rietho.de

Mehr erleben!

Magazin

Wollen Sie wissen, was wann wo läuft? Dann holen Sie sich jetzt **galerie:ortenau**. Jeden Monat. Kostenlos!

Website

Wie war die Veranstaltung? Das lesen Sie hier. Außerdem: Hörproben, Videos und Kalender mit Ticketverkauf

Newsletter

Nie wieder was verpassen! Abonnieren Sie unseren kostenlosen Online-Newsletter auf www.galerie-ortenau.de



www.galerie-ortenau.de

Mobile Device Based Collaborative Language Learning & An Empirical Evaluation

Prof. Dr.-Ing. Andreas Christ

Prorektor der Hochschule Offenburg

Badstraße 24

77652 Offenburg

Tel.: 0781 205-130

E-Mail: Christ@fh-offenburg.de

1958: Geboren in Karlsruhe

Studium der Elektrotechnik an der Universität Karlsruhe,

Promotion an der Technischen Hochschule Darmstadt über die numerische Berechnung dreidimensionaler elektrodynamischer Felder

Fünf Jahre tätig bei Siemens AG (u. a. Zentrale Forschung, Öffentliche Telekommunikationsnetze, Mobilfunk)

Seit 1993: Professur an der Hochschule Offenburg

über Nachrichten- und Mikrowellentechnik

Seit 2001: Mitglied des Instituts für Angewandte Forschung (IAF) der Hochschule Offenburg

Seit 2007: Prorektor der Hochschule Offenburg



Forschungsgebiete: Mobile Internet, Mobile Learning, VR-Visualisierung

4.1 Mobile Device Based Collaborative Language Learning & An Empirical Evaluation

Prof. Dr.-Ing. Andreas Christ

Razia Sultana (CME)

Abstract

The idea of this game is to use a flashcard system to create a short story in a foreign language. The story is developed by a group of participants by exchanging sentences via a flashcard system. This way the participants can learn from each other by knowledge sharing without fear of making mistakes because the group members are anonymous. Moreover they do not need a constant support from a teacher.

Introduction

In this game a flashcard system is used to exchange dynamically generated flashcards among a group of people anonymously. The goal of the game is to improve language learning by creating a story within a group. The language learning game group work has an advantage over traditional group work. In a traditional group work some people does not want to participate because they are afraid of making mistakes. Anonymity of the participants of this game has solved this problem.

Background

The need for more and more people to learn different languages has never been higher. After a certain age it is not easy for most of the people to learn a new language since the responsible part of the brain for a new language acquisition become more fixed [1]. At any age learn-

ing a new language takes time and dedication [2]. After childhood, picking up additional languages becomes more academic and less organic [3]. So learners need an easy and interesting process or a tool to serve this purpose.

The use of mobile technology is increasing tremendously day by day. This game is to provide the user an easy and efficient way to improve their knowledge level of desired language by using a mobile phone only. This tool (language learning game) does not require any new technology.

The current prototype version is realised in the client side with HTML and AJAX. The server component consists of PHP and a MySQL database. The final version will be integrated in a Java EJB Flashcard system and the client will be implemented as a J2ME application. At the moment, the simplified prototype is used to evaluate the functionality and behaviour of the client as well as the server software. In this way it is relatively easy to modify the software in order to integrate or modify functionality proposed by the test groups.

Description of the game

Group members will be collected randomly. Each group should contain at least four to five members. They will be writing sentences and the aim is to build a short story in the desired language. When a group member will write and sent a sentence the other members of the group will have a chance to dispute by proposing another version of the sentence or they can simply agree. They are only allowed to change spelling or grammatical mistakes in their proposed version. Afterwards all group members

will receive a flashcard with the proposed sentence and possible corrected versions on the other side of the card. At this stage every group member has to decide at which version s/he agrees and vote for that one. The sentence with the most votes gets elected. In case of equal votes the first submitted one wins. Every group member has to create one sentence in one cycle. Generally the game is finished after three to four cycles. For example if the group contain five members and the story ends after four cycles then total number of sentences of that story will be twenty. The final short story is sent to all group members as well as to a supervisor who will perform an overall correction. After that all the participants will receive a flashcard with all the mistakes done by them while playing along with the correction made by the supervisor. This overall correction is necessary because there might be a situation when all the members of a group agree with a wrong sentence. At the end the received flash card, which will show the correction made by the supervisor will help them to learn correctly.

Description of the game states

This language learning game is designed in such a way that all the participants need to communicate with each other most frequently. The reason behind this communication is their improvement will be depending up on knowledge sharing among the group members and at the end among all the participants including the supervisor. As a result the game requires some activities from the participants and has some stages. The state diagram (Figure 4.1-1) will depict different states of the game along with the participants.

Wait State

After a successful sign-in procedure into the system, all the participants will be in wait state until the group has required number of participants.

Write State

When the group is full immediately afterwards the first enrolled participant will have the chance to write the first sentence of the story. Apart from that particular participant all the others are still in wait state until a written sentence has been submitted by the writer. Then the writer of the sentence will be in wait state while all the other participants will be in dispute state. In write state the writer is creating a flashcard.

Dispute State

In this stage of the game submitted sentence by the writer will be presented to all participants who are in dispute state. They will check for all sort of grammatical mistakes along with spelling mistake. After checking an individual participant may agree if he thinks the written sentence is correct. If he thinks there is any mistake he has the chance to make another proposal. By making another proposal participants are adding another side to the created flashcard by the writer [4].

Vote State

Apart from the written sentence if in dispute state any new proposal was made then all the participants of the group will go to the vote state. All the proposals will be presented in front of the participants to select the best one. Here they not only will check for the mistakes but also the suitability of a sentence for a story.

The sentence with most votes will be accepted as a part of the story. In case of equal vote first submitted one will be accepted by the system.

Test Results

Three prototype-tests, for two different languages (English and German) having 13 groups with on an average 3 members in each group, are already done. Mainly the web browser version of the game was offered. Participants' opinion along with corresponding language courses' professors has been collected as a form of questionnaire. Afterwards an empirical evaluation was done where

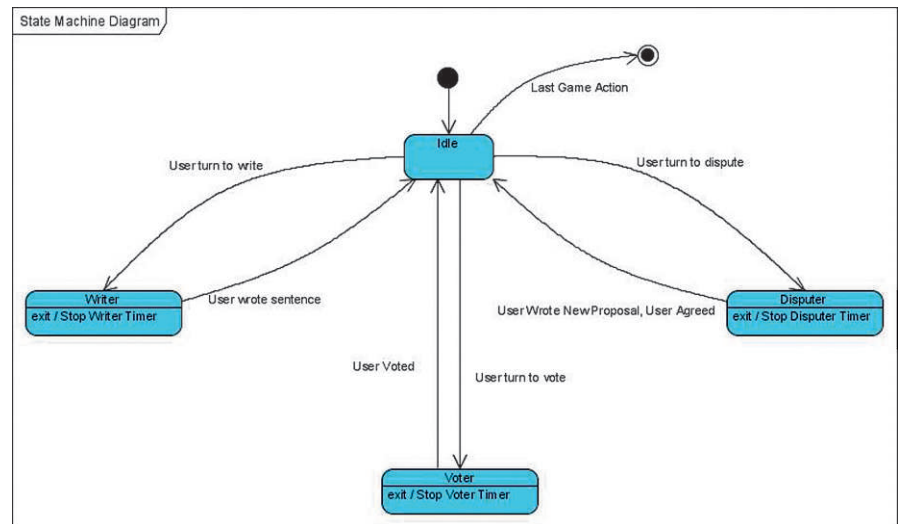


Fig: 4.1-1: State Machine diagram to show different states of the game and the participants

considered factors were

- How much did they like the game
- Do they think the game will be helpful to learn a new language?
- Whether they will play the game even if the game is offered as an optional exercise of their language course
- If they can imagine to play it by using their own mobile phone

With the help of the prototype all important functions and features were tested. Unfortunately one distracting point concerning the waiting time could not be tested. When the participants were playing this game by using desktop computers sitting in one room, they were "actively" waiting. Even though the group mates are anonymous, they knew that their group mates are sitting somewhere in the same room and one of them is writing and any second he will submit his sentence. It is very natural human behaviour that wait state feels much longer compare to an active state.

When the game will be played in mobile phones – none of the participants knows where the other group mates are, what are they doing, when a sentence will be submitted. We are expecting on that time the problem regarding wait state will be solved. This active wait state will become "passive" because participants will be notified when an action is required, for example write a sentence, vote for a sentence etc. So they may do

what ever they want, they do not need to wait constantly for the next action. Although the actual state of a participant in the game is "Wait" nobody will feel that. Instead they will have an impression like, they are in active state since everybody has a lot of other stuff to do in their daily life. Above all our findings based on the overall statistics of the game is very positive (Figure 4.1-2). Among all the participants

- 89 % liked the game,
- 92 % think this is helpful to learn a new language,
- 76 % were interested to play the game even if it is offered as an optional exercise of their language course, and
- 82 % can imagine this game to play by using mobile phone.

These are the most important points for the language learning game because at the end all the user will be using mobile phone only to play this game.

Conclusion

From each test we have learned some lessons, which are stated below:

- While writing and waiting it is important for the participants to see all the accepted sentences of the story and the instructions. It helps them to plan for the next sentence.
- While disputing and voting, to see all the accepted sentence of the story

along with instructions are also important to maintain the flow of the story and to select suitable sentence for the story. For example a submitted sentence individually could be correct in all sort of aspect but it would not be suitable for the story because the story so far is written in past tense but that sentence is in present tense.

- Participants want to see the complete story before and after the correction performed by the supervisor.
- Each group should consist of ≤ 5 members because the waiting time becomes too long for a participant of a large group.
- It is important to have a time out period for each state to avoid deadlock situation (when a participant can not or is not interested to response).

At the end it is necessary to have individual rewarding procedure along with Group rewarding to appreciate individual's better performance compare to group performance.

- All the submitted sentences should be saved along with the writer information and should be visible to him when ever he wants to see it, even if that sentence was not accepted or wrong. This will help the supervisor for individual rewarding and will help the participants to improve as well because learners learn more from their mistakes. [5]

From the statistics shown above (Figure 4.1-2), the most positive and important fact is, among all the participants almost everybody thought and felt this game will be a helpful tool to learn a new language. From the given answers of the provided questionnaire we know that they think it is a creative way to learn a new language because of the following reasons:

- They can practice the grammar and learn new vocabulary.
- Everybody can evaluate himself by comparing with the other group members.

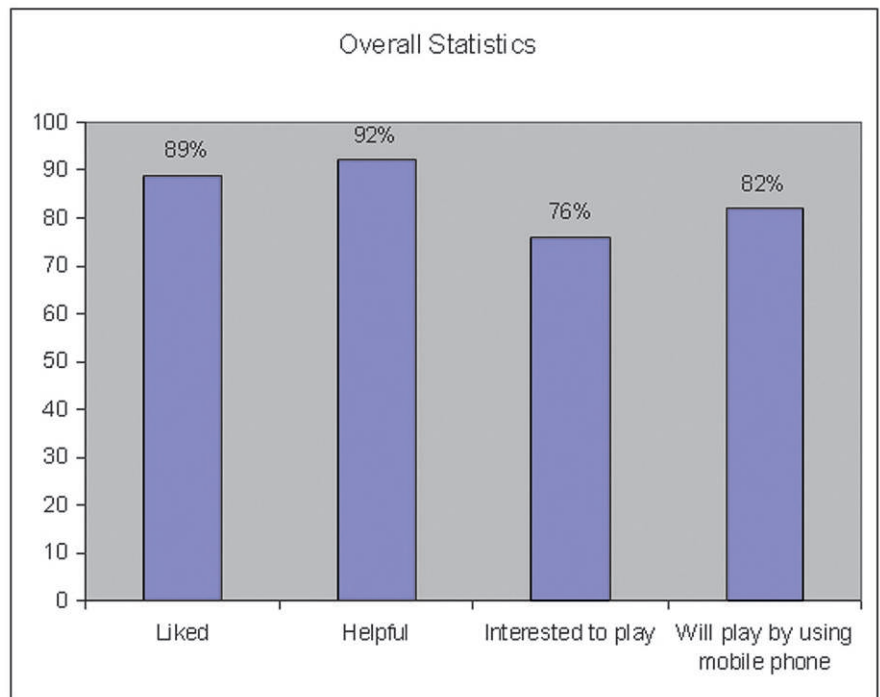


Fig. 4.1-1: State Machine diagram to show different states of the game and the participants

- This game is highly interactive which is very important to learn a new language.
- At the same time every body is a teacher and a student. This feeling was enjoyable for them and they became more careful while correcting and writing a sentence.
- They can write without fear of making mistake and nobody was feeling shy because they were playing anonymously.
- In the vote state every body can compare and then select the correct sentence.

This evaluation shows that the game has very positive consequences.

It is a team work and the other members of the team are Ms. Mitra Moslemi, Mr. Daniel Sachse, Mr. Luis Vargas Flores and Dr. Markus Feisst.

References

- [1] <http://www.zompist.com/whylang.html>
- [2] <http://www.omniglot.com/language/why.htm>
- [3] <http://www.yourdictionary.com/dictionary-articles/Second-language-benefits.html>
- [4] <http://vendant.fogbugz.com/default.asp?fcm.1.993.11>
- [5] <http://www.ecml.at>

4.2 Mobile Learning a new Paradigm of e-Learning in Optics and Photonics [1]

Prof. Dr.-Ing. Andreas Christ
Prof. Dr. Dan Curticapean
Dr. Markus Feißt

Introduction

The developed solution enables the presentation of animations and 3D virtual reality (VR) on mobile devices and is well suited for mobile learning, thus creating new possibilities in the area of e-learning worldwide. Difficult relations in physics as well as intricate experiments in optics can be visualised on mobile devices without need for a personal computer (Figure 4.2-1).

Mobile devices are more common than PCs or laptops all over the world but especially in developing nations. They allow internet access also in regions where fixed-line data networks are not widespread. Because engineered for usage in daily life for business and private issues the user interface of mobile devices is more self-explaining and easier to handle. Also no lengthy booting procedures and program starting routines must be performed. Typically, mobile devices are switched on all the time. This helps to use mobile devices without being distracted because of necessary high technical knowledge by the user. Hence we recommend to use them for e-learning purposes an approach, called mobile learning. At the same time it increases flexibility combined with a high degree of context awareness. It fits especially to younger people with their high educational needs all over the world. Further, for building up learning arrangements in developing nations one can reach younger people more often via mobile devices than via PC/laptop and fixed-line data network infrastructure.

Recent developments in advanced display technologies and high computational performance on mobile devices open new methods for the visualisation of content like figures, animations and virtual reality [2] – [3]. A critical issue is the adaptation of content both to the individual functionality of a device and its display [4] and to the usability of those devices in learning arrangements.

Fig. 4.2-1: Mobile phone running 3D VR performed simulation



Our approach is based on three particular ideas: (i) the shift of computational intensive calculations to the server, (ii) the automated adaptation of the media format and VR description to the mobile, (iii) the definition of learning scenarios best fitted to mobility.

Performed examples of animations

In the context of science, a picture represents an image of a state at a given moment in time. This interpretation may be well suited for time-invariant states, e.g. in the case of the well-known state of matter diagram originating from thermodynamics. A similar success can be achieved when depicting time-invariant states originating from the theory of electricity, e.g. the distribution of streamlines of the field. However, most of the occurring states and processes in nature are dynamic, i.e. they develop over time, so that a momentary still-frame alone is not sufficient to capture their

evolution over time. The influence that passive components in an alternating current have on voltage can be visualised well and unambiguously by animating the current or power distributions. For instance, the sense of complex formulas like Fourier-approximations [5] – [6] can be visualised very easily by animations. To solve this task, image sequences have to be generated with the necessary temporal resolution and have to be furthermore well-ordered. The animation is performed by the sequence of 33 frames computed for $n = 0$ to $n = 32$. Figure 4.2-2a to 4.2-2h are presenting frames integrated in the Fourier-Animation with an increasing number n .

Modern techniques allow for an efficient computation of such image sequences and their subsequent viewing: This way scientific animations and Virtual Realities in 3D are created.

FRAMES OF ANIMATED SEQUENCES ON MOBILE DEVICES

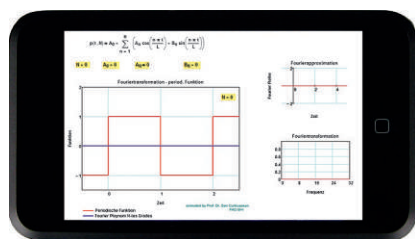


Fig. 2 a: $n = 0$

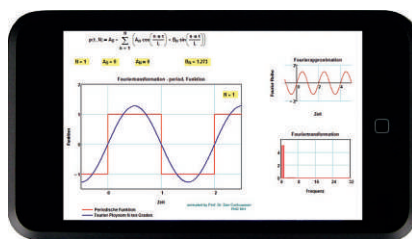


Fig. 2 b: $n = 1$

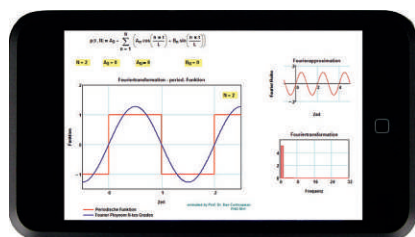


Fig. 2 c: $n = 2$

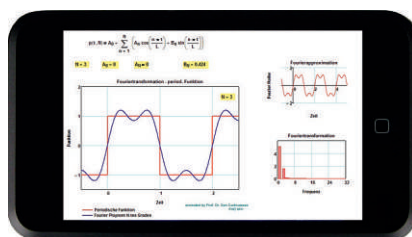


Fig. 2 d: $n = 3$

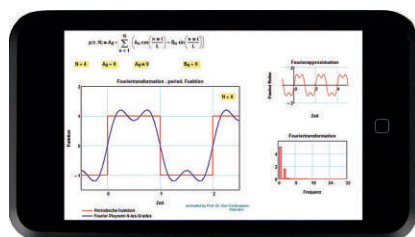


Fig. 2 e: $n = 4$

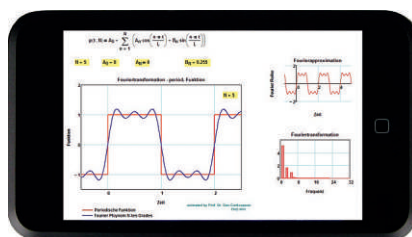


Fig. 2 f: $n = 5$

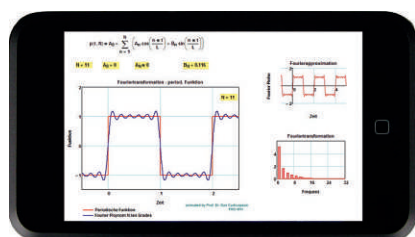


Fig. 2 g: $n = 10$

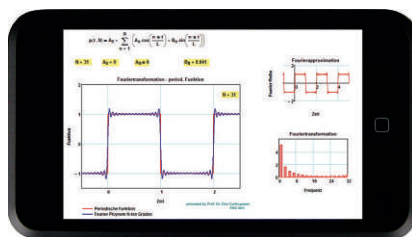


Fig. 2 h: $n = 31$

Fig. 2: Computed frames integrated in the Fourier-Animation

References

- [1] Der Beitrag wurde von den Autoren Anfang Juli auf der internationalen Biennale „Education and Training in Optics and Photonics“ (ETOP) in der Photonics Academy in St. Asaph (North Wales, UK) vorgestellt. Dabei wurde über den neuesten Stand aus der Forschung auf dem Gebiet der Virtual Reality und m-Learning an unserer Hochschule berichtet.
- [2] Feißt M., Curticapean D., Christ A.: „Mobile learning a new paradigm of e-learning in optics and photonics“ Education & Training in Optics & Photonics, Photonics Academy St Asaph, North Wales UK, 07.07. 2009
- [3] Curticapean D., Feißt M., Christ A.: „3D Mobile Virtual Reality Simulations and Animations using Common Modern Displays“ Frontiers in Optics 2008 / Laser Science XXIV / Plasmonics and Metamaterials / Optical Fabrication and Testing (Optical Society of America, Washington, DC, 2008) FThM12, ISBN 978-55752-861-2
- [4] Christ A., Feißt M.: „SW-Architecture for Device Independent Mobile Learning“ in: Caballe, S.; Xhafa, F.; Daradoumis, T.; Juan, A. A.(editors): „Architectures for Distributed and Complex M-Learning Systems: Applying Intelligent Technologies“. IGI Global, USA, PA. To be published.
- [5] Curticapean D.: „Die Macht der Animationen im Unterricht der Naturwissenschaften – eine didaktische Betrachtung“ – Energie der Didaktik – Beiträge zum 7. Tag der Lehre, pag 111 – 114, 2007 ISBN: 978-3-00-022550-5
- [6] Allyn J. Washington: “Basic Technical Mathematics with Calculus” 8th Edition, Pearson Addison Wesley – Boston, San Francisco, New York 2005
- [7] Jordan D. W., Smith P.: “Mathematical Techniques” 3rd Edition, Oxford University Press 2002

Hybride Lernarrangements in der Informatiklehre – Konzeption und erste Ergebnisse

Prof. Dr. rer. pol. Volker Sänger

Badstraße 24
77652 Offenburg
Tel.: 0781 205-4724
E-Mail: saenger@fh-offenburg.de

1964: Geboren in Kehl
Bis 1991: Studium des Wirtschaftsingenieurwesens an der Universität Karlsruhe
1991–1996: wissenschaftlicher Mitarbeiter und Promotion in Angewandter Informatik an der Universität Karlsruhe
1996–2001: Projektmanagement im Bereich Internet-Technologie und Informationsmanagement sowie Leiter IT-Architektur in der SGZ-Bank / GZ-Bank AG Frankfurt
Seit 2001: Professor für Medieninformatik und Datenbanken an der Hochschule Offenburg
Seit 2006: Mitglied des Instituts für Angewandte Forschung (IAF) der Hochschule Offenburg

Forschungsgebiete: E-Business-Systeme, Medieninformatik, Software Engineering



4.3 Hybride Lernarrangements in der Informatiklehre – Konzeption und erste Ergebnisse

Prof. Dr. rer. pol. Volker Sänger
Prof. Dr.-Ing. Claudia Schmidt

Abstract

Several computer science courses of the faculty "media and information science" at the university of Offenburg are taught as hybrid learning arrangements, which means that the in-class courses (lectures and labs) are combined with e-learning elements (online game, online units, cooperative learning). This arrangement shall motivate students to learn more, with better and longer lasting results. Inquiries show that students like the interchange between instructive learning, self determined learning and cooperative work. They have a higher motivation and learn easier.

Einführung

Informatik-Veranstaltungen in der Fakultät Medien und Informationswesen (abgekürzt MI) vermitteln meist komplexe Inhalte, die anschließend in begleitenden Laborveranstaltungen praktisch und an konkreten Beispielen vertieft werden. Allerdings benötigen die Studierenden für ein lehrreiches Labor und die selbstständige Erarbeitung korrekter Lösungen einige Grundkenntnisse, die aus der jeweiligen Theorieveranstaltung mitgebracht werden müssen.

Um den Studierenden weiterhin die Möglichkeit zu geben, den Stoff der Lehrveranstaltungen raum- und zeitunabhängig nachzuarbeiten und auch didaktisch aufbereitete Übungen virtuell

durchzuführen, haben wir zu den Veranstaltungen Software Engineering, Computernetze und Datenbanken webbasierte E-Learning-Materialien konzipiert und erstellt (<http://mi-learning.mi.fh-offenburg.de>). Diese Materialien erlauben den Lernenden, selbstbestimmt, im eigenen Lernrhythmus und über unterschiedliche Medien einen Zugang zu der Thematik zu finden. Derartige hybride Lernarrangements (Blended Learning) kombinieren die Vorteile unterschiedlicher didaktischer Methoden und der Medien [1].

Die eingesetzten Lehr- und Lernformen

Alle betroffenen Informatikfächer werden mit verschiedenen Lehrformen gelehrt. Als Mittelpunkt existiert eine Vorlesung, in der der Stoff des Themengebiets vorgestellt wird. Aufgelockert wird die Vorlesung durch Übungsblöcke, in denen die Studierenden einfache Aufgaben lösen. Die Lösungen werden anschließend in der Vorlesung gemeinsam besprochen.

Ergänzend und vertiefend absolvieren die Studierenden noch ein Praktikum im Fach Software Engineering und Labore in den Bereichen Computernetze und Datenbanken. Hier werden etwas größere Aufgabenstellungen mit praxisnahen Werkzeugen gelöst. Im Labor Datenbanken etwa wird eine Datenbank entsprechend einer Anforderungsanalyse konzipiert, implementiert, mit Daten gefüllt und mit einem Web-Interface versehen.

Parallel zu diesen klassischen Präsenzveranstaltungen werden zu allen Veranstaltungen E-Learning-Applikationen angeboten, die das Selbststudium unter-

stützen sollen. Gleichzeitig werden aber auch interaktive Animationen aus diesen Lektionen zur Visualisierung komplexer Algorithmen in den Vorlesungen genutzt.

Zur Vorlesung Software Engineering entwickelten wir das Online-Lernspiel „Software Engineering in the Future“, in dem die Studierenden mit Modellen und Konzepten des Software Engineerings in einer anregenden Science-Fiction-Welt arbeiten bzw. spielen können. Damit soll die Motivation zum Umgang mit den Themen dieser Disziplin erhöht werden – der Spaßfaktor spielt eine wichtige Rolle. Ausgangspunkt für das Spiel war die Tatsache, dass die Studierenden für die teilweise abstrakten Themen des Software Engineering wenig Interesse aufbringen und nicht zum Lernen motiviert sind.

Für alle Fächer existieren darüber hinaus MI-Learning-Online-Lektionen, mit denen Studierende die wichtigen Inhalte der zugehörigen Veranstaltungen nachlesen, interaktiv erproben und ihr Wissen vertiefen können.

Zusätzlich wurde seit einigen Jahren das „Interaktive Webmuseum Telekommunikation“ entwickelt, das eine Vielzahl von Abläufen in Computernetzen in Animationen visualisiert oder darüber hinaus eine interaktive Steuerung von anwendungsnahen Beispielszenarien erlaubt.

Das hybride Lernarrangement

In der Bildungspraxis stellt sich inzwischen nicht mehr die Frage, ob E-Learning eine echte Alternative zur klassischen Präsenzlehre ist, sondern

vielmehr wie man durch eine Kombination zu einer höheren zeitlichen und räumlichen Flexibilität und zu mehr methodischen Variationen gelangt [1]. Im vorgestellten Konzept werden unterschiedliche Elemente in Präsenzveranstaltungen und Online-Angeboten kombiniert (siehe Abbildung 4.3-1).

- Wissenspräsentation:

In der konventionellen Form der Vorlesung werden die Inhalte präsentiert. Hier sind Lernort und -zeit vorgegeben und auch die Lerngeschwindigkeit kann nicht auf die individuellen Bedürfnisse angepasst werden. Als Ergänzung können die Lernenden die Inhalte auch in den MI-Learning-Lektionen, und hier mit räumlicher und zeitlicher Selbstbestimmung sowie im eigenen Lerntempo, erarbeiten.

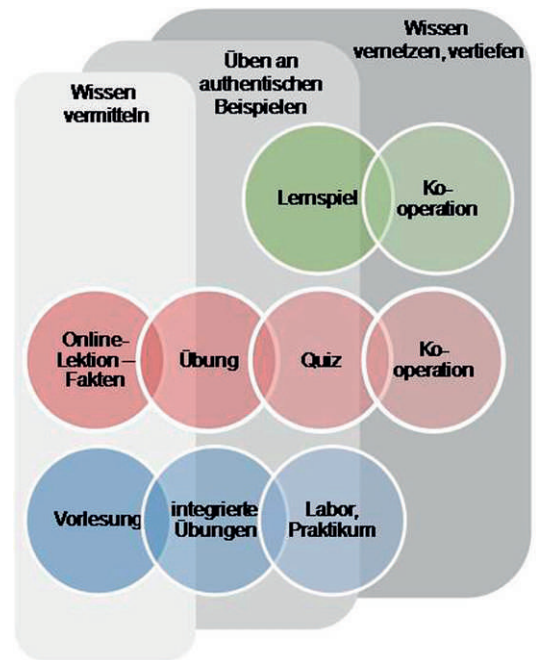
- Selbstlernaktivitäten:

Für individuelle Vor- und Nachbereitung der Inhalte können die Lernenden neben Büchern nun über die Online-Angebote sehr flexibel, im individuellen Tempo und in der selbstgewählten Reihenfolge den Stoff wiederholen und an anwendungsnahen Beispielen praktisch trainieren.

- Kooperatives Lernen:

Durch den Austausch unterschiedlicher

Abb. 4.3-1: Elemente des hybriden Lernarrangements



Perspektiven findet einerseits eine intensive Auseinandersetzung mit den Inhalten statt, andererseits wird die Motivation erhöht [2]. Wer einen Sachverhalt erklären kann, hat ihn sicherlich verstanden. Daher sind sowohl in die Präsenzveranstaltungen kooperative Lernphasen eingebaut als auch die Online-Angebote mit Werkzeugen zur Kooperation und Kommunikation ergänzt. Abbildung 4.3-2 zeigt eine Bild-

schirmseite, auf der MI-Learning innerhalb der Lernplattform Moodle bearbeitet werden kann und parallel dazu kooperatives Arbeiten mit Mitlernenden über ein Moodle-Forum oder -chat ermöglicht wird. Gleichzeitig kann mit einem Moodle-Wiki eine kooperative Wissensbasis zum Kurs aufgebaut werden.

Die Kombination der einzelnen Elemente zu einem hybriden Lernarrange-

Abb. 4.3-2: MI-Learning mit kooperativer Umgebung

ment zielt darauf ab, über die Vorlesungen und die Faktenbereiche der Online-Lektionen Wissen zu vermitteln. Um das reine Faktenwissen zu erweitern, werden sowohl in den integrierten Übungen der Vorlesungen als auch in den Online-Lektionen authentische Beispiele eingesetzt, mit denen das Wissen umgesetzt werden kann. Eine Vertiefung an größeren Beispielen findet darüber hinaus in den Laboren und im Praktikum statt. Schließlich helfen die eingesetzten Kooperations- und Kommunikationselemente bei der Vertiefung und Vernetzung von Wissen.

Neben der inhaltlichen Vertiefung fokussieren die drei beschriebenen Elemente des hybriden Lernarrangements unterschiedliche Lernebenen [3]. Mit der Wissenspräsentation werden die Lernebenen Kennen und Verstehen angesprochen. Die darauf aufbauenden Selbstlernaktivitäten sowie Labore und Praktika zielen auf das Anwenden der Lerninhalte, und das kooperative Lernen adressiert die höchsten Lernebenen Analysieren, Bewerten und zum Teil auch Synthetisieren. Dafür ist der kontinuierliche Wechsel zwischen E-Learning und Präsenzlehre besonders hilfreich, weil Problempunkte der kooperativen Online-Arbeit in den Präsenzveranstaltungen aufgegriffen, diskutiert und gemeinsam gelöst werden können.

Vier zentrale Faktoren des Arrangements begünstigen erfolgreiches Lernen:

Motivation

Ein Hauptziel des Lernarrangements ist die Motivation der Studierenden. Sowohl die Übung an authentischen Beispielen als auch der Einsatz des Lernspiels und die Integration der Kooperationselemente sind im Hinblick auf eine motivationsfördernde Wirkung ausgewählt worden. Die Aufmerksamkeit der Studierenden wird zunächst durch Hinweise in den Lehrveranstaltungen geweckt und durch grafisch ansprechende Inhalte gefördert. Die Relevanz des Lehrstoffs wird deutlich, weil sowohl das Lernspiel als auch die Online-Lektion die Struktur der Vorlesung widerspiegeln. Quizzes, Übungen und Minispiele bilden kleine Einheiten, an deren Ende sofort Feedback geliefert wird, um die Erfolgszuversicht und Zufriedenheit beim Lernenden zu gewährleisten.

Lernen in Gruppen

Lernen ist immer auch ein sozialer Prozess und wird über die Kommunikation und Kooperation der Teilnehmer beeinflusst. Kommunikationstools wie Foren, Wikis und Chats, die unter dem Oberbegriff Social Software zusammengefasst sind, können zur Unterstützung des Lernprozesses eingesetzt werden [4]. Gegenüber rein rezeptiven E-Learning-Formen sieht [2] folgende Vorteile: eine höhere Motivation, Erwerb von zusätzlichen Kompetenzen, die Möglichkeit eines individualisierten Lernwegs und eine höhere Perspektivenvielfalt, verbunden mit einem objektiveren Blick auf die Thematik.

Authentische Beispiele

Bei der Entwicklung der MI-Learning-Lektionen wurde ein besonderes Augenmerk auf die Vermittlung von anwendbarem Wissen gelegt. Daher ist eine Vielzahl von Übungen, Quizzes und auch das Lernspiel in authentische Situationen eingebettet; die Studierenden können hier ihr Wissen in konkreten Situationen anwenden. Beispielsweise dient im Lernspiel die futuristische Geschichte als narrativer Anker, der das Interesse wecken und die Aufmerksamkeit auf die zu lösenden Problemstellungen aus dem Software Engineering lenken soll. Dies entspricht dem sogenannten Anchored-Instruction-Modell [5], das außerdem „träges Wissen“, also Faktenwissen, das nicht angewendet werden kann, vermeidet.

Umfrage und Bewertung

Um die Erfahrungen und Einschätzungen unserer Studierenden in Bezug auf die bereitgestellten E-Learning-Applikationen zu ermitteln, erhielten sie im An-

schluss an die Klausur Software Engineering im Februar und im Juli 2009 einen Fragebogen mit Fragen zum Online-Spiel „Software Engineering in the future“ und zum MI-Learning Software Engineering. Die Studierenden beider Semester hatten mit beiden Anwendungen semesterbegleitend gelernt und sich anschließend auf die Klausur vorbereitet. Das Pflichtfach Software Engineering war für die Studierenden mit der Klausur abgeschlossen. Bei der Interpretation der Umfrageergebnisse ist zu beachten, dass die Informatik nur ein Teilbereich des interdisziplinären Studiums Medien und Informationswesen ausmacht. Nach Erfahrung befinden sich deshalb unter den Studierenden einige, die nur ein geringes Interesse an der Informatik zeigen und ihren Interessenschwerpunkt auf die Medienbetriebswirtschaft oder die Gestaltung legen [6]. Abbildung 4.3-3 gibt einen Überblick über einige zentrale Ergebnisse der Umfrage. Alle Fragen konnten mit den Werten 5 (sehr gut) bis 1 (weniger gut) bewertet werden. Den Studierenden gefällt MI-Learning ausnehmend gut, dies belegt der von Wert 4,7 (dritter Balken von links). Die niedrige Standardabweichung zeigt, dass alle Lernenden hier einer Meinung sind. Auch der Lernerfolg wird durch die Online-Lektionen sehr positiv bewertet. Die Bewertungen des Online-Spiels sind zwar etwas schlechter, aber dennoch positiv.

Unabhängig von der etwas unterschiedlichen Bewertung von Spiel und MI-Learning wird E-Learning insgesamt sehr gut akzeptiert. Die Frage, ob die E-Learning-Anwendung die Kenntnisse des SWE verbesserten, wird mit 4,3 sehr positiv bewertet. Die Motivation für wei-

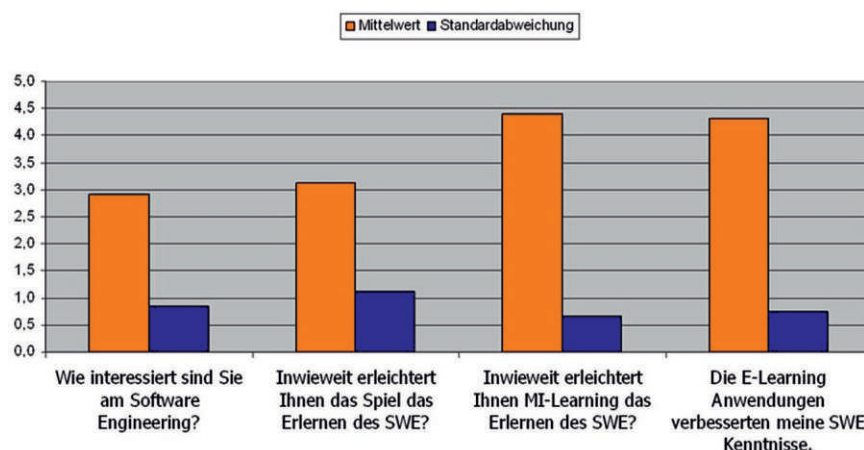


Abb. 4.3-3: MI-Learning mit kooperativer Umgebung

tere E-Learning Anwendungen liegt mit 4,1 ebenfalls sehr hoch.

In der Umfrage im Juli 2009 wurde besonderes Augenmerk auf eine vergleichende Bewertung der einzelnen Elemente des hybriden Lernarrangements gelegt (siehe Abbildung 4.3-4). Hier wird sehr deutlich, dass die Studierenden den Lernerfolg des Online-Spiels von allen Elementen des hybriden Arrangements am niedrigsten einschätzen. Die Vorlesung wird schon deutlich besser bewertet. Noch besser werden die Fakten und vor allem die Übungen der Online-Lektionen bewertet – 20 Studierende gaben hier die maximale Bewertung, der Mittelwert liegt bei 4,4.

Folgende Interpretation dieser Werte liegt nahe. Die extrinsisch motivierten Studierenden bevorzugen die Online-Übungen, weil sie damit ohne Umwege klausurrelevante Inhalte und Übungen bearbeiten und erlernen können. Das Online-Spiel erfordert im Vergleich dazu mehr Zeitaufwand – die Einbettung in eine Geschichte, die ablaufenden Animationen und die unterschiedlichen Levels des Spiels sind für die meist extrinsisch motivierten Studierenden weniger gut mit schnellem und auf das Bestehen der Klausur gerichtetem Lernen vereinbar.

Fazit und Ausblick

Die Erstellung unserer E-Learning-Anwendungen war sehr aufwändig und langwierig. Wir sind jedoch sicher, dass sich diese Arbeit gelohnt hat. Alle Veranstaltungen gestalten sich damit abwechslungsreicher, die Studierenden beteiligen sich engagierter als in reinen Präsenzveranstaltungen. Um weitergehende konkrete Aussagen über den verbesserten Wissens- und Kompetenzerwerb durch das Lernarrangement zu erhalten, sollen in der nächsten Zeit weitere Tests und Untersuchungen durchgeführt werden.

Insgesamt verstärkt das hybride Lernarrangement den Betreuungsaufwand. Vor allem das kooperative Lernen erfordert von den Betreuern ständiges Lesen der neuen Inhalte sowie kurzfristige, wohlüberlegte Reaktionen. Trotzdem profitieren auch die Lehrenden von der Kooperation mit den Studierenden, da in den Diskussionen auch völlig neue Sichtweisen auf einen Themenbereich eröffnet werden und sich aus dieser Sicht heraus die didaktischen Methoden anpassen und verbessern lassen.

Referenzen

[1] Kerres M.: Multimediale und telemediale Lernumgebungen Konzeption und Entwicklung. 2. Auflage, S. 257 ff. R. Oldenbourg Verlag. München, 2001

- [2] Hinze U.: Kooperatives E-Learning, Stand 29.07.2004. (http://www.e-teaching.org/lehrszenarien/seminar/gruppenarbeit/koop_e-learning.pdf)
- [3] Anderson L. W., Krathwohl D. R. (Eds.): A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing. A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. Addison Wesley Longman, 2001
- [4] Baumgartner P.: Web 2.0: Social Software & ELearning. In Computer + Personal), Schwerpunktheft: E-Learning und Social Software. 14. Jg. (8): 20 – 22 und 34, 2006
- [5] Bransford J. D., Sherwood R. D., Hasselbring T. S., Kinzer C. K., Williams S. M.: Anchored Instructions: Why we need it and how technology can help. Cognition, Education and Multimedia: Exploring ideas in high technology; Nix, D.; Spiro, R. (eds.). S. 115 ff. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1990
- [6] Schmidt C., Sängler V., Endres J.: „Hybride Lernarrangements - Informatik-Lehre an der Hochschule Offenburg“. In A. Schwill, N. Apostolous (Hrsg.), Lecture Notes in Informatics, DeLFI 2009 – die 7. E-Learning Fachtagung Informatik; pp. 139 – 150, Berlin, 2009

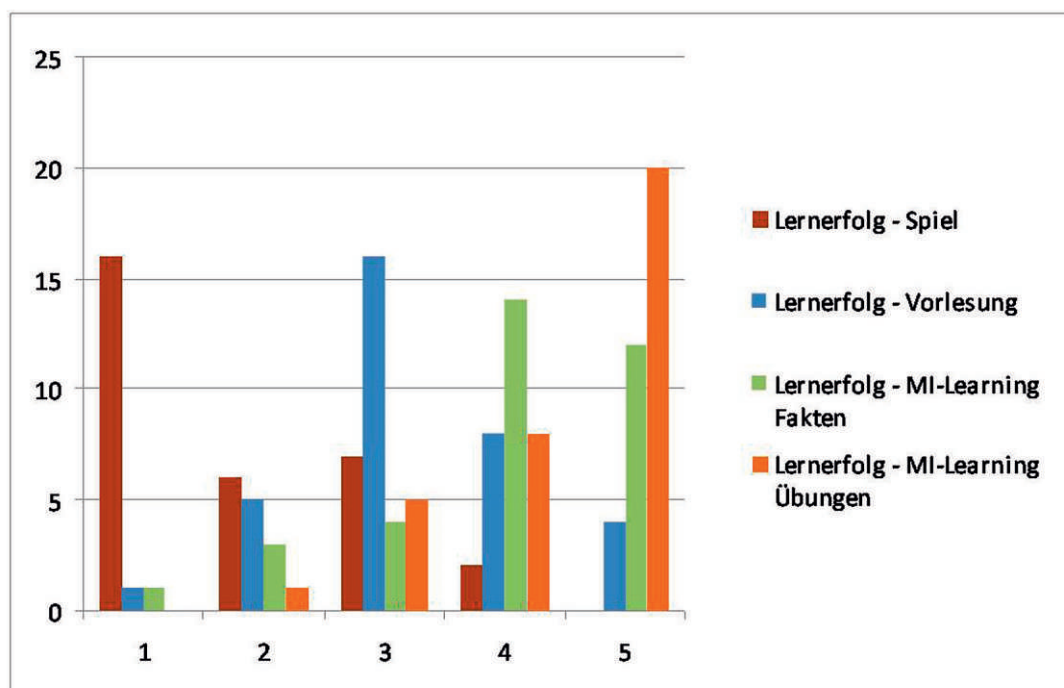


Abb. 4.3-4: Umfrageergebnisse (Juli 2009)

Virtual Research Environment in the Digital Library of Alexander Humboldt

Prof. Dr. rer. nat. Detlev Doherr

Fakultät Maschinenbau
und Verfahrenstechnik (M+V)
Wissenschaftlicher Leiter
des Hochschulrechenzentrums

Badstraße 24
77652 Offenburg
Tel.: 0781 205-281
E-Mail: doherr@fh-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

Seit 1993: 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



4.4 Virtual Research Environment in the Digital Library of Alexander Humboldt

Prof. Dr. rer. nat. Detlev Doherr
Armand Brahaj, M.Sc. [1]

Abstract

After approximately 200 years, a comprehensive access to the texts of Humboldt's extraordinary exploration of the Americas is within sight. To open the legacy to the public for free access the Humboldt Digital Library (HDL) project has been developing a dynamic amount of data related to studies of Alexander von Humboldt. The library includes a range of texts, tables and images, as well as many tools that assist mining the data and navigating the system.

By introducing Web 2.0 technology implementations, we are providing new interactive and knowledge generation channels toward the concepts of new Virtual Research Environments.

The perception of the information architecture is changing in the era of Web 2.0. This new epoch of internet has proved that the community can generate valuable information. It is the duty of computer specialists to use this information, to extract knowledge and present this knowledge as per user's interest base.

In this article we argue that by providing more information retrieval capabilities, and by creating an academic network around our library, we can add another dimension to the information architecture of a digital library.

Information Technology Beyond a Digital Library

Transiting from a traditional library in a digital library is not a simple relation. In the traditional libraries, the information architecture is well defined, simple and linear.

The concepts of the traditional library can easily applied to the digital structure (since they are simple) by digitizing books and provide them in a document form, but the prospect of a digital environment is wider.

The search of a specific topic in a library starts with some metadata describing each document in the library (cue cards).

Beside the classical metadata describing each document, the digital library could integrate the content of all documents into an information network, which make it possible to define multivariate search paths and comparisons between different documents, no matter in which language or document type.

These implementations have been the basis of digital libraries for many years now. As time goes by, we look behind and we feel progress has been made in digital libraries, but progress is still to be made in the information retrieval process and results. With the increase of the information volume in digital libraries, there is also an increase of noise in the search for knowledge. Precious data is becoming every day more difficult to be found.

Internet algorithms like "Page Rank", HITS and similars provided great value in the search results and search techniques. As time passed by, it was clear that these algorithms were searching in the surface leaving a lot of information out of sight. The notion of "deep-web" emerged to point out that a lot of data is left out and more is to be done in the information retrieval discipline

Some promising researches and implementations are related to the deep web in the field of semantic search. The Google Search Engine is actually using these techniques.

The semantic approach is one of the variables that have to be taken in consideration when trying to solve the problem of the "deep web". We will refer to the search that exposes the data in the "deep web" as vertical search.

The choices and the combination of the factors that influence the vertical search is very high (it can be considered infinite, because we are actually searching for knowledge and knowledge includes also a random chance of discovery), Therefore no system yet has fully delivered a state of art solution for this search.

The sense behind the vertical search is that visitors search for a "theme" and not for a term. By following this logic we have enhanced our digital library with a rich information retrieval (IR) module based mainly in the user interactions (user behaviours).

A Virtual Research Environment

The nucleus of every digital library is the information retrieval module. A key pro-

property is the correctness that the library provides to the visitor for finding the required information. The visitors are either rewarded by the riches of the options provided by the IR of the digital library, or in an opposite scenario they are limited to what these IR module confines them to do.

As shown in the figure 4.4-1 the information in the Humboldt's digital library and network is transformed in four layers. The information floats from the repository, into services, AI filter and then to user interface. The same route is done when information from the users is entered into our the system.

This section makes a brief presentation about the Case-Based Reasoning (CBR) impact in the Information Retrieval.

The visitors of a digital library jump around the space of the digital library in search for the correct information. While they move through links, between documents, while they make notes about facts they found, they are leaving disconnected traces of what they read and how they interact with the system.

When these traces are connected to user profiles and user interests, they provide useful mining data that can apply to the future users which share the same preferences.

On the other side, these users might have different expectations from the result of the same query. A linguistic researcher and a plantologist researcher expect different result from the same query.

No matter how strong the semantic behind used in explaining terms, no matter how precise the data mining of the system, the best results are valued based on user profile and user interests.

User Profiling

A prerequisite for developing systems providing user interactions is to rely on user profiles. A user profile is a structured representation of the user's presence within a portal. Through this profile, the system is able to recognize each registered user. The users can interact with the system and update their personal settings. A simple profiling system is programmed in the HDL.

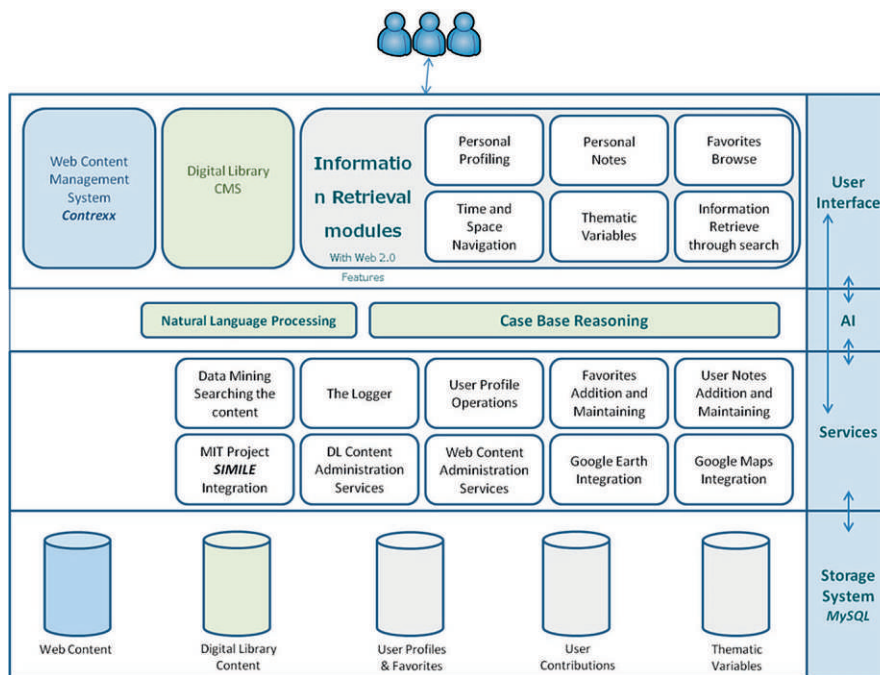


Fig. 4.4-1: General description and modules of the Humboldt's digital library and network

The user's profile in HDL includes a user's interests section. Every user is recommended and can easily update his interests. For example, an academic person with an interest in geography will get the highlighted results from a specific topic related to geography. The interests are grouped in categories. For each category, there is a list of specific interests from which the users can choose.

From a simple internet portal point-of-view, the presence of user profiles can be considered as just another feature to keep the user in the interested in the web-portal. It is a fact that systems serve better when they know their inhabitants. This is valid for the computer domain as well. If the system knows the background and interests of the users, then it can filter and provide them with some specific information. Based on the interests of the user, our system creates a set of statistical information about the paragraphs that may be of interest to the user, by analyzing on the experience of other users with a similar profile.

By means of user-profiling, personal-notes and favorite-bookmarks, the system retrieves information about the interests of each user.

In the personal profile section, the users may add information such as disciplines

of interests, general interests and regional interests. A composition of these interests provides a cosmos for each user. While users interact with the system through the content browsing, IR search tools or by writing personal notes related to any paragraph, they provide important feedback to the system. The system is basically learning what paragraphs are of interest to users of similar profile.

The interactions of the user with the system are handled (stored and analyzed) by a logger. The logger retrieves the interactions of the user with the system.

Based on these interactions, an algorithm provides for each user-profile, suggestions on the information that may better serve the users need. The logger together with an algorithm for suggestions provides the Case-Based Reasoning Engine. The CBR Engine takes in consideration: clicks (visits), user personal note, editor public notes, bookmarking of paragraph Etc.

Through the use of these variables, a better approach is provided in retrieving information related to each paragraph in the Humboldt digital library, in the same way that a well formed commentary would describe what the paragraph covers in the multidimensional space.

Through the CBR engine we have created a new approach to a suggestive system for the right content.

Since the number of the profiles in the system is still low, we are looking for new implementations of features which can make the actual users interact more with the system, and add even more valuable content to the system.

So far, the implementations in the HDL have been pointing to the creation of a research environment for the scientific users interested in the works of Alexander von Humboldt. The users of the system can make bookmarks, can write their own personal notes and in specific cases, they can write public notes related to each paragraph.

Academic Network

Many of the scientific observations made by Humboldt can be extended with additional information from academic researchers. Journals and other proceedings have a high expectation and acceptance criteria. Most of the time these scientific publications are the result of a long research work which can be described in small steps.

The blog and the concept of the personal blogs have had an increasing impact in the last years in the internet. Blog and the feedback on the blog post have created a strong community connection in many fields. We have chosen to extend our Virtual Research Environment in the

HDL with the presence of a scientific blog.

Since the beginning of this year, we have opened a blogging system for all the scientific users of our academic network. The visitors don't need any advance and expertise in the internet to start posting blog posts on the HDL website. They just need to locate the blog menu and follow the instructions below each blog. Every user can easily create a post, edit post, approve or disapprove comments. All the process is run online and no additional softwares are required. The blog automatically moves the newer posts at the top, while archiving older posts by date or topic. At the moment we have started a set of default categories for the blogs. We expect the blog categories to be extended after once we receive feedback and suggestions from our users.

Through the blog system that we have introduced in the HDL, we intent to develop stronger relationship with the visitors of the HDL. The Blogs, can be an excellent way of sharing knowledge within our network.

Not yet a scientific article, each blog post can contain interesting facts explored through our library. The aim of our blog system is to open a communication and information network, which allows users to get in contact with other researchers and share notes and research results with the Humboldt community.

Conclusions

This paper describes the integration of new WEB 2.0 features to digital libraries, using the legacy of Alexander von Humboldt as an example of digital information. By using the services, which are accessible by a Web portal, researchers can work more effectively with a wider variety of primary source materials and linked data, no matter which data type or language.

By introducing Web 2.0 technology implementations, the HDL is providing access to a information network on the legacy of Alexander von Humboldt and establishing an academic collaboration platform around the library content. Further work can extend the data content of the system including the sources, the results of the research on Humboldt, and the works of other scientists from the scientific community via public notes, blogs and similar tools. Actually a remarkable number of international scientists are part of our academic network at www.avhumboldt.net

Referenzen/References

- [1] PhD Candidate Humboldt-Universität zu Berlin
- [2] Doherr D.: Forschungsbericht — Projekt "Humboldt on the Web". Technische Berichte IAF, Hochschule Offenburg, April 2008, ([http://www.avhumboldt.net/_publications/Humboldt on the Web.pdf](http://www.avhumboldt.net/_publications/Humboldt%20on%20the%20Web.pdf))
- [3] Doherr D.: The Humboldt Digital Library: Exploring Innovative Structures. — Forschung & Technik, IAF Hochschule Offenburg, Offenburg, 2006
- [4] Brahaj A.: Concepts and Implementations of a Multivariable Search Path in the Humboldt Digital Library. — Master Thesis, University of Applied Sciences Offenburg, September 2008
- [5] Doherr D., Brahaj A.: Information Management beyond Digital Libraries- PIK — Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation. Band 32, Heft 3, Seiten 161–166, ISSN (Online) 1865 — 8342, ISSN (Print) 0930 — 5157, DOI: 10.1515/piko.2009.0030, Juli-September 2009

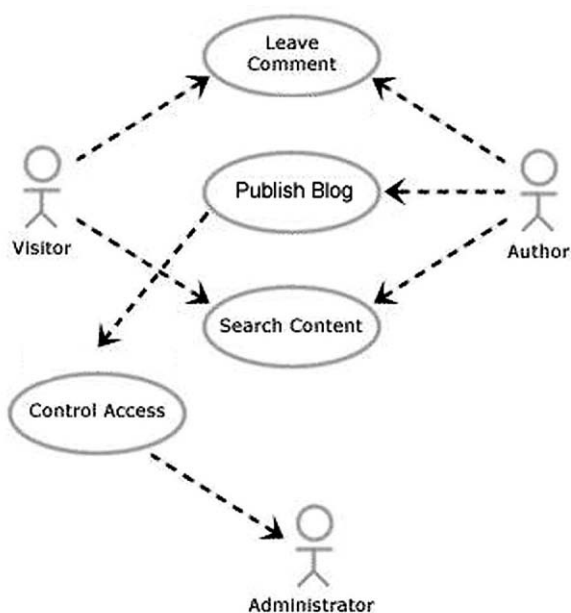


Fig. 4.4-2: User interaction with the blog system

4.5 Independent coverage of the Shell Eco-Marathon 2009

Prof. Dr. Dan Curticapean [1]

Der erste Shell Eco-Marathon in Deutschland fand 2009 auf dem Euro-Speedway Lausitzring statt. Mehr als 2500 Studenten aus 29 Länder haben in zwei Kategorien, Prototype und Urban Concept, um den Titel des sparsamsten Fahrzeugs gekämpft. In der Kategorie Prototype hat das Französische Team MICROJOULE vom LPTI St-Joseph La Joliverie Nantes 3.771 km mit einem Liter Diesel zurückgelegt. Die Urban-Concept-Klasse wurde vom norwegischen Team NTNU (Norges Tekniske og Naturvitenskapelige Universitet) mit 1.246 km/l dominiert. Dieses Fahrzeug war mit einer Wasserstoffzelle unterwegs. Die Besten Urban-Concept-„Boliden“ können in Abbildung 4.5-1 und in Abbildung 4.5-2 bewundert werden.

Nach den Erfahrungen aus Nogaro in Frankreich war das Offenburger MI-Team fest entschlossen, diese Ereignisse live ins Internet zu senden. Doch es kam anders. Bedingt durch die limitierte Teamstärke und Internetbandbreite wurde aus der Live-Sendung eine unabhängige Berichterstattung. So ging die Webseite www.eco-marathon.de nach einer Rundumüberholung mit neuem Design wieder online (Abbildung 4.5-3). Täglich wurden Spots vom Event produziert und ins Internet gestellt. Die Arbeit des MI-Teams kann unter der oben erwähnten Webseite verfolgt werden.

Für das Shell Eco-Marathon 2010 haben wir uns erneut für eine Live-Sendung beworben. Die Aussichten stehen nicht einmal so schlecht, da wir die Vorort-Bedingungen schon kennen. Ein weiterer positiver Aspekt für uns ist doch die Nachfrage nach einer Live-Sendung seitens der Teilnehmer. Dafür spricht eindeutig die Statistik der Webseite. In dem Zeitraum vom 20.04.2009 bis zum 15.11.2009 ergaben sich für 210 Tage insgesamt 798.291 Zugriffe mit 12.950 eindeutigen Besuchern, was einem Datenvolumen von ca. 70 GB entspricht, auch über 435.030 Bilderzugriffe wurden gezählt. Im Durchschnitt bedeutet dies: 3.801 Zugriffe pro Tag bzw. ein Datenvolumen von ca. 340 MB

besuchte Monat war der Mai mit ca. 50 % des Gesamtvolumens.

Referenzen/References

[1] Der Autor wurde bereits unter 2.2 vorgestellt



Abb. 4.5-1: Schluckspecht City und andere Urban Concept „Boliden“

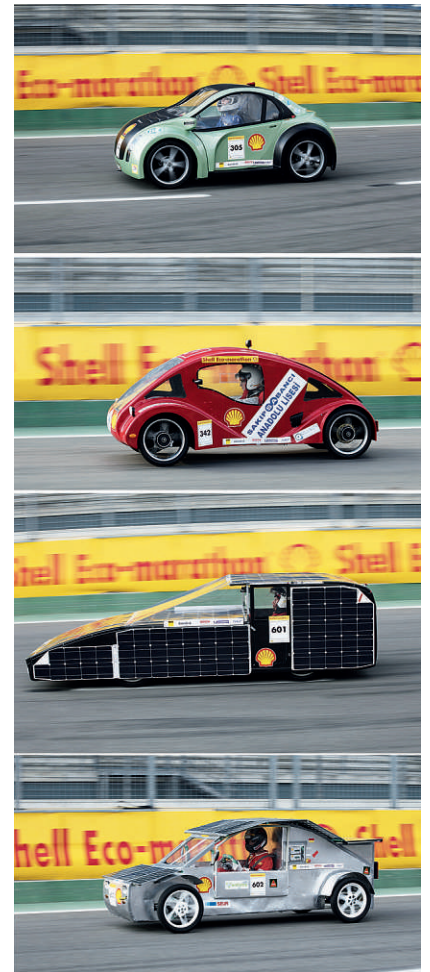


Abb. 4.5-2: Urban Concept „Fahrzeuge“

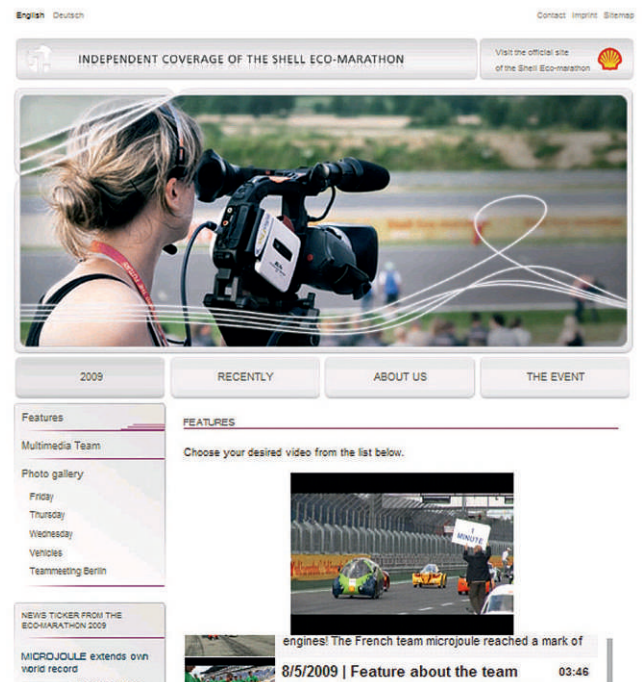


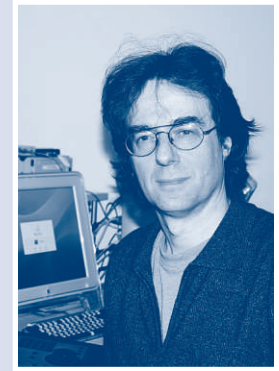
Abb. 4.5-3: Internet-auftritt www.eco-marathon.de

Intermediales Gestalten – Workflows zwischen Produktion und Reflexion

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@fh-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-Studiotechnik, Audiogestaltung, Radio, Klang
für Film + Video; Sound Design + Klangregie; Akustische
Kommunikation; Intercultural Media und auditive Medienpädagogik,
Soundscape – „Kultur des Hörens“

4.6 Intermediales Gestalten – Workflows zwischen Produktion und Reflexion

Prof. Dr. phil. Hans-Ulrich Werner

Abstrakt

Intermediales Gestalten bildet in der Fakultät M+I ein dichtes Produktionsnetz. Es umfasst ein großes Spektrum von Schrift, Bild und Fotografie zu zeitbasier-ten Formen, audiovisueller Komposition und Medienkunst. Experimentelles Screen- und Webdesign tragen mit inter-aktiven Momenten dazu bei, als Werk-stattberichte und DVD-Arrangements. Dazwischen entfalten sich Sound und Design als eigene Klangsprache – Klan-guage' – wie auch quer-synergetisch zu allen Medien und deren Bezugsdiszipli-nen. Zwar ist der Acoustic Turn der Kul-turwissenschaft im Vergleich zu Texten und Bildern noch recht verhalten. [1] Aber Interdisziplinarität und wieder neu zu entdeckende (Poly-)Ästhetik [2] ver-binden die unterschiedlichen Medien über ihre parallelen Workflows und Pro-duktionsstrukturen wie auch in wissen-schaftlichen Diskursen zur Konzeption und Produktion. [3] Doch auch der the-oretische Ausdruck Intermedialität ist ein reicher Schirmbegriff zwischen Gat-tungen und Genres. [4] Das zeigt sich als Längsschnitt, in dem Medien historisch aus- und miteinander entstehen und ver-gehen. Andererseits verfügen wir heute über einen frei konfigurierbaren Quer-schnitt an neuen Formaten, etwa von der noch wenig erprobten Akustischen Fotografie zur visuellen Virtualität und Simulation. Modelle wachsen aus Ar-beitsprojekten und auch in der teilneh-menden, teilseienden Doppelrolle von

Praxisforschern. Gestalter sind Beobach-ter und Akteure zugleich, wie bei Ihn-kens Studio als ‚Labor der Emotionen‘ [5]. Intermediales Gestalten ist also immer ein doppelter Prozess: in den Medien selbst als Transfer der Gestaltungskraft von einer Schicht zur anderen und als Mitte zwischen Produktions- und Wis-senskultur.

1. Der Ausdruck Intermediales Gestalten legt, anders als das theoretische Begriffs-feld Intermedialität der Kulturwissen-schaft, schon im Alltagstonfall den Ak-zent auf das Handeln, auf Produktion in einem Atelier, im Studio oder im Semi-nar für Medien in der Bildung. Bei der kurzen Blüte multisensuellen Designs in Halle etwa stellte die Transformationsar-beit vom Objekt zum Klang zum Geruch und zurück die zentrale Erkenntnis und Praxis dar. [6] Auch andere gestalte-

rische und künstlerische Studien lassen Medien, Formate und Handwerke ne-ben und ineinander wirken. Das ge-schieht im Kreuzen von Material und Mediensichten, von Methoden und Zeitqualitäten, Raum und Informations-landschaft. Dazu gehören der Ausdruck, filmisches Schreiben' in den Romanen von Dos Passos über New York oder die Formen der neuen Klangkunst, die aus allen Künsten und Medien lebt. [7] Die zentrale Praxis von Medienkonzeption und Medienproduktion etabliert sich durch ihren Output im Zentrum zwis-chen vielen Bezugsdisziplinen. [8] Sie artikuliert sich aber zurückhaltender als die in den theoretischen Texten der Kul-turwissenschaft reich diskutierten Me-diensysteme. Zwar sind Kommunika-toren und Gestalter für die Medien unverzichtbar (ohne Vorproduktion gibt es keine Distribution und auch keine

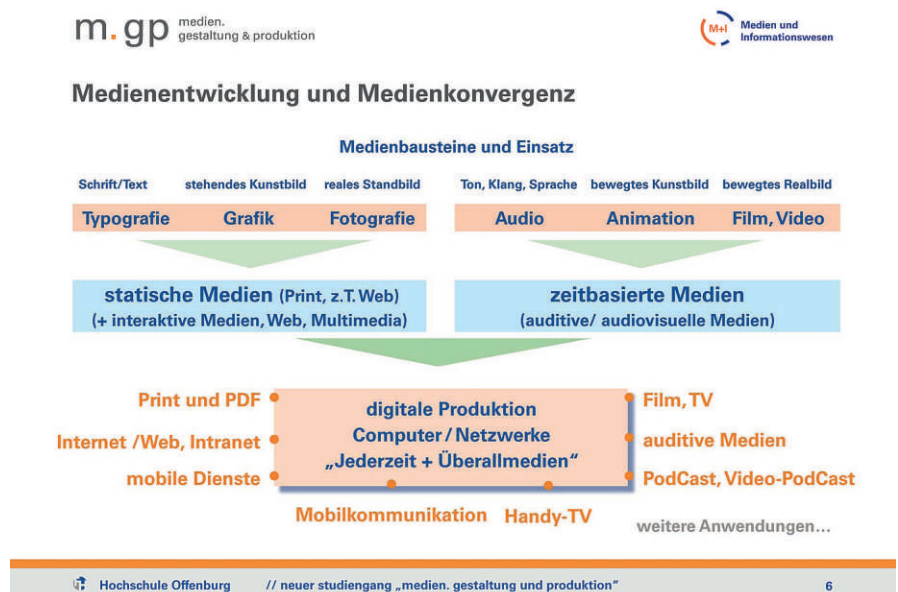


Abb. 4.6-1: Medienbild

Diskussion). Aber Profil und Methoden ihrer heute digitalen Professionalität bleiben trotz gelungener Vorläuferstudien (wie Renate Holy über die Fernseh-Cutterinnen) unscharf. [9] Erst seit dem Soziologen Howard S. Becker geraten ihre Verfahren und Produzenten mehr in den Fokus als Akteure im Netzwerk von Kooperation auch der eigenen. [10]

Als Soziologe, Jazzmusiker, Fotograf und Schriftsteller ist Becker beides: ein interdisziplinärer Wissenschaftler und Künstler. Das Studium der Soziologie finanzierte er sich am Jazz-Piano, und die Leidenschaft für Improvisation hat ihn als Metapher bei scharfsinnigen Analysen (seiner bekannten Etikettierungstheorie) und intermedialer Recherche geführt. [11] ‚Art Worlds‘ ist sein einflussreichster Text, in dem er Musik, Oper, Fotografie, Architektur, Malerei, Volkskunst und experimentelle Produktion vergleicht. Becker betont Muster von Interaktion und Kommunikation für die gestaltende Tätigkeit. Für ihn kommt das Werk weniger durch das Genie des Künstlers in die Welt, durch Ästhetik und Deutung, als über Workflows im Team mit Handwerkern, Erfindern, Schauspielern, Klavierstimmern, Bühnenarbeitern und Galeristen. Es entsteht eine künstlerische Forschungswelt, die von Herstellungsprozessen ausgeht und sich in Theoriebewusstsein verwandelt. Dafür ist auch der Text ‚Medienproduktion‘ ein gelungenes Werkzeug der Ilmenauer Konzeptions- und Produktionswissenschaften, die Theorie und Praxis im Verbund betreibt. [12] Die Herausgeber und ihre Fachautoren formulieren interdisziplinär, theoriegeleitet und handlungsorientiert. Studioarbeit, sonst oft auf Pragmatik konzentriert, wird hier reicher durch Kunst- und Gestaltungslehre, Wirtschaftskunde, Kommunikations- und Medienwissenschaft, Informations- und Medientechnik.

Das Kernfeld des Textes bildet die vergleichende Terminologie der Produktionsphasen bei Text, Ton, Bild, Druck oder Web. Herstellung entfaltet sich in jedem Bereich nach einem ähnlichen Muster von der Idee über Pre-Produktion, Produktion und Postproduktion zur Distribution. Am später verfeinerten Beispiel der Filmproduktion zeigt sich die Offenheit dieses Modells, das sich mit der Praxis verändert. [13] Intermedialität



Abb. 4.6-2: Howard S. Becker, Jazzpianist und Sozialforscher

Abbildung 2: Produktionsprozesse der Medien

		Preproduktion	Produktion	Postproduktion	Distribution
Film	Content	Planung	Dreharbeiten	Material-Bearbeitung	Auslieferung/ Digitale Bereitstellung
	Technik	Management-System	Filmaufzeichn.-System	Postproduktions-System	Testumgebung/ Testsystem
Fernsehen (TV) Hörfunk	Content	Themen-Recherche	Material-Recherche	Material-Bearbeitung	Ausstrahlung
	Technik	Redaktions-System	Browsing-System Aufzeichnungs- Wiedergabe-System	Postproduktions-System	Sende- abwicklungs- System
Musik	Content	Songwriting/ Komposition	Musikaufnahme	Musik- Nachbearbeitung	CD-Erstellung/ Vervielfältigung
	Technik	Kompositions-System	Aufzeichnungs- Wiedergabe-System	Postproduktions-System	Vertriebs-System
Internet	Content	Anforderungs- analyse	Storyboard/ Flowchart	Anwendungs- erstellung	Anwendungs- test
	Technik	Management-System	Prototyping/ Design-System	Entwicklungs- umgebung	Testumgebung/ Testsystem
Print	Content	Themen-Recherche	Material-Recherche	Material-Erstellung	Vervielfältigung (analog/digital)
	Technik	Redaktions-System	Browsing-System Schreib-/ Layout-System	Drucksystem/ Content- Mangl.-System	Drucksystem/ Content- Mangl.-System
Mobilfunk	Content	Anforderungs- analyse	Anwendungs- erstellung	Anwendungs- test	Digitale Bereitstellung
	Technik	Management-System	Programmier-System	Testumgebung/ Testsystem	Provider-System

Abb. 4.6-3: Produktionsprozesse der Medien

wird nicht nur durch Interdisziplinarität erst ermöglicht, sondern auch durch Transfer in die didaktischen Prozesse der Medienausbildung. Herstellungspraxis wird zugleich Thema wie Methode und ist so doppelt reflexiv und wirksam. [14]

2. Im Vergleich zu dieser anwendungsbewussten Sichtweise findet sich in dem mehr theoretischen Leitbegriff der Intermedialität (als Substantiv schon gewordene Struktur) die Dichte heterogener Untersuchungen komplexer und oft nicht kompatibler Ansätze. Irina Rajewsky nähert sich in ihrer Dissertation dieser Landschaft wie ein Interface, das weitere, tiefe Mediendiskurse offenlegt. [15] Die Definitionsfreude für Klangkunst hat uns (durch die Musikpsychologin Helga de la Motte-Haber) [16] die schöne Metapher vom Umbrella Term

nahegelegt, der viele Formen und Disziplinen überspannt. Rajewsky, als Italianistin ausgebildet, hat das noch schönere Wortspiel gefunden, vom termine ombrello hin zum termine ombrellone, dem Sonnenschirm, der noch weiträumigeren Platz bietet für die Scheinwerfer der Praxis und Projektionsschatten der Diskurse. Der Hand(Be)griff des Schirms sei dabei unsere Ausgangsposition, der Stab der historische Längsschnitt von Medien, die auseinander hervorgehen. Die Speichen symbolisieren die große Bandbreite heutiger Medienformen; die Schirmhülle meint den Gesamttraum des Mediennetzes und die Spitze verkörpert zukünftige Innovation und auch Wiederentdeckung.

Als Intermedialität ermittelt Rajewsky das, was zwischen mindestens zwei Künsten und Medien geschieht; als In-

tramedialität jenes, was monomedial innerhalb einer Domäne wirksam ist wie die Intertextualität nach Julia Kristeva, wo Textbestände generativ-fließend auseinander hervorgehen. Transmedialität schließlich bezeichnet Stoffe und Themen über Mediengrenzen hinweg. Starwars z. B. ist als archaische Erzählung in viele Medien transportiert worden und hat sich dabei stark verändert. Die Autorin unterscheidet drei Qualitäten solcher Prozesse, die auch gemeinsam wirken können: als Medienkombination wie in einem Lied aus Text und Musik, im Film, in der Oper oder bei der weit gewachsenen, wenig bekannten Klangkunst, die Klang, Material, Zeit, Raum und Licht verschmilzt. So entstehen gestalterische wie auch theoretische Disziplinen neu, vom Nebeneinander bis zum gleichrangigen Zusammenspiel. Im Medienwechsel dann, vor allem in der Adaptation, verändert sich Intermedialität zum „produktionsästhetisch orientierten genetischen Begriff“. [17] Der Ausgangsstoff wird medial neu forma-



Abb. 4.6-4: Klangkünstler Gordon Hempton bei Naturaufnahmen (Foto Hempton privat)

tiert und in Variationen überführt, vom Roman zum großen, schon wieder filmischen Hörspiel wie „Die Säulen der Erde“ (in der Regie von Leonhard Kopelman). Schließlich gibt es einzelne intermediale Bezüge im methodischen Sinn, als gestalterische und inhaltliche Strategien, die sich von dem einem in das andere Medium auch isoliert projizieren lassen wie in dem Begriff vom filmischen Schreiben. Von einem Medium stammt der Impuls und die Kontur, vom anderen die Textur und die Materialität.

In unserem Offenburger Hochschulprojekt zur Visual Music vom Sommer 2009, als AudioVisuelle Komposition und Clubevent, begegnen sich alle drei Typen, als Wechselwirkung zwischen Künsten, den Sinnen, Medien und Methoden des Gestaltens. Die Organisation einer vielschichtigen Live-Performance stellte den äußeren Rahmen für eine reiche Mischung aus Medienkonzeption, Marketing, Organisation, Regie und Realisation. Vielfältige Inhalte und Projekte entstanden oder wurden als Gäste eingeladen und betreut. Lichtdesign, Projektionen, Klangräume, Farbsystem und Atmosphären prägten ein heterogenes Event bis spät in die Nacht. Narrative und abstrakte Videoarbeiten trafen auf gemischte oder selbst komponierte Musik. Mit Hilfe von flexibler Software für visuelle Improvisationen entstanden effektorientierte Bildcollagen und Muster aus vorproduzierten oder gefundenen Materialien. Live-Moderation und Live-DJs begegneten der Surround-Klangpräsentation des Chicagoer Künstlers Lou Mallozzi und der Videokünstlerin Sandra Binion. Der Basler Corporate Sound Designer Peter Philippe Weiss

inszenierte Passagen seiner Multi-Media-Performance Mind Games, und das dokumentierende Filmteam um Michael Hoffmann fügte viele Eindrücke und Interviews zu einem gelungenen Making-Of zusammen. Dies ist als Teil seiner Diplomarbeit mit dem Titel, Visual Music – Video Art‘ auch auf DVD veröffentlicht worden und beinhaltet u. a. ein interessantes Interview mit Cornelia und Holger Lund, den in Deutschland wohl wichtigsten Kuratoren und Forschern zum Thema. [18] Deren rezente Publikation ist wie die portraitierten Künstler ungewöhnlich gestaltet und inzwischen selbst mit einem Medienpreis für ein innovatives Buch ausgezeichnet worden.

Visual Music als Hochschulprojekt demonstriert also paradigmatisch (aber nicht paradigmatisch), wie sich Inhalte und Formen beim Durchwandern der Medienvielfalt verändern und zu einem dichten Gestaltungsnetz zusammenfügen. Es macht also doppelt Sinn in der Ausbildung als auch in der in konkreten Produktion, den Workflow für die beteiligten Medien nicht nur zu entwickeln, sondern mit dem Bewusstsein für das

Abb. 4.6-5: Flyer-Rückseite des Offenburger Hochschulprojekts zur Visual Music

Werden der Medien insgesamt zu verbinden. Eine Idee dabei ist, dass wir in jeder einzelnen Produktion das Mediensystem und seine Entwicklung als Ganzes nachbilden und nacherleben können als Ausdruckformen von Geräten, Verfahren und den praktischen oder theoretischen Diskursen. Es geht ja immer auch um den Transfer von Kreativität der Handelnden, um Gestaltenden, Strategien und Kompetenzen. Intermediales Gestalten reflektiert also den Produktionsprozess der Medien selbstständiger als die manchmal distanzierte Komplexität großer Theoriebildung. In bestimmten Produktionen zur Intermedialität können Inhalt und Design auch deren Schichten ästhetisch transformieren auch bis hin zu Medienkritik oder Medienethik. So wächst vielversprechend eine Praxis, die Reflexion und Erkenntnis auf sich selbst anwendet, ebenso wie Theoretisches Medienthema und Medienform werden kann (in der Re-Kombination von Arthur Kroker[19] oder im Theorie-Clip von Gundolf Freyermuth von der internationalen Filmschule in Köln). [20] Die genannten Beispiele und Leitideen werden im Motto des Mediologen Frank Hartmann veredelt: „Mit den Veränderungen der Praxis ändert sich auch die Theorie, deren Aufgabe es ist, eine Problemsicht zu entwerfen – nicht Antworten zu liefern, sondern die richtigen Fragen zu finden.“ [21]

Referenzen

- [1] Meyer P. M. (Hg.): Acoustic Turn. 2008; Werner H.-U.: SoundScape-Dialog. Göttingen 2006
- [2] Roscher W.: Polyästhetische Erziehung. Köln 1975; Pasuchin I. (Hg.): Intermediale künstlerische Bildung. 2007
- [3] Krömker H., Klimsa P. (Hrsg.): Medienproduktion 2005; Döring N., Ingerl A.: Medienkonzeption. in: Batinic, B., Appel M. (Hrsg.): Medienpsychologie. Heidelberg 2008
- [4] Vergl. Paech J., Schröter J. (Hrsg.): Intermedialität. Analog/Digital. München 2008
- [5] Ihnken D.: Labor der Emotion. Dissertation Tübingen 1989



Abb. 4.6-6: Mischpult

- [6] Luckner P.: Handbuch Multisensuelles Design. Eine Anthologie. Halle 2002
- [7] De La Motte-Haber H. (Hrsg.): Klangkunst. 2000
- [8] Krömker/Klimsa 2005; Döring/Ingerl 2008
- [9] Holy R.: Fernsehcutterinnen: Frauenarbeit in der Medienproduktion. Frankfurt 1981
- [10] Becker H. S.: Art Worlds. Berkeley 1982/2007
- [11] Becker, H. S.: 1982/2007
- [12] Krömker H., Klimsa P. (Hrsg.) 2005
- [13] Klimsa P.: Filmproduktion. In: Hülsmann M., Grapp J.: Strategisches Management für Film- und Fernsehproduktionen 2009
- [14] Klimsa P.: Interdisziplinarität. In: Issing L./Klimsa P. (Hg.): Online Lernen. 2008
- [15] Rajewsky I.: Intermedialität. 2002
- [16] De La Motte-Haber H.: Klangkunst. Tönende Objekte und klingende Räume. 1999
- [17] Rajewsky 2002:57
- [18] Lund C., Lund H. (Hrsg.): Audio. Visual. Stuttgart 2009
- [19] Kroker A.: Krampf. Virtuelle Realität, androide Musik und elektronisches Fleisch. Wien 1998
- [20] Freyermuth G. (Hg.): Figurationen. Intermedialität und Transmedialität. Zürich 2007
- [21] Hartmann: Medien und Kommunikation. Wien 2008:8

Das Problem der Leerfahrten im Straßenverkehr – und Möglichkeiten zu deren Reduzierung

Prof. Dr. rer. pol. Stefanie Müller

Fakultät Betriebswirtschaft und
Wirtschaftsingenieurwesen
Speditions-, Transport-, Verkehrslogistik

Campus Gengenbach

Klosterstraße 14

77723 Gengenbach

Tel. 0 78 03 96 98-44 35

E-Mail: stefanie.mueller@fh-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 über Kundenservice bei großen industrialisierten Logistikdienstleistungs-Unternehmen

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



Forschungsgebiete: Management von Speditions- und Transportunternehmen, Performance Measurement in der Logistik, Anwendung modellbasierter Entscheidungsunterstützung in der Logistik

5.1 Das Problem der Leerfahrten im Straßenverkehr – und Möglichkeiten zu deren Reduzierung

Prof. Dr. rer. pol. Stefanie Müller

Der zunehmende Straßengüterverkehr und das Problem der Leerfahrten

Abstrakt

Der Straßengüterverkehr in Deutschland hat ein enormes Ausmaß angenommen: Mehr als 80 Prozent der gesamten volkswirtschaftsweiten Gütertonnage in Deutschland oder – in absoluten Zahlen – etwa drei Milliarden Tonnen Waren werden jährlich per Lkw transportiert. Entwicklungen wie die Tendenz vieler Unternehmen zu Outsourcing oder Offshoring, die europäische Integration und damit verbunden der zunehmende Transitverkehr in Deutschland sowie die Nutzung moderner logistischer Konzepte (Cross-Docking- und Hub-and-Spoke-Systeme) weisen darauf hin, dass die Verkehrsleistung im Straßengüterverkehr noch deutlich zunehmen wird.

Gerade angesichts dieser Mengensituation wird der Straßengüterverkehr wegen seines Schadstoffausstoßes, der Lärmbeeinträchtigung und der Belastung des Verkehrsnetzes immer wieder scharf kritisiert. Gleichzeitig wird von Politik und Öffentlichkeit eine umfassende Verlagerung von Gütertransporten von der Straße auf den umweltfreundlicheren Verkehrsträger Schiene gefordert.

Ein Mengenvergleich der Gütertrans-

porte auf Straße und Schiene zeigt jedoch, wie unrealistisch es wäre, merkliche Verkehrszerrungen auf der Straße durch eine starke Verlagerung auf die Schiene zu erreichen: Während ca. 82 Prozent der Gesamttonnage in Deutschland auf der Straße transportiert wird, entfallen nur ca. 8 Prozent auf die Schiene. Würden demnach auch nur 5 Prozent des derzeitigen Straßengüteraufkommens auf die Schiene verlagert, so würde sich deren Güteraufkommen um 50 Prozent erhöhen!

Damit soll keineswegs die Straßen-Schiene-Verlagerung an sich in Zweifel gezogen werden. Um aber zu einer Ausgestaltung der Gütertransporte zu kommen, die langfristig sowohl ökonomisch als auch ökologisch sinnvoll ist, gilt es auch nach Ansatzpunkten innerhalb des Verkehrsträgers Straße zu suchen, da wegen der deutlichen Dominanz des Straßengüterverkehrs in Deutschland die Einbeziehung anderer Verkehrsträger zwangsläufig nur begrenzte Wirkung hat.

Ein Ansatzpunkt von erheblichem Potenzial besteht immer noch in einer effizienteren Durchführung des Straßengüterverkehrs durch eine verbesserte Auslastung der Lkw und durch Reduzierung der mit leeren Lkw durchgeführten, aus volkswirtschaftlicher Sicht nicht wertschöpfenden Fahrten. Würde man den gesamten Lkw-Verkehr auf deutschen Straßen für einen Moment festhalten und zu diesem Zeitpunkt die Auslastungsgrade der Fahrzeuge – nach Volumen durch „Röntgen“ oder nach

Gewicht durch „Verwiegen“ – betrachten, so würde man, davon gehen Schätzungen aus, weit mehr als 30 Prozent leere, nicht genutzte Kapazitäten vorfinden. Daraus folgern nicht-fachkundige Bürger und Politiker, dass etwa jeder dritte Lkw eingespart werden könnte – ein Umstand, der Verkehrspolitiker und Umweltschützer auf den Plan ruft und sie die Restrukturierung der wirtschaftsweiten Logistiksysteme fordern lässt.

Leerfahrten – in Transportsystemen ein unvermeidbares Phänomen

Nun handelt es sich aber bei Leerfahrten um ein Phänomen, das jedem Transportsystem inhärent ist und das sich nie vollständig vermeiden lassen. Die nachfolgende Betrachtung einer typischen Transportsituation soll dies illustrieren.

Ein im Raum Offenburg ansässiger Transportunternehmer hat die Beförderung einer Ladung nach Frankfurt/Main übernommen. Nach Zustellung der Güter benötigt er nun eine Rückfracht von Frankfurt nach Offenburg. Ideal wäre es in dieser Situation, wenn der Empfänger in Frankfurt direkt die Rückbefrachtung des Lkw übernehmen würde.

Dies wird jedoch in unseren heutigen Logistiksystemen nur sehr selten der Fall sein: Die Empfänger von Waren sind oftmals Lager- und Umschlagpunkte des Handels oder Industrieunternehmen, deren Ausgangslogistik hinsichtlich Zeit- und Mengenstrukturen völlig anders geartet ist als die Eingangslogistik. In der Regel wird also die Rückfracht für einen Lkw bei einem anderen Unternehmen

als dem Empfänger der Hinfracht aufgenommen, sodass eine bestimmte Zahl an (leeren) Fahrkilometern aufgewendet werden muss, um von der Entladestelle der Hinfracht zur Beladestelle der Rückfracht zu fahren.

In obigem Beispiel wird davon ausgegangen, dass der Lkw, der die eine Ladung in Frankfurt zugestellt hat, eine Rückladung nach Offenburg in Darmstadt aufnimmt. In diesem Beispiel stehen also, wie Abbildung 5.1-1 verdeutlicht, einem Streckenanteil von 391 Kilometern, die der Lkw voll ausgelastet zurücklegt, 34 Leerkilometer gegenüber.

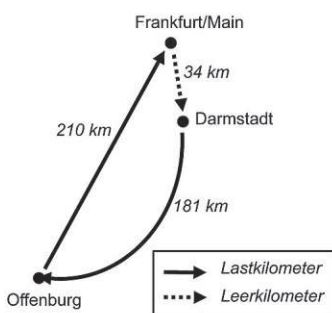


Abb. 5.1-1: Last- und Leerkilometer im Straßengüterverkehr (Beispiel)

Diese noch vergleichsweise günstige Konstellation kann sich durch mehrere Umstände verschlechtern und so zu einem höheren Anteil an Leerkilometern führen:

- Für den in obigem Beispiel dargestellten Lkw findet sich keine Rückladung nach Offenburg, sondern nur bis Karlsruhe und/oder
- die für die Rückbefrachtung vorgesehene Ladung lastet den Lkw nicht vollständig, sondern nur teilweise aus.

Mit den auf diese Weise anfallenden Leerkilometern und Auslastungsdefiziten sind nicht nur zusätzliche Belastungen für Verkehrslage und Umwelt verbunden, sondern auch wirtschaftliche Konsequenzen für den Transportunternehmer: Da er von seinen Auftraggebern üblicherweise nur für diejenigen Strecken entlohnt wird, auf denen er Ladung transportiert (Lastkilometer), verursachen ihm die Leerkilometer Kosten, denen keine Umsätze entgegenstehen.

Von daher wird es das ökonomische (und ökologische) Interesse jedes Transportanbieters sein, die Leerfahrten, die ihm entstehen, möglichst zu vermeiden oder zu reduzieren. Warum dies oft nicht gelingt und es daher wirtschaftsweit zu einem Leerfahrtenanteil von mehr als 30 Prozent kommt, wird im folgenden Kapitel beleuchtet, in dem der Zusammenhang zwischen Mengenaufkommen und Leerfahrtenanteil innerhalb eines Transportsystems analysiert wird.

Mengen- und Netzwerkeffekte in Transportsystemen

Ein typischer Netzwerkeffekt, der auch beispielsweise von Marktplätzen und Auktionsanbietern im Internet bekannt ist, besteht darin, dass ein Netzwerk umso effizienter (und daher für die Nutzer umso wertvoller) ist, je mehr Anbieter und Nachfrager daran teilnehmen; die Firma Ebay wäre ein typisches Beispiel.

Dieser Effekt lässt sich auch in einem Transportnetzwerk beobachten: Je mehr Lkw und Kunden ein Transportunternehmen hat, desto größer sind seine Chancen, für einen Lkw, der an einem bestimmten Punkt eine Zustellung durchgeführt hat, eine möglichst gut passende Rückfracht zu finden. Die nachfolgende Simulation soll dies zeigen: In einer fiktiven Geografie werden per Zufallszahlengenerator die Koordinaten für eine bestimmte Zahl von Entladestellen und Ladestellen erzeugt. Die Entladestellen bilden hier logistische Quellen, an denen Lkw stehen und auf die Bedienung von Anschlussladestellen (logistischen Senken) warten. In dieser Weise werden in einer ersten Transportsituation drei solcher Quellen-Senken-Konstellationen, im zweiten Fall 30 dieser Konstellationen generiert.

Mit Hilfe eines algorithmenbasierten Optimierungsverfahrens wird nun die bestmögliche Zuordnung berechnet, nach der jedem Lkw eine Anschlussladung zugeordnet wird. Dies geschieht auf Basis des *klassischen Transportproblems*, eines Sonderfalls der Linearen Optimierung.

Das Transportproblem geht von m Lieferanten aus, die n Empfänger zu beliefern haben. Jeder Lieferant verfügt über eine bestimmte Liefermenge; jeder Empfänger hat eine bestimmte Bedarfsmenge.

Für jede Lieferanten-Empfänger-Beziehung existiert ein Kostensatz, um die Transporte vom Ort eines Lieferanten zum Ort eines Empfängers abzubilden. Mit dem Transportmodell können die transportkostenminimalen Lieferbeziehungen ermittelt werden.

Übertragen auf den vorliegenden Fall des Leerfahrtenproblems wären die Entladestellen gleich den Lieferanten (dort stehen die leeren Lkw, also die „Lieferanten“ von Frachtraum), die Anschlussladestellen gleich den Empfängern (dies sind die Bedarfsträger, also die „Empfänger“ in Bezug auf den Frachtraum). Von einer Entladestelle zu einer Anschlussladestelle ist jeweils eine bestimmte Distanz zurückzulegen.

Diese Distanzen werden auf Basis der Luftlinienentfernung bzw. der *Euklidischen Entfernungen* berechnet. Bei dieser Art von Berechnung wird der Satz des Pythagoras ($a^2 + b^2 = c^2$) angewandt und die gesuchte Entfernung zwischen zwei Punkten A und B anhand der Koordinaten und der Formel

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

berechnet.

Wie der Satz des Pythagoras für die Ermittlung von Luftlinienentfernungen genutzt werden kann, zeigt Abbildung 5.1-2. Gesucht wird die Entfernung zwischen den Punkten A (Koordinaten (1, 1)) und B (Koordinaten (5, 4)). Diese Strecke entspricht der Hypotenuse des rechtwinkligen Dreiecks ABC bzw. der Strecke c in der Abbildung. Die Entfernung wird in diesem Fall mit der Formel berechnet.

$$AB = \sqrt{(5-1)^2 + (4-1)^2}$$

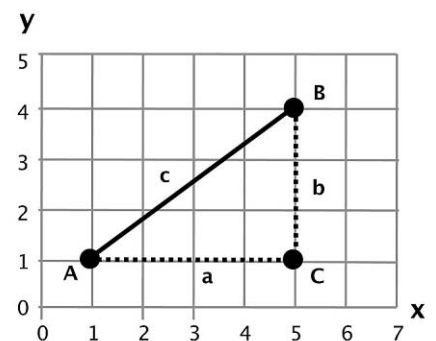


Abb. 5.1-2: Entfernungsberechnung auf Basis von Euklidischen Distanzen

Auf Basis dieser Überlegungen lässt sich nun das Transportmodell zum Leerfahrtenproblem aufstellen. Die Lieferanten i im Transportmodell sind die leeren Lkw ($i = 1, \dots, m$); die Empfänger j sind die Anschlussladestellen, die von den Lkw anzufahren sind ($j = 1, \dots, n$). Die Angebotsmenge eines Lieferanten (a_i) beträgt 1; ebenso die Bedarfsmenge eines Empfängers (b_j).

Die Entscheidungsvariablen x_{ij} stellen die Menge dar, die der Lieferant i an den Empfänger j liefert. Diese Menge kann den Wert 1 (Lieferbeziehung kommt zustande) oder den Wert 0 (Lieferbeziehung kommt nicht zustande) annehmen.

Jede potenzielle Lieferanten-Empfänger-Beziehung wird mit einem Kostensatz (c_{ij}) bewertet. Im vorliegenden Modell entspricht dieser Kostensatz der oben berechneten Luftlinienentfernung zwischen Lieferant und Empfänger.

Zielfunktion und Nebenbedingungen des Transportmodells sind in Abbildung 5.1-3 dargestellt.

Das so aufgestellte mathematische Problem kann nun mit Hilfe einer Software zur Linearen Optimierung gelöst werden (entsprechende Softwareprodukte gibt es beispielsweise von Anbietern wie IBM, ILOG oder Lindo Systems).

Die Ergebnisse der Zuordnungen für die beiden Transportsituationen mit drei und mit 30 Quellen-Senken-Konstellationen sind in Abbildung 5.1-4 (auf der folgenden Seite) dargestellt.

Es zeigt sich bereits in der grafischen Darstellung, dass im ersten Fall – drei Entladestellen und drei Anschlussladestellen, oberer Teil von Abbildung 5.1-4 – alle Fahrzeuge relativ weite Entfernungen zurücklegen müssen, um von einer Entladestelle zu einer passenden Anschlussladestelle zu gelangen. Im Fall der 30 Lkw und 30 Anschlussladungen (unterer Teil von Abbildung 5.1-4) finden sich zwar auch einige ungünstige Zuordnungen, wo einzelne Lkw lange Strecken zurücklegen müssen. Anders als im Fall der drei Ladestellen kommen hier aber auch viele günstige Zuordnungen zustande, bei denen nur wenige Leerkilometer anfallen. Das rechnerische Ergebnis bestätigt dies: Die durchschnittliche Zahl der Leerkilometer ist bei den 30 Zuweisungen weniger als halb so groß wie im anderen Fall (15 versus 36 Kilometer). Das Problem des hohen Leerfahrtenanteils wird damit deutlich reduziert.

Würden anstatt 30 Ladungen wie im zweiten Fall der Simulation nun 300 oder gar 3.000 Ladungen einer jeweils ebenso großen Zahl an Lkw zuzuordnen sein, so würden sich die durchschnitt-

lichen Distanzen zur nächsten Ladestelle noch mehr verringern und sich das Verhältnis zwischen Last- und Leerkilometern noch weiter verbessern.

Aus diesem Ergebnis resultiert aber zugleich das Problem der meisten deutschen Transportunternehmen im Straßengüterverkehr: In diesem Markt dominieren kleine und kleinste Unternehmen; 85 Prozent aller Unternehmen verfügen über lediglich 10 Lkw oder weniger. Großunternehmen wie etwa die Firma Willi Betz mit einem Fuhrpark von ca. 2.500 Lkw bilden da die Ausnahme.

Für Unternehmen mit einer geringen Betriebsgröße, wie dies auf die Mehrzahl der deutschen Transportunternehmen zutrifft, sind die beschriebenen Mengeneffekte aus eigener Kraft jedoch nicht erreichbar. Im folgenden Kapitel wird darauf eingegangen, welche Optionen sich für die Anbieter verschiedener Größe bieten, um ihre Leerfahrtenanteile zu reduzieren und somit im Markt erfolgreicher zu agieren.

Reduzierung von Leerfahrten durch Mengeneffekte – für kleine Transportanbieter realistisch?

Wie die Berechnungen im vorherigen Abschnitt gezeigt haben, ist im Transportmarkt derjenige Anbieter im Vorteil, der über größere Lkw- und Kunden-

Zielfunktion:	$K = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \Rightarrow \text{Min.}!$
Nebenbedingungen:	
Angebotsausschöpfung	$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, \quad i = 1, 2, \dots, m$
Bedarfssicherung	$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, \quad j = 1, 2, \dots, n$
Bilanzbedingung	$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$
Nicht negativitätsbedingung	$\forall x_{ij} \geq 0$

Abb. 5.1-3: Transportmodell für das Leerfahrtenproblem

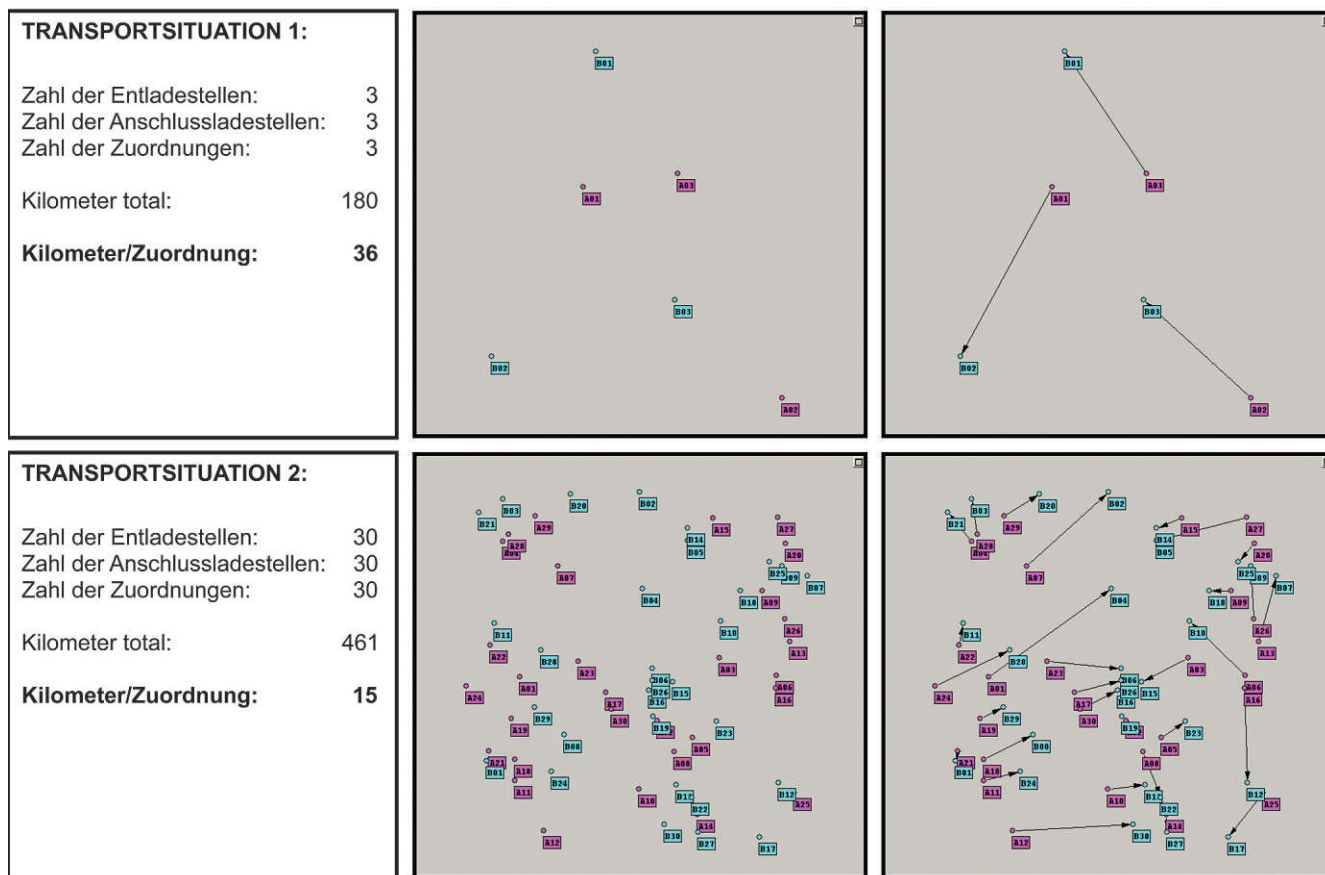


Abb. 5.1-4: Ergebnisse der Simulation zweier Transportsituationen: Leerkilometer bei 3 Zuordnungen und 30 Zuordnungen

zahlen verfügt, da er deutlich bessere Chancen als ein kleiner Anbieter hat, eine hohe „Passigkeit“ von Angebot und Nachfrage nach Frachtraum zu erreichen.

Große Transportanbieter in den USA haben dies bereits in den 1980er Jahren erkannt und mit dem Aufbau gigantischer Lkw-Flotten von zwischen 10.000 und 20.000 Fahrzeugen reagiert. Dort werden Lkw-Ladungstransporte in einer hocheffizienten, weil massenhaften und standardisierten Weise durchgeführt. Auch die Top-Player in Europa nutzen die dargestellten Mengen- und Netzwerkeffekte und treiben die „Industrialisierung“ ihrer Transportdurchführung voran.

Für die kleinen und mittelständischen Unternehmen jedoch, die in Deutschland bei weitem den größten Teil aller Transportanbieter ausmachen, bleibt als Alternative die *Kooperation*, um in einem Zusammenschluss von 30, 40 oder mehr Kooperationspartnern eine Flottenstärke und eine Kundenzahl zu erreichen, die denjenigen der Großen im Markt ebenbürtig ist.

Ein erstes Beispiel für eine solche Kooperation liefert die 2006 gegründete Firma ELVIS (Europäischer Ladungs-Verbund Internationaler Spediteure AG). Mit derzeit 55 beteiligten Partnern unterhält dieser Verbund eine Flotte von 4.350 Lkw.

Kooperationen dieser Art würden für kleinere Unternehmen eine Möglichkeit sein, ein Gebiet wie Deutschland effizient und flächendeckend zu bedienen und somit konkurrenzfähig gegenüber den großen Anbietern zu werden. Fragen, die in einem solchen Kooperationsverbund freilich beantwortet werden müssen, stellen sich in puncto Vertrauen und Kundenschutz sowie der gegenseitigen Leistungsverrechnung.

In anderen Subsegmenten des Logistikmarkts, nämlich dem Markt der Stückgut- und dem der Pakettransporte, agieren ähnliche Kooperationen, wie zum Beispiel die Firmen IDS oder Cargo Line, bereits seit langem erfolgreich im Markt und zeigen, dass Antworten auf diese Fragen grundsätzlich möglich sind.

Referenzen

- [1] Müller S., Klaus P.: Die Zukunft des Ladungsverkehrs in Europa: Ein Markt an der Schwelle zur Industrialisierung? Hamburg, Deutscher Verkehrs-Verlag, 2009
- [2] Feige D., Klaus P.: Modellbasierte Entscheidungsunterstützung in der Logistik. Hamburg: Deutscher Verkehrs-Verlag, 2008
- [3] Bundesverband Güterkraftverkehr Logistik und Entsorgung (BGL) e.V. (Hrsg.): Verkehrswirtschaftliche Zahlen 2007/2008. Frankfurt: BGL, 2009
- [4] Verkehr in Zahlen 2008/2009. Hamburg: Deutscher Verkehrs-Verlag, 2008

Agentenbasierte Transportoptimierung

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

Badstraße 24
77652 Offenburg
Tel.: 0781 205-258
E-Mail: klaus.dorer@fh-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: Transportoptimierung, Künstliche Intelligenz

5.2 Agentenbasierte Transportoptimierung

Prof. Dr. rer. nat. Klaus Dorer

Abstract

This article is an overview of the freight logistics problem that is approached by the 'Attractive' research project currently running in the IAF. It introduces agent-based systems in general, the freight transportation domain and agent-based transport optimization with a special focus on heterogeneous fleets that are currently under investigation. Previous results with homogeneous fleets promise to achieve significant cost savings also in the heterogeneous domain.

Einleitung

Deutschland hat nicht zuletzt durch seine zentrale Lage eine führende Rolle im Bereich der Transportlogistik in Europa übernommen. Allerdings stehen die großen Logistikunternehmen in den letzten Jahren zunehmend vor neuen Herausforderungen. Zum einen steigt die Menge zu transportierender Güter jährlich, zum anderen entstanden durch Verschmelzungen großer Logistikunternehmen wie z. B. Deutsche Post, Danzas und Exel, UPS und Fritz riesige Fahrzeugflotten, deren effiziente Planung die Unternehmen vor enorme Probleme stellt. Die einzige Möglichkeit, diese meist heterogenen, also aus vielen verschiedenen Verkehrsmitteln bestehenden Flotten mit herkömmlichen Mitteln effizient zu planen, ist die Aufteilung in (regionale) Geschäftsbereiche.

Dadurch können viele Synergieeffekte nicht genutzt werden, was unter ande-

rem zu unnötig hohen Transportkilometerleistungen und Leerfahrten führt. Mit Hilfe agentenbasierter Systeme können heute schon Kosteneinsparungen von 3 – 6 % bei homogenen Verkehrsmitteln erzielt werden. Das Einsparpotenzial dürfte bei heterogenen Flotten ähnlich hoch, wenn nicht noch etwas höher sein. Allerdings liefern derzeit agentenbasierte Systeme für heterogene Flotten noch keine zufriedenstellenden Ergebnisse. Durch die Kombination der beiden vorrangig für die Transportoptimierung eingesetzten Techniken agentenbasierte (bottom-up) Optimierung und der klassischen (top-down) Optimierung soll auch das Einsparpotenzial von heterogenen Flotten realisiert werden. Diese Optimierung ist Gegenstand des Attractive Forschungsprojekts, das von August 2009 bis Juli 2012 im Rahmen des Programms ingenieurNachwuchs gefördert wird.

Multi-Agenten-Systeme

Wenngleich sich in der einschlägigen Literatur bisher keine eindeutige, allseits akzeptierte Begriffsdefinition durchgesetzt hat, besteht unter Experten doch weitgehende Einigkeit darin, dass es sich bei „Software-Agenten“ um konfigurierbare, verteilte, aktive (mit eigenem Thread of Control ausgestattete) Software-Komponenten handelt, die zumindest über folgende Eigenschaften verfügen müssen:

Autonom: selbstständig, d. h. ohne Benutzer-Intervention die zur Zielerreichung bestgeeigneten Maßnahmen zu bestimmen sowie deren Durchführung zu initiieren und gegebenenfalls zu überwachen.

Kollaborativ: Gestellte Aufgaben werden durch Kommunikation und Zusammenarbeit mit anderen Agenten kollektiv gelöst. Die Systemintelligenz eines solchen Multi-Agenten-Systems übertrifft dabei in der Regel die Intelligenz des einzelnen Agenten.

Adaptiv: die Fähigkeit, Umweltveränderungen zeitnah zu erkennen (oder gar zu antizipieren), zu analysieren und durch geeignete Maßnahmen darauf zu reagieren.

Weitere mögliche Eigenschaften sind:

Situiertheit, also das Eingebettetsein in eine Systemumgebung, die direkt wahrgenommen wird und durch Aktionen des Agenten verändert werden kann.

Mobilität, also die technische Fähigkeit, sich (das Software-Programm!) zwischen Rechnern frei zu bewegen.

Proaktivität, also die Fähigkeit zur vorausschauenden Planung und Handlung.

Generell gilt, je mehr dieser Eigenschaften ein Software-System hat, desto eher wird man es als Multi-Agenten-System bezeichnen.

Multi-Agenten-Systeme werden seit Anfang der 90er Jahre untersucht und haben seit Anfang 2000 auch Einzug in industrielle Anwendungen gehalten. Der Anwendungsbereich reicht dabei von der Informationssuche im Internet, e-Commerce, der Optimierung von Abläufen in der Automatisierungstechnik und Logistik (siehe nächster Abschnitt) bis hin zur Simulation menschlichen

Schwarmverhalten in Paniksituationen zur Verbesserung von Fluchtwegen und Sicherheitseinrichtungen in großen Hallen und Stadien. Besonders bekannt ist auch die Anwendung von Multi-Agenten-Systemen im RoboCup, bei dem intelligente autonome Agenten und Roboter Fußball spielen.

Transportoptimierung

Ausgehend vom klassischen Traveling-Salesman-Problem (TSP) wurden die Formulierungen von Transportproblemen in den letzten 50 Jahren fortlaufend erweitert, um realistische Transportprobleme modellieren und lösen zu können und der Fortentwicklung moderner Logistik Rechnung zu tragen. Man spricht heute vom R/T mPDPSTW mit folgenden Komponenten:

R/T (Real Time): Die Optimierung soll in Echtzeit erfolgen. Zielfunktion ist also nicht nur die Ergebnisqualität, sondern auch die Zeit, in der das Ergebnis erreicht wurde. Immer kürzere Vorlaufzeiten machen es z. B. nötig, dass neue Aufträge unmittelbar verplant werden und unvorhergesehene Ereignisse wie Auftragsänderungen und Verzögerungen durch Staus usw. unmittelbar zu Änderungen des Transportplans führen. Echtzeitfähige Systeme sollen daher in der Lage sein, nicht mehr als klassische Batch-Optimierung über Nacht zu laufen, sondern interaktiv von Benutzern bedient zu werden. Üblicherweise gelten Antwortzeiten von wenigen Sekunden bei dieser Art von Echtzeitsystemen als akzeptabel.

mPDP (multiple Pick up and Delivery Problem): Im Gegensatz zum Vehicle Routing Problem (VRP) müssen beim PDP Aufträge nicht von einem zentralen Lager ausgefahren oder zu einem zentralen Lager abgeliefert werden, sondern jeder einzelne Transportauftrag kann einen eigenen Abhol- und Lieferort haben. Beim 1PDP werden alle Aufträge von einem Lkw (teilweise nacheinander) transportiert, beim mPDP wird der Transport durch eine Flotte von Lkws durchgeführt. Die Lkws haben in klassischen Formulierungen des Problems lediglich eine Kapazitätsbegrenzung. Für realistische Transportoptimierung müssen zudem Gewichts- und Volumenbeschränkungen, die gesetzlichen Fahrzeitbeschränkungen sowie Zusammenladungsverbote berücksichtigt werden.

STW (Soft Time Windows): Die Abholung und Lieferung der Aufträge müssen innerhalb eines bestimmten Zeitfensters erfolgen. Allerdings ist die strikte Einhaltung dieser Zeitfenster oft zu praxisfern. Daher erlaubt man mit „weichen“ Zeitfenstern, die vorgegebenen Zeiten leicht zu unter- oder überschreiten, wenn sonst unverhältnismäßig hohe Kosten entstehen würden.

Die Lösungsansätze derartiger Transportprobleme lassen sich in zwei Klassen aufteilen: exakte Ansätze und heuristische Ansätze.

Lange Zeit wurden Probleme der Ressourcenallokation, Produktions- und Transportplanung durch exakte Ansätze mathematischer Optimierung wie linearer Programmierung, dynamischer Programmierung und branch and bound gelöst. Übersichten über verschiedene Formulierungen von Transportproblemen und deren Lösungen geben. Diese Verfahren haben den Vorteil, dass meist optimale Lösungen gefunden werden. Die Hauptnachteile dieser Art der Optimierung sind, dass sie einerseits lange Rechenzeiten erfordern und somit nicht im Bereich der Planung in Echtzeit eingesetzt werden können, also nicht flexibel auf Änderungen wie Staus, Auftragsänderungen usw. reagieren können, andererseits bei der Größe heutiger Fahrzeugflotten großer Logistikunternehmen nicht mehr effizient berechnet werden können. Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass die Formulierung von Randbedingungen nicht trivial ist. Vielen der in Forschungspapieren veröffentlichten Modelle fehlen daher Randbedingungen wie gesetzliche Fahrzeitregelungen oder Zusammenladeverbote, die für die Erzeugung praxistauglicher Transportpläne nötig sind. Demgegenüber bieten heuristische Ansätze zur Lösung von Transportproblemen keine Garantie für die Optimalität einer gefundenen Lösung. Sie lassen sich einteilen in Dekompositionsheuristiken, Einfügeheuristiken und Verbesserungsheuristiken. Dekompositionsheuristiken versuchen durch regionale Gliederung der Aufträge (Clustering) das Gesamtproblem in kleinere Teilprobleme zu unterteilen. Einfügeheuristiken lösen ein Transportproblem durch inkrementelles Hinzufügen von Transportaufträgen zum bestehenden Plan. Verbesserungsheuristiken versuchen durch (kleine) Ände-

rungen einen bestehenden Plan zu verbessern. Und ebenso kommen Metaheuristiken wie Tabu-Suche oder Simulated Annealing zum Einsatz. Eine Übersicht über heuristische Verfahren zur Transportoptimierung liefern. Der im Folgenden dargestellte agentenbasierte Ansatz zur Transportoptimierung gehört in diese Kategorie der heuristischen Optimierungsmethoden.

Agentenbasierte Transportoptimierung

Bereits Mitte der 90er Jahre wurde die prinzipielle Eignung agentenbasierter Systeme für die Transportoptimierung aufgezeigt und deren Vorteile gegenüber klassischen Planungssystemen hervorgehoben. Eine Übersicht über die Forschung zu agentenbasierten Systemen in der Transportoptimierung liefert. In den industriellen Einsatz in Europa kam die agentenbasierte Transportoptimierung ab 2004 durch die Firmen Whitestein (Donauessingen) mit dem Produkt LS/ATN, Magenta (London) mit dem Produkt i-Scheduler und AntOptima (Lugano) mit dem Produkt AntRoute. Agentenbasierte Transportoptimierung verknüpft Einfüge- und Verbesserungsheuristiken mit der für Multi-Agenten-Systeme typischen Verteilung der Aufgaben auf autonome Einheiten, den Agenten. Ein typischer Ablauf einer solchen Optimierung ist in Abbildung 5.2-1 dargestellt. Jeder Lkw sei im System durch einen Agenten repräsentiert. Auftrag 1 wird in das System eingegeben. Jeder Lkw-Agent gibt ein Gebot für den Transport des Auftrags ab, der den zusätzlichen Kosten entspricht, die entstehen, wenn der Lkw den Auftrag transportieren würde. Lkw 1 ist näher beim Abholort, kann daher ein günstigeres Gebot abgeben und erhält den Auftrag zugeteilt (Abbildung 5.2-1). Auch für Auftrag 2 kann Lkw 1 ein günstigeres Angebot abgeben, da er zwar weiter vom Abholort entfernt ist, aber bereits den gemeinsamen Lieferort der Aufträge 1 und 2 anfährt und somit geringere zusätzliche Kosten aufweist (Abbildung 5.2-2). Für Auftrag 3 kann Lkw 2 ein günstigeres Angebot abgeben, da wir hier davon ausgehen, dass, bedingt durch Kapazitätsbeschränkung, nicht alle drei Aufträge gleichzeitig transportiert werden können und somit Lkw 1 erst nach der Lieferung von Auftrag 1 und 2 Auftrag 3 abholen könnte (Abbildung 5.2-3). Für Auftrag 4 wird ebenfalls Lkw-Agent 2 das günstigere Angebot abgeben

können, da die zusätzliche Fahrstrecke zur Abholung von Auftrag 4 kürzer ist als eine zusätzliche Fahrt von Lkw 1 (Abbildung 5.2-4). Dieser Prozess der fortgesetzten Anwendung von (verteilten) Einfügeheuristiken führt offensichtlich zu einer suboptimalen Lösung des Transportproblems. Daher unterhalten alle Lkw-Agenten untereinander Kommunikation über mögliche Verbesserungen durch Auftragstausch. So stellen Lkw-Agent 1 und 2 fest, dass durch Tausch der beiden Aufträge 2 und 3 beide Agenten ihre Kosten senken könnten (Abbildung 5.2-5) und erreichen damit kostenoptimale Transportpläne (Abbildung 5.2-6). Ähnliche Verbesserungen können auch durch die Übergabe einzelner Aufträge von einem Lkw zu einem anderen oder den Tausch mehrerer Aufträge gleichzeitig bewerkstelligt werden, wobei die Zahl der zu prüfenden Kombinationen mit der Anzahl Aufträge exponentiell wächst.

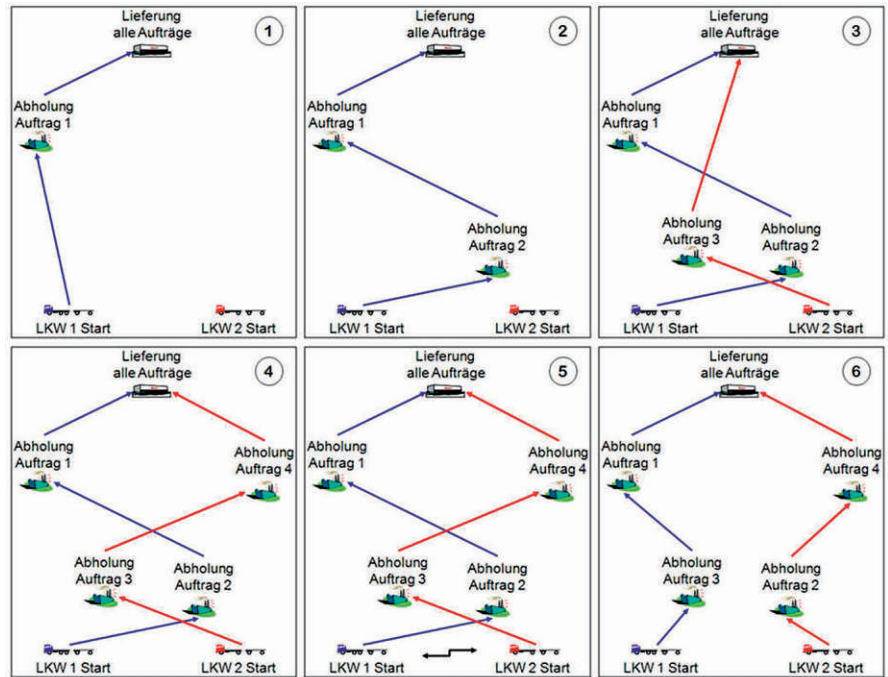


Abb. 5.2-1: Ablauf einer agentenbasierten Transportoptimierung zweier homogener Lkw

Im dargestellten Beispiel profitieren beide Lkw-Agenten von dem Auftrags-tausch. Dieser könnte also auch auf einer gemeinsamen Agentenplattform mehrerer Unternehmen zwischen Lkws verschiedener Unternehmen stattfinden. Für Lkws gleicher Unternehmen lässt man darüber hinaus den Tausch von Aufträgen auch dann zu, wenn nur einer der beiden Lkws profitiert, in Summe für das Unternehmen aber ein besserer Plan entsteht.

Diese Art der agentenbasierten Transportoptimierung funktioniert im Prinzip auch für heterogene Flotten. Allerdings bleiben die Optimierungsergebnisse hinter dem menschlicher Disponenten zurück. Das liegt im Wesentlichen daran, dass eine frühe Entscheidung für einen Lkw sich im Nachhinein als ungünstig herausstellen, aber durch Tausch zweier Aufträge nicht mehr repariert werden kann.

Abbildung 5.2-2 erläutert das Problem anhand eines Szenarios im Geschäftsbereich Full-Truck-Load (FTL), in dem lediglich die gefahrenen Leerkilometer optimiert werden können. Auftrag 1 wird dem nächstliegenden Lkw 17 zugewiesen, der maximal 17 Tonnen laden kann. Auftrag 2 wird Lkw 24 zugewiesen, der entsprechend 24 Tonnen laden kann. Ebenso Auftrag 3 und 4. Auftrag 5 würde streckentechnisch zu Lkw 17 pas-

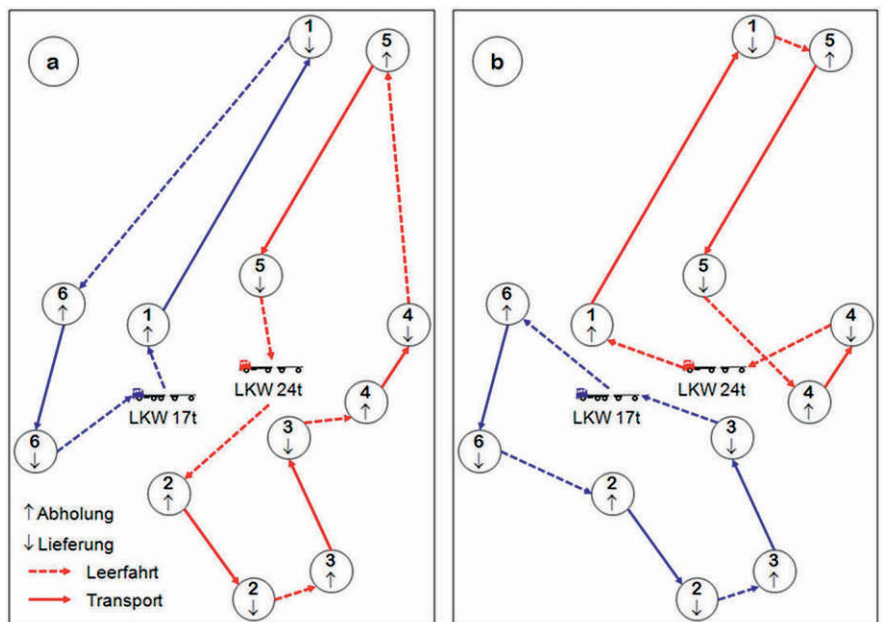


Abb. 5.2-2: Suboptimale Optimierung des Multi-Agenten-Systems bei heterogenen Lkws (a) und Vergleichsergebnis der manuellen Disposition (b)

sen, sei aber ein 23-Tonnen-Auftrag. Der Agent von Lkw 17 kann also kein Gebot abgeben, der Auftrag fällt Lkw 24 zu. Ein Verschieben von Auftrag 1 zum Lkw 24 ist aus fahrzeittechnischen Gründen nicht möglich. Ebenso kann kein Tausch etwa von Auftrag 1 und 2 oder 3 durchgeführt werden. Die gefundene Lösung hat um 30 % mehr Leerkilometer als die Lösung, die ein Disponent findet.

In diesem zur Illustration einfach gehaltenen Beispiel könnte durch den gleich-

zeitigen Tausch zweier Aufträge (1 mit 2 und 3) die bessere Lösung gefunden werden. In realistischen Szenarien mit Tausenden Aufträgen gibt es jedoch entsprechend häufig Konstellationen, in denen nur der Tausch von drei oder mehr Aufträgen zu Verbesserungen führt, was nicht mehr effizient berechenbar ist.

Das Problem ist, dass durch das Verauktionieren einzelner Aufträge bereits früh eine Entscheidung für einen speziellen Lkw getroffen wird, die später unter Um-

ständen nicht mehr repariert werden kann. Es fehlt beim Zuordnen der Aufträge die vorausschauende Planung auf mögliche Folgeaufträge, die unter der Annahme homogener Lkws nicht nötig ist. Diese könnte erreicht werden, indem die agentenbasierte Optimierung mit klassischen Planungsverfahren kombiniert werden. Dazu ist es voraussichtlich nötig, die Logik der agentenbasierten Optimierung umzukehren und anstatt Lkws für Aufträge besser Aufträge für Lkws zu suchen. Diese Suche könnte dann unter Verwendung klassischer Methoden der Transportoptimierung erfolgen. Der zweite Optimierungsschritt, die Kommunikation der Agenten untereinander, bliebe unverändert.

Im Bereich der Ressourcenallokation konnten bereits vielversprechende Ergebnisse durch die Kombination von agentenbasierter und traditioneller Optimierung erzielt werden. In jüngste Arbeiten dieser Autoren wurde auch die Anwendbarkeit agentenbasierter Systeme auf Intermodalverkehre demonstriert. Auch diese Autoren nennen „die Integration von fortgeschrittenen Optimierungsalgorithmen in die Agenten“ als ersten noch zu untersuchenden Punkt. Allerdings ist das simulierte Szenario regional stark begrenzt, und es wurden keine Angaben über die Anzahl simulierter Fahrzeuge und Aufträge gemacht.

Ergebnisse

Das Projekt Attractive befindet sich derzeit noch in der Implementierung des Modells. Es liegen daher noch keine Ergebnisse vor. Allerdings gibt es Ergebnisse früherer Arbeiten zu agentenbasierter Transportoptimierung für die homogenen Lkw Flotten.

Im Zug einer Evaluation für ein großes europäisches Logistikunternehmen konnte anhand realer Daten gezeigt werden, dass bei der agentenbasierten Optimierung der homogenen Lkw-Flotte 8,3 % der Transportkilometer eingespart werden konnten. Die leer zurückgelegten Strecken (Leerkilometer) konnten von 18 % auf 10 % reduziert werden. Durch die Verwendung von Soft Time Windows (siehe oben) konnte darüber hinaus gezeigt werden, dass bei sogar etwas geringeren Transportkilometern die Zahl der mehr als 6 Stunden zu spät abgeholt bzw. gelieferten Aufträge

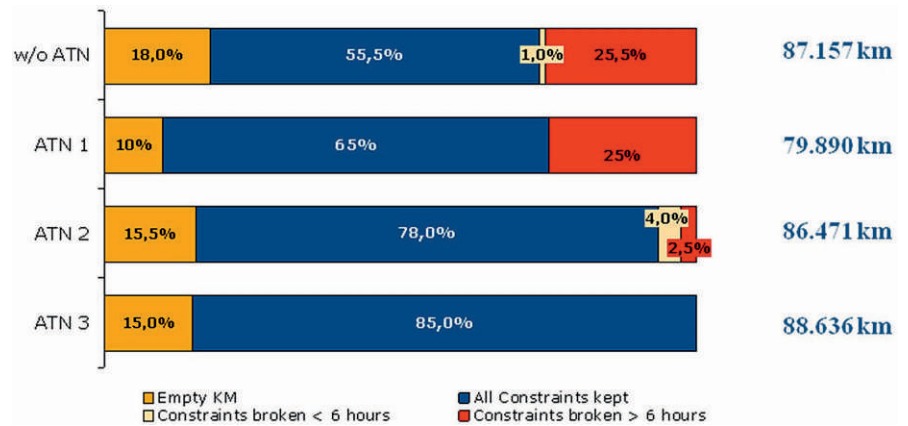


Abb. 5.2-3: Verbesserung der Transportkilometer und/oder Servicequalität durch agentenbasierte Transportoptimierung

Zielgröße	Einsparung (agentenbasiert)
Gesamtkosten	11.7%
Gefahrene Kilometer	4.2%
Verwendete Lkw	25.5%

Abb. 5.2-4: Einsparungen agentenbasierter Transportoptimierung gegenüber manueller Disposition bei homogenen Lkws

von 25,5 % auf 2,5 % reduziert werden konnte. Bei vollständiger Einhaltung der Lieferzeiten stiegen die Transportkilometer um lediglich 1,7 % bei deutlich höherer Servicequalität (siehe Abbildung 5.2-3).

Bei einem anderen europäischen Logistikunternehmen wurden bei der Optimierung realer Transportaufträge 11,7 % Kosten eingespart im Vergleich zum tatsächlich gefahrenen Transport. Die Kostenersparnis ergab sich durch 4,2 % geringere Transportkilometer, 2,2 % durch eine Erhöhung der günstigeren Anschlussverkehre und der Rest durch Einkauf von Lkws in günstigeren Regionen. Die Anzahl der insgesamt eingesetzten Lkws wurde um 25,5 % reduziert (siehe Abbildung 5.2-4).

Die Hoffnung ist, dass im Zug des Attractive-Projekts ähnliche Einsparungen im Bereich inhomogener Lkw Flotten erzielt werden können. Erste Ergebnisse sind im 3. Quartal 2010 zu erwarten.

Referenzen

Der Originalbeitrag enthält 25 Referenzen. Zu weiteren Auskünften treten Sie bitte mit dem Autor in Verbindung.

Neue Möglichkeiten in der Produktentwicklung durch 3D-Drucken und 3D-Scannen

Prof. Dr.-Ing. Stefan Junk

Fakultät Betriebswirtschaft und Wirtschaftsingenieurwesen (B+W)

Campus Gengenbach

Klosterstraße 14

77723 Gengenbach

Tel. (0 78 03) 96 98-44 21

E-Mail: stefan.junk@fh-offenburg.de

1971: Geboren in Wadern

Ausbildung zum Werkzeugmechaniker bei DIEHL, Mariahütte

1999: Diplom-Ingenieur Konstruktions- und Fertigungstechnik, Universität des Saarlandes

2003: Promotion über „Inkrementelle Blechumformung“ bei Prof. Hirt, heute RWTH Aachen

2004 – 2008: Prozessentwicklung bei Eberspächer Abgastechnik, Neunkirchen

2008: Professur für Computer Aided Engineering CAE und Maschinenelemente

Forschungsgebiete: Produktentwicklung, Rapid Prototyping, Rapid Tooling



5.3 Neue Möglichkeiten in der Produktentwicklung durch 3D-Drucken und 3D-Scannen

Prof. Dr.-Ing. Stefan Junk

Abstract

3D colour printing (3DP) provides an early-stage modelling solution that not only allows the geometry to be described but also allows the texture of a surface to be shown. The integration of this functional information is very important to understand the technical principle of new products. This allows the function of an assembly to be checked immediately after the 3D printing process and the product to be optimised. A new approach uses the 3DP-technology for the production of thermoforming molds as well, and offers many new possibilities in producible geometries, and in manufacturing time and costs. The use of 3D-scanners offers the opportunity to generate 3D-Data not only in CAD-Software but from a wide variety of different objects.

Rapid-Technologien in der Produktentwicklung

Die Produktentwicklung hat sich in den letzten 20 Jahren drastisch geändert. Sichtbares Zeichen dieser Entwicklung ist der Einsatz von Computer Aided Engineering (Rechnerunterstützte Entwicklung), das heute in allen mittleren und großen Unternehmen angewendet wird [1].

Mithilfe von modernen Softwarepaketen, wie z. B. CATIA V5 von dem franzö-

sischen Anbieter Dassault Systèmes, können nicht nur neue Produkte am Rechner im dreidimensionalen Raum entworfen und die benötigten Zeichnungen sowie Stücklisten abgeleitet werden. Darüber hinaus bieten diese Pakete auch viele Möglichkeiten zur Bewertung und Optimierung der entworfenen Produkte. So können z. B. einfache Festigkeitsuntersuchungen mithilfe von integrierten Simulationswerkzeugen auf Basis der Finite-Elemente-Methode FEM durchgeführt werden.

Auch das Anbinden an die Fertigung ist mit diesen modernen Programmen möglich. So werden Module zur Erzeugung der Werkzeugpfade für Werkzeugmaschinen (Computer Aided Manufacturing, CAM) oder auch zur Planung und Optimierung von Fertigungsprozessen (Digitale Fabrik) angeboten.

Als Folge der 3D-Modelle, die heute bei der Produktentwicklung verwendet werden, haben sich seit Mitte der 1990er Jahre auch die Verfahren zur schnellen und direkten Umsetzung von virtuellen 3D-Daten in reale Modelle und Produkte sehr stark weiterentwickelt. Zu diesen Verfahren, die unter dem Schlagwort „Rapid Prototyping“ und „Rapid Tooling“ bekannt sind, zählen z. B. die Stereolithografie, das Laserintern oder auch das 3D-Drucken [2].

Diese Verfahren bieten zum einen die Möglichkeit, Ideen und Entwürfe schnell in reale Bauteile zu übersetzen und sie so „begreifbar“ zu machen. Dabei nutzt man insbesondere den Vorteil, dass für die Umsetzung keine speziellen Werk-

zeuge oder konventionelle Maschinen benötigt werden. Zum anderen eröffnen diese Verfahren, die in Regel generativ arbeiten, d. h. das Bauteil entsteht durch den Aufbau von vielen Schichten und nicht durch das Entfernen des nicht benötigten Materials, wie dies bei konventionellen Verfahren der Fall ist, eine neue, bisher unbekannte Bandbreite von möglichen Formen.

Rapid Prototyping durch 3D-Farbdrucken

Auf dem Campus Gengenbach ist seit Anfang 2009 ein 3D-Drucker im Einsatz. Dieser beruht auf einer Technologie, die ab 1994 am Massachusetts Institute of Technology MIT entwickelt wurde. Dabei wird zunächst eine Schicht aus losem Pulver mit einer Schichtdicke von ca. 0,1 mm aufgeschüttet. Darauf wird ähnlich wie bei einem handelsüblichen Tintenstrahldrucker farblosere Binder und Farbe aufgebracht. So entsteht Schicht für Schicht ein dreidimensionales Modell. In der Regel werden die Bauteile nach dem Drucken noch mit einem Harz infiltriert, um die Festigkeit und die Brillanz der Farben zu erhöhen.

Die Besonderheit dieses Verfahrens ist zum einen, dass der 3D-Drucker und das verwendete Material im Vergleich mit vielen anderen RP-Verfahren relativ günstig sind. Zum anderen bietet das 3D-Drucken eine breite Auswahl an Farben. Zusätzlich können mit wenig Aufwand auch Beschriftungen und Logos auf das Modell appliziert werden. Dadurch ist dieses Verfahren besonders für die Herstellung von Präsentationsmodellen geeignet. Einige typische Anwen-

dungsfelder sind z. B. die Herstellung von Modellen für Sportschuhe, Architekturmodelle oder Modelle von technischen Produkten.

Werden nicht nur Einzelteile, sondern ganze Baugruppen gemeinsam ausgedruckt, so „kleben“ diese nach dem Druck zusammen wie ein monolithischer Block. Aufgrund der geringen Auflösung des 3D-Druckers ist es heute nach Standard noch nicht möglich, eine Baugruppe zusammen auszudrucken, sodass sich die Bauteile einzeln bewegen lassen. Dies ist aber insbesondere dann erforderlich, wenn nicht nur die Geometrie, sondern auch die Funktion des Modells „begreifbar“ werden soll.

Deshalb wurde auf dem Campus Gengenbach das 3D-Drucken weiter entwickelt, sodass die Bauteile, die zusammen ausgedruckt werden, durch einen Spalt voneinander getrennt sind. Das lose Pulver muss nach dem Druckprozess entfernt werden, sodass die Bauteile dann beweglich sind. Dabei ist insbesondere auf die richtige Dimensionierung der Spaltbreite und die Zugänglichkeit zum Entfernen des losen Pulvers zu achten. Um diese Bedingungen zu erfüllen, kann es notwendig sein, die Geometrie der Baugruppe zu überarbeiten [3].

In Abbildung 5.3-1 ist ein Drosselventil zu sehen, das auch in der CAE-Ausbildung der Bachelor-Studenten zum Einsatz kommt. Durch entsprechende Bearbeitung der CAD-Daten konnte das vorher starre Modell zu einem funktionsfähigen Modell mit drehbarer Ventilplatte umgestaltet werden.

Neuer Ansatz zum Rapid Tooling

Über die klassische Anwendung des 3D-Druckens zur Herstellung von Präsentationsmodellen hinaus wurde das 3D-Druck-Verfahren am Campus Gengenbach auch zur Herstellung von Formen für das Thermoforming von Kunststofffolien weiterentwickelt.

Beim Thermoformen werden Kunststofffolien auf eine Temperatur von ca. 180°C erwärmt und dann über eine Form gezogen. Zusätzlich wird ein Vakuum gezogen, damit sich die Folie möglichst nahe an die Kontur der Form anlegt.

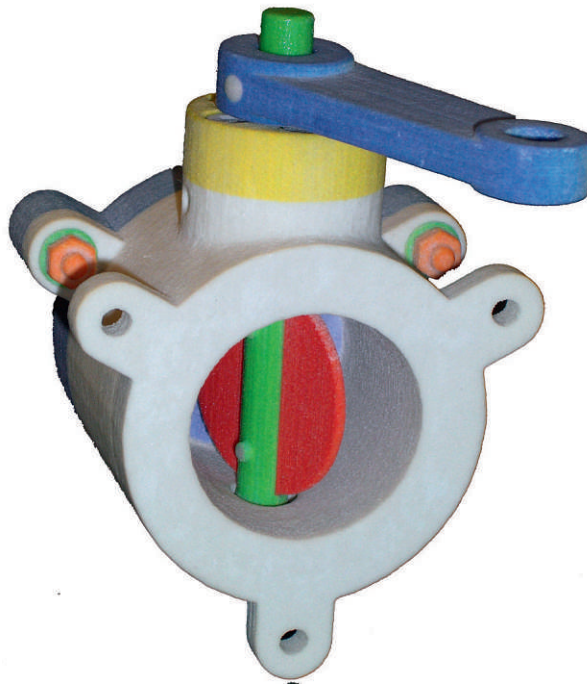


Abb. 5.3-1: Funktionsfähiges 3D-Farbmodell eines Drosselventils mit drehbarer Ventilplatte



Abb. 5.3-2: Formwerkzeug zum Thermoformen eines Automobilmodells („Schluckspecht“) (oben) und umgeformte Kunststoffolie

In einem ersten Versuch konnte ein Modell des „Schluckspechts“ von Prof. Dr.-Ing. Hochberg mithilfe einer Form aus dem 3D-Drucker hergestellt werden (siehe Abbildung 5.3-2). Hierbei konnte zum einen gezeigt werden, dass das Material des 3D-Modells für eine solche Belastung ausreichend ist. Zum anderen konnten die Vorteile des 3D-Druckens hinsichtlich des geringen Kosten- und

Zeitaufwands im Vergleich zur konventionellen Formherstellung (gefräste und gebohrte Formen aus Metall oder Holz) genutzt werden.

In einem aktuellen Projekt mit den Kollegen Prof. Dr. rer. nat. Vinke und Prof. Dr.-Ing. Hochberg wird der Einsatz der 3D-Drucktechnik fortgeführt. Dabei sollen insbesondere die Möglichkeiten zur

freien Gestaltung der Kanalverläufe und der Kanalformen, die beim Vakuumziehen erforderlich sind, untersucht werden.

Datenerfassung mithilfe von 3D-Scannern

In vielen Fällen sind aber am Anfang einer Produktentwicklung keine CAD-Daten vorhanden. Dies ist z. B. der Fall, wenn ein „Handmuster“ oder ein Lehmmodell eines neuen Produkts in der Versuchswerkstatt erstellt worden ist. Aber auch bei älteren Bauteilen sind oftmals keine 3D-Daten vorhanden (z. B. bei der Rekonstruktion von Oldtimern). In diesen Fällen kann mithilfe eines 3D-Scanners die Geometrie von realen Objekten erfasst werden.

Diese erfasste Geometrie kann als 3D-Scan mithilfe von speziellen Softwarepaketen in ein CAD-System überführt werden, um hier weiter bearbeitet zu werden. Selbstverständlich kann das Ergebnis des 3D-Scans auch direkt vom 3D-Drucker als reales Modell (Replikat) ausgedruckt werden.

Am Campus Gengenbach ist ein 3D-Scanner als Ergänzung zum bereits vorhandenen 3D-Drucker angeschafft worden. Anfang 2010 wird der Scanner in Gengenbach in Betrieb gehen. Wichtiger Vorteil dieses Scan-Systems gegenüber anderen – meist stationären Systemen – ist dabei seine Mobilität. Der Scanner ist nicht an die besonderen Bedingungen in einen Laborraum gebunden, sondern kann in einem handlichen Koffer an den Einsatzort transportiert werden. Beim Einsatz wird er mit der Hand geführt und die erfasste Geometrie wird direkt auf dem Bildschirm eines Laptops angezeigt (siehe Abbildung 5.3-3). Anschließend erfolgt die Aufbereitung der Daten. Dies ist notwendig, da der Scanner mehrere Ansichten des Bauteils aus unterschiedlichen Perspektiven erzeugt. Diese Ansichten müssen mithilfe einer Software miteinander verbunden werden. Dabei auftretende Lücken oder Überlappungen müssen sinnvoll geschlossen werden.

Zusammenfassung und Ausblick

Das 3D-Drucken bietet neue und preiswerte Möglichkeiten zur Herstellung von Präsentationsmodellen bereits in frühen Phasen der Produktentwicklung. Durch die Entwicklung des Verfahrens

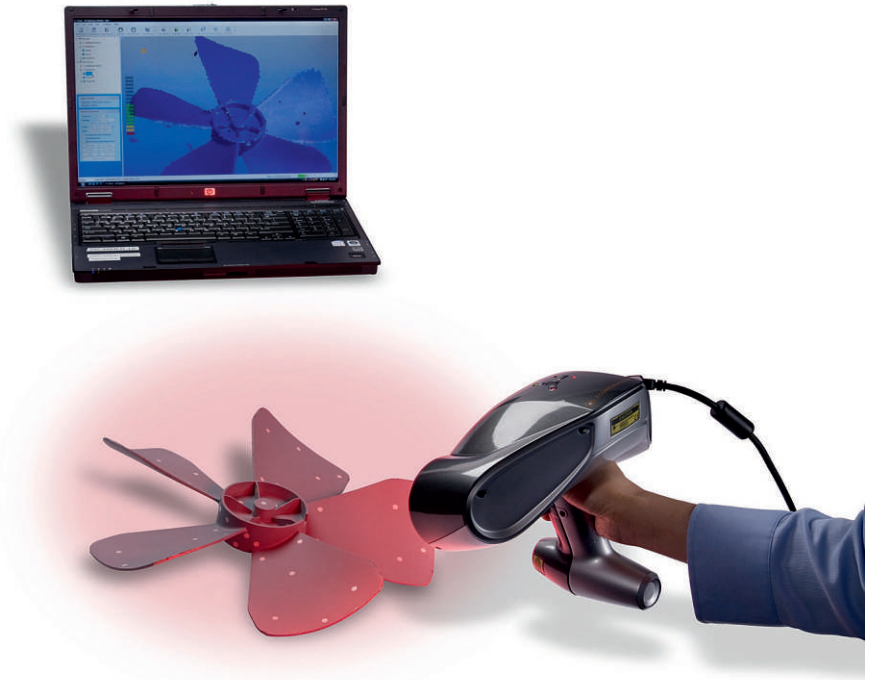


Abb. 5.3-3: Erfassen der Geometrie eines Bauteils mithilfe eines 3D-Handscanners (Quelle: ZCorporation)

zur Erstellung von Funktionsmodellen kann der Einsatzbereich des 3D-Druckens wesentlich erweitert werden.

Auch die neue Anwendung des 3D-Druckens zur Herstellung von Formwerkzeugen kann zur schnellen und kostengünstigen Umsetzung von Produktideen im Bereich Thermoforming genutzt werden.

Die Anschaffung des 3D-Scanners erweitert die Datenerstellung, die bisher auf Datenmodellen auf Basis von CAD-Software beschränkt war, wesentlich. Damit können auch Objekte, für die keine CAD-Daten vorhanden sind, geometrisch erfasst und später auch ausgedruckt werden.

Referenzen/References

- [1] Vajna S., Weber C., Bley H., Zeman K.: „CAX für Ingenieure - Eine praxisbezogene Einführung“, ISBN 978-3-540-36038-4, Springer, 2008
- [2] Gebhardt A.: „Generative Fertigungsverfahren: Rapid Prototyping – Rapid Tooling – Rapid Manufacturing“; ISBN 978-3-446-22666-1; Hanser Verlag, 2007
- [3] Junk S., Sämann-Sun J.: „Application of 3D-Printing for the rapid prototyping of functional models“; 4th International Conference on Advanced Research in Virtual and Rapid Prototyping (VRAP 2009), Leiria, Portugal, 6. – 10.10.2009

E-Publishing im Crossmedialzeitalter

Prof. Dr. Thomas Breyer-Mayländer
Dekan Fakultät Medien
und Informationswesen (M+I)

Badstraße 24
77652 Offenburg
Tel. 0781 205-134
E-Mail: breyer-maylaender@
fh-offenburg.de

1971: Geboren in Stuttgart
Studium Verlagswirtschaft und Verlagsherstellung an der Hochschule für Druck und Medien, Stuttgart: Dipl.-Wirt.-Ing. (FH), Aufbaustudium 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

Seit 2007: Dekan der Fakultät M+I

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 der Jury des Bayerischen Printmedien-Preises

Forschungsgebiete: Medienbetriebslehre, Medienmanagement, Unternehmenskommunikation, Organisationsstrukturen und Geschäftsmodelle im Mediensektor, Analyse von Off- und Online-Medien durch Blickaufzeichnung (Eyetracking)
Zahlreiche Veröffentlichungen zum Themenbereich Medien und Management

5.4 E-Publishing im Crossmedialzeitalter

Prof. Dr. Thomas Breyer-Mayländer

Abstract

The development of electronic book players led to a situation, where book, magazine and newspaper publishing has new opportunities to create products and business models. Another era of online-distribution of books could be the consequence of e-book hardware with better usability. For the periodicals there are new forms of paid content which could be realized by simple products on electronic book players or more complex applications on smart phones.

E-Publishing als technologiegetriebene Innovation?

Nachdem bereits in den 1990er Jahren elektronische Bücher wie das „Rocket E-Book“ aus dem Haus Bertelsmann propagiert wurden, war es einige Zeit ruhig geworden um diese neuen Formen des Präsentierens und Lesens von klassischen „Print“-Medien. Da seit 2008 jedoch mehrere einfach handelbare und



Abb. 5.4-1: I-PAD als multimediales Abspielgerät mit Multitouch-Screen, Quelle: Apple

halbwegs komfortable Abspielgeräte auch im deutschen Handel verfügbar sind, hat diese Innovation an Bedeutung gewonnen. Neben der Haptik war früher die erschwerte Lesbarkeit eines der großen Gegenargumente, da stets LCD-Bildschirmvarianten im Einsatz waren, die kein besonders angenehmes Lesen am Bildschirm gestatteten und zudem

die Laufzeiten eines auf Akkubetrieb eingestellten Lesegeräts begrenzten. Einen großen Aufschwung nahm die Diskussion über E-Bücher durch die Möglichkeit, elektronische Bücher über das Internet zu verbreiten. Jetzt war lediglich die mangelhafte Technologie der Reader noch ein Hindernis, an dem jedoch aus unterschiedlichen Richtungen des Ver-

lagswesens geforscht wurde und werden wird [1].

Hardwareinnovation als Voraussetzung

Interessant für alle, die sich intensiv mit dem Thema Marktperspektiven von E-Books befassen, ist die Tatsache, dass unter diesem Sammelbegriff keineswegs einheitliche Dinge verstanden werden [2]. Während die einen in diesem Zusammenhang an Softwarelösungen denken, die das Lesen von digitalisierten Buchseiten auf Laptops und anderen Hardwareeinrichtungen gestatten, gehen andere wiederum davon aus, dass es sich bei E-Books um digitalisierten Text und bei den dazugehörigen E-Book-Readern um die dazugehörige spezifische Hardware handelt. Im Sinn der aktuelleren wissenschaftlichen Darstellungen macht jedoch eine Gliederung Sinn, wonach unter E-Book das elektronisch aufbereitete Buch und unter einem E-Book-Reader das Hardware-Lesegerät für derartige Bücher zu verstehen sind. Die internationale Forschungsorganisation für Zeitungstechnik IFRA hatte bereits in den 1990er Jahren die Forschungsprojekte von Sony und Hilfe der sogenannten elektronischen Tinte Abspielvarianten für Periodika zu entwickeln. Dass die Zeiten der flimmernden Bildschirme überwunden sind, zeigte sich auf der Frankfurter Buchmesse 2008, als Amazon seinen Reader „Kindle“ vorstellte und damit massentaugliche Geräte mit neuer Technologie präsentiert wurden. Bei den Abspielgeräten neuerer Generation wird lediglich ein Ladungsbild angeordnet (eInk-Prinzip), mit dem die Schrift wiedergegeben wird. Es gibt somit bei einer Buchseite keine Bildwiederholfrequenz oder einen fortgesetzten Stromverbrauch [3]. Diese Art von Endgeräten wird von unterschiedlichsten Herstellergruppen entwickelt, produziert und angeboten. Derzeit sind alle Reader auch in der Lage, Informationen im Internet abzurufen, ob gleichzeitig jedoch eine Einwahl ins Telefonnetz möglich ist und wie stark die Vernetzung vonseiten der Hardware unterstützt wird, ist unterschiedlich. Solange proprietäre Formate eingesetzt werden, bestehen indirekte Netzeffekte bei der Vermarktung von E-Readern, da ein Kunde sich nach Möglichkeit für ein System entscheiden wird, für das auch ausreichend Content (z. B. Bücher, Zeitschriften, Zeitungen) angeboten wird.

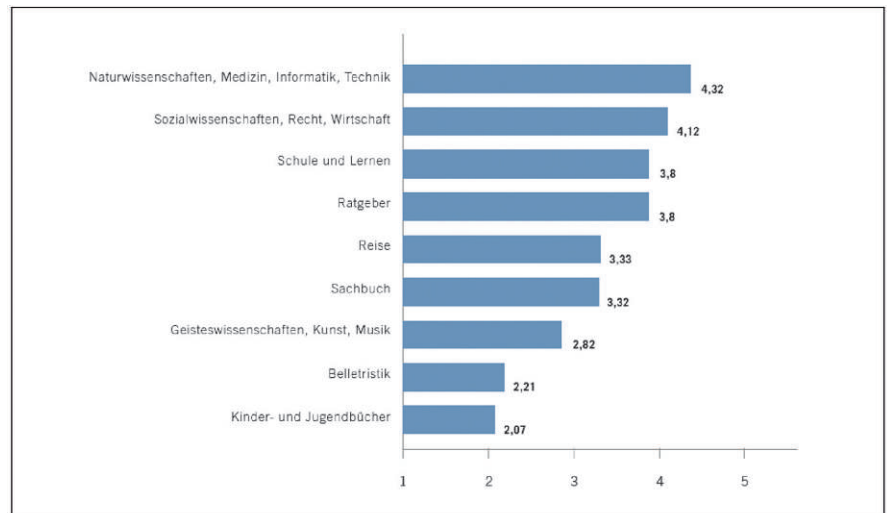
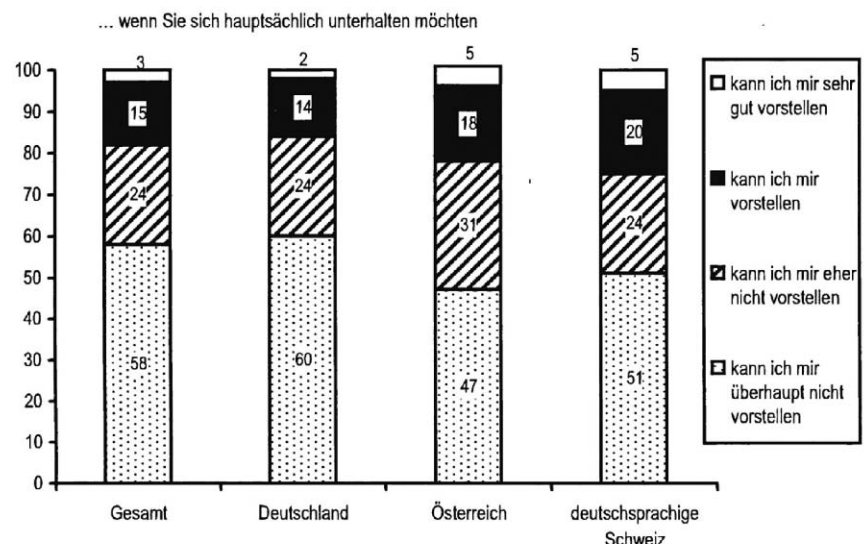


Abb. 5.4-2: Eignung unterschiedlicher Warengruppen zur Publikation als elektronisches Buch nach Sicht der befragten Experten (1=gering; 5=hoch); Quelle: Picot, Arnold/Janello, Christoph; Wie das Internet die Buchbranche verändert: Ergebnisse einer Delphi-Studie; Publikation der Friedrich-Ebert-Stiftung Berlin 2007; S. 17



Basis: 1 733 Personen repräsentativ für 73,85 Millionen deutschsprachige Personen in Deutschland, Österreich und Schweiz.

Quelle: Börsenverein des Deutschen Buchhandels e.V.

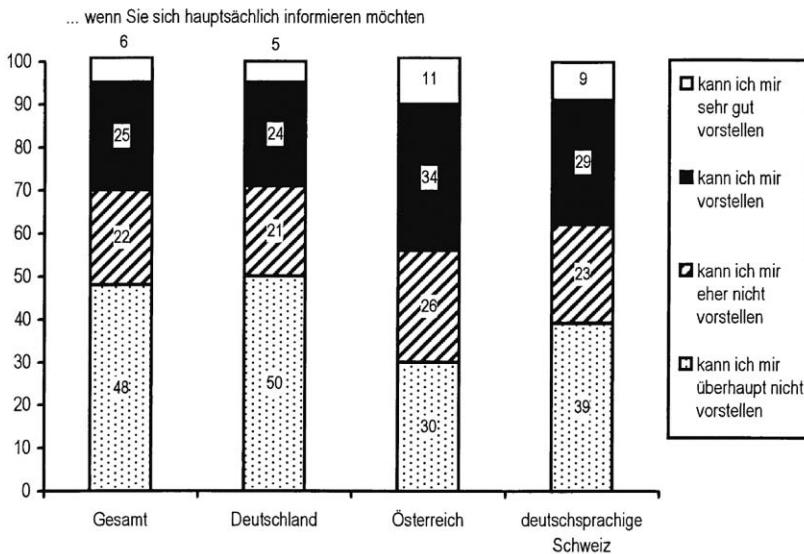
Abb. 5.4-3: Einstellung zu E-Books 2009 (Können Sie sich vorstellen, in Ihrer Freizeit in den nächsten zwölf Monaten Bücher in Form von E-Books zu lesen? [%]); Quelle: Kochhan, Christoph/Patzig, Grit; Buch und E-Book aus Nutzersicht; in: Media Perspektiven 6/2009; S. 317

Das E-Book im Buchmarkt

Primär sind die neuen Produkte auf die Bedürfnisse und Anforderungen des Buchmarkts ausgelegt. Welche Produkte werden nun besonders affin für eine solche Formatänderung sein? Eine Delphi-Studie der Ludwigs-Maximilians-Universität München unter Federführung des bekannten Managementwissenschaftlers Arnold Picot ergab eine klare Prioritätenliste in den Augen der entsprechenden Experten.

Diese Einschätzung der Experten wird durch die Einschätzung der Konsumenten bestätigt, wie eine Studie des Börsenvereins des deutschen Buchhandels, bei der Leser befragt wurden, zeigt Abbildung 5.4-2.

Im Bereich der Publikumsverlage und der unterhaltenden Buchhandelsprodukte besteht insbesondere in Deutschland noch eine deutliche Zurückhaltung gegenüber elektronischen Produkten.



Basis: 1 733 Personen repräsentativ für 73,85 Millionen deutschsprachige Personen in Deutschland, Österreich und Schweiz.

Quelle: Börsenverein des Deutschen Buchhandels e.V.

Abb. 5.4-4: Einstellung zu E-Books 2009 (Können Sie sich vorstellen, in Ihrer Freizeit in den nächsten zwölf Monaten Bücher in Form von E-Books zu lesen? [%]; Quelle: Kochhan, Christoph/Patzig, Grit; Buch und E-Book aus Nutzersicht; in: Media Perspektiven 6/2009; S. 317

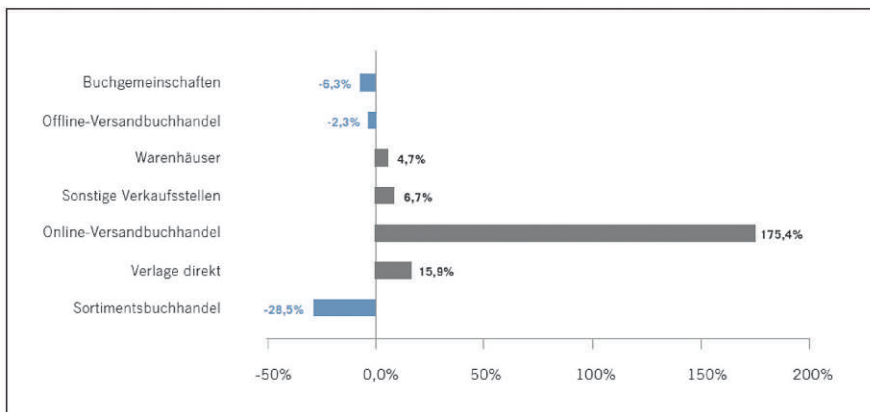


Abb. 5.4-5: Prognostizierte relative Veränderungsrate in der Umsatzverteilung zwischen 2005 und 2017; Quelle: Picot, Arnold/Janello, Christoph; Wie das Internet die Buchbranche verändert: Ergebnisse einer Delphi-Studie; Publikation der Friedrich-Ebert-Stiftung Berlin 2007; S. 15

Anders sieht dies aus, wenn man statt unterhaltenden Büchern nach informationsorientierten Produkten fragt (Abbildung 5.4-3).

Aktuell werden zwar noch sehr moderate Marktanteile für den Bereich der E-Books prognostiziert, da der Nutzertypus des „E-Book interessierten Internet-Freaks“ in Deutschland noch unter 15 % der Nutzerschaft ausmacht. [4] Wenn Bücher künftig als E-Book aus dem Internet heruntergeladen werden, dann verliert der stationäre Buchhandel, dessen Rolle eng mit dem materiell

greifbaren haptischen Buch verbunden ist, zusätzlich an Bedeutung. Die bereits erfolgte Konzentration im Handel und auch auf Verlagsseite könnte sich durch elektronische Buchvarianten noch verstärken.

Eine Verunsicherung im Buchmarkt ist derzeit vor allem bei den Geschäftsmodellen spürbar. Noch gibt es sehr unterschiedliche Erwartungshaltungen, wie das Geschäftsmodell der künftigen E-Books aussehen könnte. Ein Preisniveau pro Buch in Höhe von 80 Prozent einer Taschenbuchausgabe gilt beispielsweise

beim Eichborn-Verlag als realistische Variante [5]. Letztlich wird der Erfolg oder Misserfolg des E-Books als Systemgut im Buchhandel mit dafür entscheidend sein, mit welcher Geschwindigkeit die Marktdiffusion der Hardware der E-Book-Player voranschreitet. Die Kundenfreundlichkeit wird jedoch derzeit noch von einigen Testern als durchaus kritischer Punkt verstanden [6], weshalb einige Einschätzungen dem E-Book vorrangig bei Fachpublikationen eine größere Verbreitung vorhersagen [7].

E-Book-Reader und I-Phone als Plattform für E-Publishing

Bereits in den neunziger Jahren gab es auf Seiten der Presseverlage Bestrebungen, elektronische Versionen, sogenannte E-Paper-Ausgaben, im Markt zu etablieren. Diese Innovationen mündeten jedoch meist in PDF-Ausgaben, die, ob gedruckt oder online, jedoch nur für eine sehr eng umgrenzte Zielgruppe interessant sind. Weitere Verwertungsmöglichkeiten waren Printing-on-Demand-Ausgaben, wie sie etwa bei den Druckstationen an Flughafenterminals angeboten werden.

Mit der Markteinführung des E-Book-Readers „Kindle“ von Amazon haben sich jetzt mehr und mehr Presseverlage mit der neuen Technologie auseinandergesetzt. Es sind die eher für Fachzielgruppen konzipierten Presseprodukte wie „FAZ“, „Handelsblatt“ und „Wirtschaftswoche“, die zum Jahresende 2009 als E-Book-Version verfügbar sind. Ziel sind elektronische Presseprodukte für mobile Zielgruppen. Es gibt jedoch eine Reihe von Gründen, die gegen eine rasche Verbreitung derartiger Presseprodukte sprechen.

Die Darstellungsqualität ist für Zeitungsverlage ausreichend, da sie mit den sonst üblichen 40er Rastern der gedruckten Ausgaben konkurrenzfähig sind. Für Zeitschriften ist jedoch Farbe in den meisten Fällen unerlässlich. Amazon möchte zudem die Kundenbeziehung selbst gestalten und lediglich die Inhalte einkaufen. Ein Vorgehen, das für die Verlage, die traditionell ihre Stärke in der Gestaltung der Kundenbeziehung sehen, nicht akzeptabel ist [8]. Interessanterweise haben sich nicht nur die Hardware-Hersteller in die Wertschöpfungskette eingeklinkt, sondern auch Mobilfunkanbieter wie Vodafone bieten

ihren Service für Verlage an. Da sie auch Modelle vorsehen, bei denen die Kundenbeziehung vom Verlag mitgestaltet werden kann, finden sie eine größere Akzeptanz. [9] Der Kontakt zum Kunden als Voraussetzung zur Vermarktung im Rezipienten- und Werbemarkt bleibt der entscheidende Faktor. Publikumszeitschriftenverlage wie das Haus Burda gehen daher auch mit dem mobile-affinen Content wie „Focus“ lieber auf Plattformen, die ihnen eine freie Ausgestaltung im Hinblick auf die Grafik und das Geschäftsmodell gestatten und nutzen, beispielsweise Apples gut eingeführtes I-Phone als Basis. Die Darstellung in hoher Farbqualität wird seit Januar 2010 durch das Apple I-Pad möglich. Hier jedoch hat das Multitouch-Farbdisplay wiederum den Nachteil eines hohen Stromverbrauchs. Unabhängig davon, ob Smartphones (z. B. BlackBerry oder Apple I-Phone oder eben großformatig das I-Pad) oder E-Book-Reader die Basis für das künftige Geschäft darstellen, es gibt noch eine weitere Bedrohung und es bieten sich aber auch zusätzliche Chancen. Ungelöst ist derzeit noch die Frage des Schutzes der Urheberrechte, da illegale Raubkopien – ähnlich wie in der Musikindustrie – drohen [10]. Gestaltungsmöglichkeiten bieten sich jedoch bei der Formung der Produkte. So wird der Traum des MIT-Medienpapstes Nicholas Negroponte von der individualisierbaren Zeitung „Daily me“ nicht nur vom schweizerischen Pilotprojekt „Personal News“ und dem deutschen Start-upprojekt „niiu“ verfolgt [11]. „niiu“, gegründet von Studenten, startete am 16. November 2009 und liefert individualisierte Nachrichten als kostenpflichtiges Printprodukt für Leser in der Region Berlin. Dabei kann sich „niiu“ auf nationale und internationale Verlagspartner wie „Bild“, „Berliner Morgenpost“, „Frankfurter Rundschau“, „Neue Osnabrücker Zeitung“, „Handelsblatt“, „New York Times“, „International Herald Tribune“ oder die „Komsomolskaya Prawda“ stützen. [13]

Mithilfe der elektronischen Plattformen bekommen solche Ideen eine neue, überzeugendere Produktgestalt als die reinen Printing-on-Demand-Versionen. Selbst der Buchsektor greift die Idee des individualisierten Buchs erneut auf [12]. Eine weitere Chance ist jedoch auch die Tatsache, dass individualisierte Produkte im Pressesektor auch die Basis für be-

zahlte Inhalte sein können. Ehrgeizige Projekte wie das der „Welt“-Gruppe, bezahlte „E-Mag“s der Wochenzeitung „Welt am Sonntag“ im Markt zu etablieren [14], bekommen durch diese Optionen neuen Aufschub. Dass die Diskussion in der Branche neu entfacht ist, zeigen auch andere Maßnahmen: Innerhalb des Bundesverbands Deutscher Zeitungsverleger e.V. widmet sich eine Arbeitsgruppe E-Publishing den neuen Geschäftsmodellen wie dem Newstargeting nach Interessensprofilen für die angestrebte Werbevermarktung.

Referenzen

- [1] Pauker M.: Spielzeug mit Potenzial; in: W&V 20/2009; S. 46
- [2] Vgl. Übersicht bei Teufel, Nadja: Strategische Herausforderungen für deutsche Verlage bei der Einführung von elektronischen Büchern. Diplomarbeit im Department Betriebswirtschaft der Ludwigs-Maximilians-Universität München 2009; S. 15
- [3] Riedl T.: Ein Gutenberg der digitalen Ära; in: „Süddeutsche Zeitung“, 11. März 2009; S. 18
- [4] Vgl. Kochhan C./Patzig G.: Buch und E-Book aus Nutzersicht; in: Media Perspektiven 6/2009; S. 323
- [5] Schröter R.: Zwischen Tatendrang und Unsicherheit; in: W&V 41/2009; S. 16 f.
- [6] o.V.: Kein Objekt der Begierde; in: FAZ, 15. Oktober 2009; S. 20
- [7] Riehle S.: Ebooks – Chancen und Risiken für den deutschen Buchmarkt; Bachelor-Arbeit im Studiengang Medien und Informationswesen, Hochschule Offenburg; 18. September 2009; S. 98 ff.
- [8] Pauker M.: Gebremste Begeisterung; in: W&V 42/2009; S. 54 f.
- [9] Pfannenmüller J.: Das Vodafone-Modell; in: W&V 44/2009; S. 60
- [10] Evers M./Müller M. U.: Die eVolution; in: Der Spiegel 11/2009; S. 102 f.
- [11] Campillo-Lundbeck S.: Es riecht nach Revolution; in: Horizont 42/2009; S. 32
- [12] O. V.: „niiu“ startet ab 16. November; in: BDZV Intern vom 23. Oktober 2009; S. 5
- [13] Biesalski E.-P.: „Das Geschäftsmodell kann nur dann funktionieren, wenn alle Prozesse vollständig automatisiert ablaufen“; in: „Boersenblatt.Net“ 29. Oktober 2009
- [14] Turi P.: heute2: „Welt am Sonntag“ testet Bezahlt-E-Mag.; in: heute, 22. November 2009, 7:58 Uhr

Eye-tracking study of an online shop environment

Prof. Dr. rer. pol. Ute Rohbock
Fakultät Medien und
Informationswesen (M+I)

Badstraße 24,
77652 Offenburg
Tel.: 0781 205-135
E-Mail: ute.rohbock@fh-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



Forschungsgebiete: Marketingmanagement in Medienunternehmen (insbesondere Kommunikations- und Werbeagenturen), Werbewirkungsforschung, Hochschulmarketing

5.5 Eye-tracking study of an online shop environment

Prof. Dr. rer. pol. Ute Rohbock
Laure Eberhardt, B.Sc.
Dipl.-Ing. (FH) Martha Jagoda

Abstract

Prof. Gitte Lindgaard, from the University of Carleton, Canada, says that viewing only some milliseconds of the first page of a website defines our general opinion about it [1]. For an online-shop, it would therefore be essential to have a first page that is not only pleasing to the eye, but also understandable enough to not lose the attention of the user. More and more companies are nowadays using the Internet not only as a showcase anymore, but as a full-strength selling tool, needing thus to convince their users and clients at first glance.

This paper shows the analysis of two online-shops in the magazines' field thanks to eye-tracking. With the analysis of the testers' glances and their comments during and after the test, the usability of these two websites has been evaluated.

Introduction

It is common in usability studies to use the eye-tracking tool. Actually, this device allows the analyst to follow exactly the gazes of the testers and indicates him for example the first point that was looked at or the time spent staring at one particular point. For the testing of a website particularly, the system permits the testing of the layout, of the navigation or of the graphical elements.

Abb. 5.5-1: Scan path of one of the testers



The used device for this study was composed of a laptop (to collect the information), as well as a screen linked to a treatment unit, itself being linked to the laptop. The infrared device allowing the tracing of the eye movement is placed just under the tester's screen. The infrared signal is being sent to the tester's eyes and its reflection by the eyes' cornea is transmitted to the treatment unit that is recording and displaying it on the analyst's computer. This signal is of course without any danger for the eyes of the tester.

Before the testing of the websites, a calibration has to be done, that's to say, the tester's eyes have to be recognized by the system. This is done by taking the right position in front of the screen and staring at a point on the display that is going to move in the main directions.

For the analyst, two types of information must be considered: the fixations and the saccades. The fixations are the points

which the user stared at. They are represented on the analyst's display as circles of different diameters. The larger the diameter of the point is, the longer this one has been stared. The saccades are the movement between two fixations, represented by a line linking those. Fixations and saccades are representing the so called "scan path", Figure 5.5-1. This numbered path allows the analyst to follow the stares of the tester, their sequence and the length of focus in milliseconds on each of them. Thanks to this path, it is possible to see which part of the website is considered, which content is stared at the longest and in which order. This will help the analyst to find usability problems or to confirm a design decision.

Preparation and realisation of the test

The material preparation phase was very short. Indeed, thanks to the available high technology material, the adjustment was resumed to the good positioning of chair and screen of the tester.

While the calibration of the system was done with the testers, it could be examined that when a tester was blinking too long or when his or her eyes were leaving the screen, the calibration was stopping. Not only was the patience of the users needed, but it was also leading to little determining errors in the calibration.

To realise an experiment as efficient as possible, an aim public had to be defined.

For time and organisational reasons, the number of testers had to be limited to 12. Thanks to marketing reports from both media companies editing the tested magazines, an aim public could be defined as follows:

- Most of the readers of these magazines are over 50 years old
- The readers are mostly working or retired
- The majority of the readers are men
- The readers are German-speakers

Therefore, 8 men and 4 women were asked, 6 of them being over 50, 3 between 40 and 49, 2 between 30 and 39 and 1 between 20 and 29 years old.

As no indications about the level of computer knowledge of the aim group have been found, testers with, as well as without computer skills have been chosen. All of the testers were German-speakers.

A test plan, identical for all the testers, has been created and used for an efficient completion of the test. This test plan was composed of 3 tasks that the user had to accomplish and was followed by a questionnaire. The testers were advised to speak out on the problems of understanding or on the difficulties to achieve a task for example. Following tasks had to be completed on both online-shops:

1. Orientate yourself on the website until you have the feeling to have an impression of the website.
2. Try to gift a subscription to one of your friend

3. You want to change your delivery address, how would you do that?

These 3 tasks were defined to get knowledge about users' habits and expectations, their opinion about the layout, the design of the pages and the navigation on both websites.

Thanks to the comments of the users during the test and the answers to the questionnaire after it, useful information has been collected.

To summarize, the test sessions have been realised as follows:

- Greeting and explanation of the test to the user
- Calibration of the system
- Realisation of the tasks on the websites
- Answering of the questionnaire

Results

The results of the eye-tracking test and the formulary can be combined, as very often the user repeats in his or her ans-

wers what he was telling during the test or confirms what could be seen by the analyst.

- The start-page

Prof. Lindgaard's theory cannot be confirmed or infirmed thanks to these results, but it is interesting to observe some common reactions to almost all the testers.

Mainly, for pages that are longer than what it is possible to see on the screen, users focus to the content "above-the-fold" (the content that can be seen in one full screen without scrolling down), Figure 5.5-2. It is therefore important to keep the major information and/or links of the start-page in this zone.

Like it can be read in many studies, a "banner-blindness" phenomenon (banner-blindness refers to the fact that every format used on the website that looks like it could be an advertisement is ignored by the user) was recognizable in this study.

For example, one of the online-shops was using a banner-shaped zone to pre-

Zone "above-the-fold"

Limit of visible zone on a screen with a 1280x1024 resolution



Abb. 5.5-2: The complete start-page of „Bunte“: only the zone with the blue outline is seen on the user's screen without scrolling down

sent a product carousel; this one was often totally ignored by the testers. This is of course a usability error that should be corrected very fast, as these products are not being seen by the potential customers.

- The navigation

The testers were finding their way much faster with a traditional horizontal navigation, on the top of the page. Both websites were using this navigation, but presented differently. When the links of this menu were good separated, whether by a limited space or by white space, users could find easily what they were looking for. On one of the websites, the presence of multiple navigations were perturbing the testers who were then brought to the editorial page of the magazine, leaving the online-shop. Especially for links that have to be easily accessible like the services (in case of a magazine online-shop the address change link for example, task 3 in our test), testers were expecting a clear and separated zone for this link to be contained in. One of the websites was providing it and the link was found very fast, as the other was providing this information at

the bottom of the content, which was significantly longer to find, Figure 5.5-3.

- The content page

It was noticeable that text, in an online-shop is seen but not often read. What were attracting more the eyes of the testers were itemizations or images.

It is also interesting to note that on these pages, users tend to scroll down until the bottom of the page, as on the start-page they were only looking at what was presented on the displayed zone. Content pages can thus be longer than one full screen, even in online-shops.

- The formulary page

On the contrary to content pages, testers are reading the text of the formulary pages. This could probably be explained by the fact that users want to know what they pledge themselves to. The stars still focus on the first fields of the formulary.

Results of the questionnaire

Testers were asked to grade the orientation, the designation of the navigation elements, the visual and the readability

of the texts of the tested websites, Figure 5.5-4.

The used grading system was the one used at school in Germany, that's to say from 1 to 6, 1 being excellent and 6 very bad.

Moreover, all the testers said that they wished to have clearer websites, to see directly the most important and that they would expect traditional navigation, which they can see on most of the online-shops on the Internet.

Users over 50 also said that they wished to be more guided during the order process and a lot of them would have expected a different sequence of actions. For example, to gift a subscription to a friend, they would have preferred to first fill out the form and then choose the gift. This desire was not shared by younger testers, maybe more used to online-shopping.

Conclusion

The efforts made for a better usability of these websites should thus focus on their aim group, which is mostly over 50. According to Edwin E. Braatz, the group of



Abb. 5.5-3: Heat map (the red zones are the most stared at, the green are the less stared at) of the „Bunte“ and „Bild online-shop“: the servics links are ignored by Bunte and focused by Bild

surfers over 50 is the fastest growing one. This group represents already 38% of the German population, it is thus not only interesting for our case study, but for all online-shops to apply usability rules for the so called "silver-surfers". [2] These users need more guidance, easier interfaces, references to other websites (placement of navigation), clear and spaced-out design. The start-page should concentrate the important information "above-the-fold" or indicate that the page can be scrolled (an element should be "cut" by the fold to indicate that the page continues, no white space should be on the bottom of the visible zone). The content pages and formularies can be longer, as users tend to scroll automatically.

During the test, some users expressed the doubt that they might have realised faster the tasks on the second website, because they already did it on the first one. It is difficult to prove that it had an influence or not, as usually users already accumulated knowledge on how to perform this kind of tasks on other websites, before the test. It can also be possible that for these users, the navigation or the design of the second website was only easier to understand.

Another assumption is that the test situation could have influenced more or less the results. Even if the material is not at all intruding (no helmet for example), the tester has to stay good positioned on his or her chair and stay focused on the screen, to not influence the quality of the calibration done before. Moreover, even though it was always repeated to the testers that the usability of the websites was tested and not their skills, they tend to get upset about their capabilities and take on themselves the difficulty to complete a task.

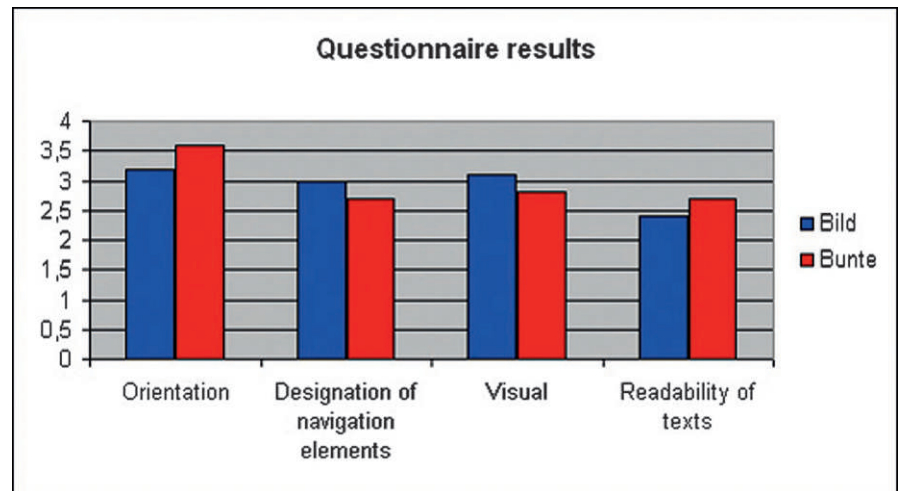


Abb. 5.5-4: Questionnaire results after eye-tracking test

References

- [1] Prof. Lindgaard G.: Exploring the realm of human-technology interaction, Carleton University's Research Quarterly, http://researchworks.carleton.ca/2008_April/231.htm, 09.04.08
- [2] Braatz E. E.: Wollen Sie, dass Ihre Absatzkurve wieder steigt, statt weiter zu fallen? Barriere Kompass, <http://www.barrierekompass.de/weblog/index.php?itemid=86>, 03.02.04
- [3] Nielsen J., Pernice K.: Eyetracking web usability. Amsterdam, 2009
- [4] Schiessl M., Duda S., Thölke A., Fischer R.: Eye tracking and its application in usability and media research. 2009. <http://eye-square.com/documents/EyeTracking-ResearchApplications.pdf>, 07.01.2010

Wirkungen einer realistischen Tätigkeitsvorschau im Personalwahlverfahren

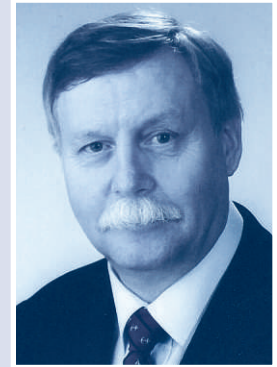
Prof. Dr. Arnulf Weuster

Fakultät Betriebswirtschaft und
Wirtschaftsingenieurwesen (B+W)

Außenstelle Gengenbach
Klosterstraße 14
77723 Gengenbach
Tel.: 07803 9698-17
E-Mail: weuster@fh-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



5.6 Wirkungen einer realistischen Tätigkeitsvorschau im Personalwahlverfahren

Prof. Dr. rer. pol. Arnulf Weuster

Abstract

Realistic job previews (RJP) inform applicants not only about the positive aspects of a job and an organization but also about the challenges and difficulties of a position. The primary objective of RJP is to reduce early turnover by increasing applicants' self selection and by lowering job expectations to a level consistent with actual job experience. RJP are an important condition of organizational fairness in the recruiting and selection process.

Einführung

Hinsichtlich des Informationsaustauschs ist die Bewerbungssituation oft durch eine Asymmetrie gekennzeichnet. Arbeitgeber erwarten umfassende und detaillierte Informationen, liefern aber häufig ihrerseits, insbesondere in der Anfangsphase des Auswahlprozesses, nur wenige Informationen. Eine kleine Feldstudie in einem deutschen Unternehmen ergab, dass sich von 34 Bewerbern über die auszuübende Tätigkeit nur vier gut informiert, aber vierzehn nur mäßig und neun schlecht informiert fühlten sowie sieben sich in dieser Hinsicht unbestimmt äußerten. Eine telefonische Befragung von 100 ehemaligen Mitarbeitern und von 50 aktiven Mitarbeitern eines großen Informatik-Unternehmens ergab, dass unrealistische Tätigkeits-schilderungen eine bedeutsame Frühfluktuationsursache sind. Die Frage, ob die Tätigkeit in der Bewerbungsphase

realistisch geschildert worden sei, wurde nur von 35,9 % der aktiven Mitarbeiter und nur von 7,1 % der ehemaligen Mitarbeiter bejaht.

Geht man davon aus, dass beide Seiten ein Interesse an einer erfolgreichen und angenehmen Zusammenarbeit haben, so kann man sagen, dass die Validität der Arbeitgeberentscheidung letztlich nicht höher als die Validität der Arbeitnehmerentscheidung sein kann. Eine realistische Tätigkeitsvorschau informiert daher Bewerber abweichend vom wohl mehr oder minder üblichen Schönreden oder „Verkaufen“ von Stelle und Organisation möglichst real über den Arbeitsplatz, seine Anforderungen und sein Umfeld, benennt also neben Vorzügen und Vorteilen auch Probleme und Nachteile der Tätigkeit. Nachteile und Probleme können sein: andauernder Termindruck, regelmäßige (unbezahlte) Überstunden, Beschränkungen bei der Urlaubsnahme, häufige Wochenendarbeit, öffentliche und kritische Beobachtung der Arbeit (z. B. in der Krankenpflege), häufige Auseinandersetzungen, regelmäßige und detaillierte Fremdkontrolle, intensive Kontrolle durch Leistungskennziffern oder Dauerkontrolle durch technische Einrichtungen, Konkurrenz bei Beförderungen, Umgang mit schwierigen Kollegen oder Kunden, schwierige Neukundengewinnung (z. B. durch Telemarketing in Callcentern mit Erfolgsraten von 1 %), unbequeme Arbeitszeiten, unvermeidbare Misserfolge oder Unfall- und Verletzungsgefahren.

Personalverantwortliche (Interviewer), die im Vorstellungsgespräch auch negative Informationen geben, erhöhen damit ihre Vertrauenswürdigkeit.

Transparenz und Ehrlichkeit sind im Urteil der Bewerber wichtige Aspekte der Fairness eines Auswahlverfahrens.

Eine realistische Tätigkeitsvorschau kann bei Bewerbern mit Alternativen die Qualität der Selbstselektion sehr erhöhen.

Sie kann als erster Sozialisierungsschritt bei eingestellten Bewerbern zu einer Erwartungssenkung führen, wodurch Enttäuschungen in der Einarbeitungsphase und eine daraus resultierende Frühfluktuation verringert werden können. Eine ehrliche Information für Bewerber erhöht die Eingangsbindung (initial commitment). Eine realistische Vorschau als „kleine Dosis Realität“ ist insbesondere sinnvoll bei Bewerbern mit geringer Berufserfahrung, bei hohen Ersatzbeschaffungskosten, bei gewünschter Verlängerung einer gegebenen niedrigen Verbleibensdauer, bei Allroundstellen mit vielseitigen Anforderungen, bei betriebsspezifisch geprägten Stellen, bei gefährlichen Arbeiten sowie bei der Besetzung von Arbeitsplätzen im Ausland.

Von einer realistischen Tätigkeitsvorschau werden vor allem die folgenden Wirkungen erwartet:

- größere Klarheit der Stelle und der Arbeitsrolle mit ihren Anforderungen

- Reduzierung der Fluktuation der Eingestellten durch vorherige Anpassung der Erwartungen an ein realistisches und erfüllbares Niveau (met expectations hypothesis)
- Maßnahmen der Bewerber bzw. Arbeitnehmer, die erforderlichen Fähigkeiten zu erwerben, um den Anforderungen der Stelle zu genügen
- Maßnahmen und Arrangements der Bewerber bzw. Arbeitnehmer, die es ihnen ermöglichen, mit schwierigen Umständen der Arbeit (z. B. mit überraschend notwendiger Mehrarbeit in der Krankenpflege) gut zurechtzukommen
- ein intensiveres Gefühl der Verpflichtung (commitment) der Arbeitnehmer gegenüber dem Arbeitgeber in Anerkennung seines ehrlichen und vertrauenswürdigen Handelns
- Aufbau eines psychologischen Vertrags zwischen Arbeitnehmer und Arbeitgeber
- höhere Selbstselektion der Bewerber, insbesondere Rückzieher von Bewerbern, die sich für ungeeignet halten, denen bestimmte Umstände der Tätigkeit nicht gefallen oder die bestimmte Arbeitsbedingungen aus objektiven Gründen nicht erfüllen können
- höhere Leistung und größere Zufriedenheit der eingestellten Bewerber

Medien der Vorschau

Als Medien oder Vermittlungsarten der Vorschau können Menschen (Interviewer, Stelleninhaber), Unternehmensdarstellungen und Stellenausschreibungen im Internet, schriftliche Materialien, Filme und Kennenlerntage dienen.

Persönliche Gespräche sind in der Regel für Interessenten das reichhaltigste Informationsmedium, da sie einen Zugschnitt auf die individuellen Informationswünsche ermöglichen.

Die Meta-Analyse von *Phillips* ergab, dass mündliche Vorschauen zur Reduzierung der Fluktuation den stärksten Einfluss hatten. Auch waren mündliche

Vorschauen die einzige Vermittlungsart mit positivem Zusammenhang zur späteren Arbeitszufriedenheit. Am wenigsten effektiv waren schriftliche Materialien. Dies spricht dafür, Interviewer speziell für die Präsentation von Stelle und Unternehmen zu schulen. Ergänzend können knappe schriftliche Unterlagen ausgehändigt werden.

Stelleninhaber: Diese besitzen in der Regel eine gute Aufgabenkenntnis und eine hohe Glaubwürdigkeit. Eine amerikanische Feldstudie von *Colarelli* mit 164 Bewerberinnen und Bewerbern für eine Tätigkeit in einer großstädtischen Bank ergab, dass durch den Einsatz vorhandener Stelleninhaber als Informanten eine höhere Reduzierung der freiwilligen und unfreiwilligen Fluktuation als durch eine Broschüre erreicht wurde. Die Fluktuationsquote bei Kassiererstellen in dieser Bank lag im Jahr vor der Studie bei rund 50 %. Die Frühfluktuation nach dreimonatiger Tätigkeit betrug 14,6 % bei Information durch Stelleninhaber, 34,5 % bei Information durch den Interviewer und 44,9 % bei präziser Information durch eine übergebene Broschüre.

Arbeitsproben und Kennenlerntag: Man kann Bewerbern der Endauswahl anbieten, ausgewählte Arbeiten zur Selbstprüfung auszuführen oder einmal einen halben oder ganzen Tag den künftigen Arbeitsplatz kennenzulernen. Dies bietet sich insbesondere an, wenn es eine große Differenz zwischen der bisherigen und der künftigen Tätigkeit eines Bewerbers gibt. Die *Deutsche Börse* bietet Bewerbern einen Schnuppertag an. Auch Bewerbern für Außendienstpositionen kann man anbieten, einen Tag lang einen Außendienstler zu begleiten. Interessant ist schon die Reaktion auf das Angebot eines Kennenlerntags. Reagiert der Bewerber sehr interessiert oder eher lustlos? Bei gefährlichen Berufen (Polizei) werden manchmal auch Familienangehörige der Bewerber zum Informationstag mit eingeladen.

Zeitpunkte der Vorschau

Es kommen folgende Informationszeitpunkte in Frage: Die realistische Vorschau kann schon vor dem Vorstellungsgespräch durch Internetpräsentationen, Inserate, telefonische Vorabinformation und schriftliche Materialien erfolgen. Weitere Gelegenheiten sind das erste

oder das zweite Auswahlgespräch. Ein dritter Zeitpunkt liegt zwischen dem Stellenangebot und seiner Akzeptanz. Der vierte Zeitpunkt kann zwischen Vertragsschluss und Arbeitsbeginn liegen. Schließlich kann die Information auch beim Arbeitsbeginn erfolgen. Beim letztgenannten Zeitpunkt kann aber nicht mehr von einer Vorschau, sondern nur von einer realistischen Einarbeitung gesprochen werden. Auch beim vierten Zeitpunkt, also nach Vertragsschluss, kann der Arbeitnehmer nicht mehr frei die Konsequenzen aus den Informationen ziehen.

Senkung der Frühfluktuation als Hauptwirkung

Schon im Jahr 1956 fand *Weitz* in einer Feldstudie, dass von 226 neu eingestellten Versicherungsagenten, die sich zuvor durch ein Handbuch gründlich über die Tätigkeit informieren konnten, nur 19 % innerhalb des ersten halben Jahres wieder ausschieden, während von den 248 Mitgliedern der Kontrollgruppe ohne Handbuch im gleichen Zeitraum 27 % ausschieden. Eine Studie von *Hom et al.* ergab, dass von 82 Krankenschwestern, die eine realistische Broschüre im Umfang von 1.340 Wörtern erhielten, im ersten Jahr 8,5 % freiwillig ausschieden. Von den 76 Schwestern der Kontrollgruppe, die eine traditionelle Bewerberbroschüre erhielten, verließen im ersten Jahr 17,8 % freiwillig den Arbeitgeber.

Insgesamt konnten hinsichtlich der Reduzierung der Frühfluktuation durch eine realistische Tätigkeitsvorschau aber nur bescheidene Wirkungen ermittelt werden.

Eine Meta-Analyse durch *Premack* und *Warnous* von 21 Experimenten zur realistischen Tätigkeitsvorschau ergab hinsichtlich acht verschiedener Kriterien nur einen bescheidenen Einfluss der Vorschau, doch war dieser Einfluss immerhin bei den praktisch und ökonomisch wichtigen Kriterien Verbleibensdauer und Leistung am stärksten. Auch in einer Meta-Analyse aus dem Jahr 1998 fand *Phillips* für Feldstudien (N = 2.124) eine schwache Tendenz zur Fluktuationssenkung. Die realistische Vorschau führt nicht generell, sondern nur unter bestimmten Bedingungen zu

einer Senkung der Frühfluktuation. Eine erste Bedingung ist, dass die Bewerber zum Entscheidungszeitpunkt Stellenalternativen haben. Arbeitslose Bewerber oder Bewerber ohne Alternativen akzeptieren nicht selten auch bei Bedenken eine angebotene Stelle, um doch einen Versuch zu wagen oder um damit dem Druck der Familie oder des Arbeitsamts zu entsprechen.

Vergleich mit Jobenrichment: Eine Meta-Analyse durch *McEvoy* und *Cascio*, in der der Einfluss von realistischen Tätigkeitsvorschauen (15 Studien mit 5.250 Personen) und von Maßnahmen des Jobenrichment (5 Studien mit 1.242 Personen) auf die Mitarbeiterfluktuation verglichen wurde, ergab, dass zum Zweck der Fluktuationsreduzierung die Enrichment-Maßnahmen rund zweimal so effektiv wie die realistische Tätigkeitsvorschau waren.

Dieses Ergebnis erscheint plausibel, da eine interessantere und attraktivere Stelle wohl besser motiviert und mehr bindet als eine vorherige ehrliche Information darüber, dass eine Stelle auch unangenehme Umstände mit sich bringt.

Ein weiteres Ergebnis dieser Meta-Analyse war, dass eine realistische Tätigkeitsvorschau bei wenig komplexen Stellen (Einstiegsstellen, Routinearbeiten) die Fluktuation weniger mindert als bei komplexen Stellen.

Reale Arbeitsbedingungen: *Irving* und *Meyer* fanden in ihrer Untersuchung mit 137 Absolventen einer kanadischen Universität nur geringe Unterstützung für die Met-Expectations-Hypothese, wonach durch die Schaffung und Erfüllung realistischer Erwartungen die Arbeitszufriedenheit und die Organisationsverbundenheit erhöht und die Abwanderungsabsicht gesenkt werden könnten. Ihrer Untersuchung zufolge sind es insbesondere die realen Erfahrungen der Absolventen unmittelbar nach dem Organisationseintritt, die die gewünschten Wirkungen erzeugen. Demnach sei es aus Unternehmenssicht wichtiger, ab Arbeitsbeginn für positive Arbeitserfahrungen zu sorgen, als vorher Erwartungen zu senken. Die Autoren betonen, dass realistische Informationen gegen-

über Bewerbern durchaus ethisch geboten seien, dass aber negative reale Erfahrungen auch dann weniger Arbeitszufriedenheit und weniger Organisationsverbundenheit und folglich eine höhere Fluktuationsmotivation bewirken, wenn sie erwartet wurden. Es gebe letztlich kein Substitut für gute Arbeitsbedingungen.

Ausgeglichenheit der Informationen

Ein Übergewicht an negativen Informationen kann die Bewerbungs-, Wechsel- und Eintrittsbereitschaft deutlich verringern. Dabei kommt es nicht einfach auf die Zahl positiver bzw. negativer Informationen an, vielmehr ist auch die Bedeutung der einzelnen Information zu beachten. Per Saldo ist ein positiver Eindruck wichtig. Es ist also darauf zu achten, dass die realistischen Informationen bei High-Potentials, bei unerfahrenen Berufsanfängern, bei schwer besetzbaren Stellen oder bei Stellen mit gefährlichen Aufgaben nicht zu einer falschen Selbstselektion (adverse self-selection) und nicht zur Umlenkung von geeigneten Bewerbern zur Konkurrenz führen.

Bei einer realistischen Vorschau kann es nicht darum gehen, nur die problematischen Seiten einer Tätigkeit zu zeigen. Vielmehr sind in der Regel inattraktive und attraktive Aspekte im Wirkungssaldo zumindest ausgewogen anzusprechen.

Es geht nicht darum, jede nur denkbare Schwierigkeit zu benennen. Negative Ereignisse, die ein Stelleninhaber selten oder sehr wahrscheinlich überhaupt nicht erlebt (z. B. ein Gefängniswärter einen Gefangenenaufstand), dürfen in der Tätigkeitsvorschau (zeitlich) nicht überrepräsentiert werden. Es sind vielmehr ausgewählt die Punkte darzulegen, aus denen häufig Probleme wie Frühfluktuation oder Einarbeitungsschwierigkeiten resultieren. Negative Informationen wirken auch weniger abschreckend, wenn das Unternehmen dabei ein Problembewusstsein äußert und auf Abhilfestrangungen verweisen kann.

Arbeitsmarktlage und Arbeitsbedingungen

Bewerbern ohne Alternative erscheinen viele Arbeitsplätze „besser als gar nichts“.

Bei Bewerbern, die alternative Beschäftigungsmöglichkeiten haben oder sehen, führt eine realistische Vorschau zu einer leicht höheren Rücktrittsquote von der Bewerbung. Soweit sich Bewerber zurückziehen, die nicht den Anforderungen genügt und die Organisation nach kurzer Zeit wieder verlassen hätten, ist dies ein erwünschter Effekt. Ein Rückzug (bestens) geeigneter Bewerber ist selbstverständlich kontraproduktiv. Da die Rückzugswirkung unter anderem von der Arbeitsmarktlage abhängt, sollte man mit abschreckenden Informationen insbesondere dann zurückhaltend sein, wenn es auf dem relevanten Teilarbeitsmarkt ohnehin nur wenige Arbeitssuchende gibt oder wenn es um die Gewinnung hoch qualifizierter Bewerber oder gesuchter Spezialisten geht, um die man mit anderen Unternehmen konkurriert.

Saks et al. untersuchten in einer Laborstudie mit insgesamt 125 Betriebswirtschaftsstudenten für zwei Produktspezialistenstellen im Marketingbereich die Wirkungen einer traditionellen positiven Tätigkeitsvorschau und einer realistischen Tätigkeitsvorschau, die neben positiven auch negative Aspekte wie stressreiche Arbeit, Wochenendarbeit, Arbeit in den Abendstunden, enge Terminsetzungen und harte Aufstiegs Konkurrenz nannte. Als weitere Bedingungen wurden eine durchschnittliche und eine hohe Bezahlung eingeführt. Hier wählte eine signifikant größere Zahl von Versuchspersonen die traditionelle, also nur positiv vorgestellte Stelle. Nur dann, wenn eine realistisch vorgestellte Stelle mit hoher Bezahlung mit einer traditionell vorgestellten Stelle mit durchschnittlicher Bezahlung konkurrierte, war die Akzeptanzabsicht ausgeglichen.

Diese Ergebnisse machen deutlich, dass bei einer realistischen Tätigkeitsvorschau mit großer Vorsicht vorgegangen werden muss, wenn gute Bewerber rar sind. Sie mag als fair registriert werden, aber die Ehrlichkeit wird nicht immer honoriert.

Bei manchen Informationen liegt eine gewisse Zurückhaltung nahe. Ein Beispiel sind Aufstiegschancen. Sie sind für viele Absolventen wichtig. Andererseits

können selbst die betrieblichen Entscheidungsträger die zukünftigen Aufstiegsmöglichkeiten oft nur schwer einschätzen. Dieser Gedanke legt nahe, die realistische Tätigkeitsvorschau mehr auf Start- und Einarbeitungsprobleme zu konzentrieren. Es wäre völlig überzogen, sämtliche denkbaren Eventualitäten eines künftigen Arbeitsverhältnisses zu behandeln.

Schwierigkeit der Selbsteinschätzung

Nicht nur für Arbeitgeber, sondern auch für Bewerber ist eine Eignungsdiagnose im konkreten Fall schwierig. Was die Verbesserung der Selbstselektion durch eine realistische Vorschau anbelangt, so ist zu bedenken, dass es vielen (arbeitslosen) Bewerbern angesichts der Notwendigkeit einer positiven Präsentation in der Bewerbungssituation schwer fallen dürfte, ihre Berufserfahrung und ihre Fähigkeiten vorurteilsfrei, selbstkritisch und frei von taktischen Erwägungen einzuschätzen.

Es ist aus Bewerbersicht objektiv sehr schwer, die Eignung oder die Einarbeitungsschnelligkeit für eine knapp skizzierte Stelle in einem grob vorgestellten Unternehmen richtig einzuschätzen.

In der Literatur findet sich die These, ein beachtlicher Teil von Arbeitsplatzwechseln erfolge unter falschen Voraussetzungen, was einen weiteren Wechsel programmiere. Mit dem Begriff „retrospektiver Verlust“ wird von Senett das Phänomen umschrieben, dass Arbeitsplatzwechsler nicht selten erst nachträglich erkennen, dass der Wechsel eine falsche Weichenstellung, ein Scheinaufstieg oder ein Rückschritt war, ja vielleicht eine Ruinierung der Karriere einleitete.

Fazit und Empfehlungen

Wanous, der sich intensiv mit der realistischen Tätigkeitsvorschau befasst hat, gibt zusammenfassend folgende Empfehlungen: Sie sollte möglichst früh im Such- und Auswahlprozess erfolgen, damit eine wirkliche Selbstselektion erfolgen kann. Bewerber, die erst nach Vertragsschluss oder nach Kündigung ihres bisherigen Arbeitsverhältnisses informiert werden, machen auch bei Bedenken meist keinen Rückzieher mehr. Es

sollte erklärt werden, warum die realistische Information erfolgt, um beim Bewerber wirklich einen überlegten Abwägungs- und Entscheidungsprozess auszulösen. Es sollte nicht der Eindruck entstehen, man unternehme nicht genug, um widrige Arbeitsbedingungen zu beheben.

Die realistische Information darf nicht in ein Negativmarketing ausarten. Es sollte eine Konzentration auf solche Sachverhalte erfolgen, die häufig falsche Erwartungen und eine frühe Fluktuation bewirken.

Dabei sind ausgewogen auch positive Aspekte zu zeigen. Die Informationsquelle muss glaubwürdig sein. Als besonders glaubwürdige Quellen gelten Stelleninhaber, wenn der Bewerber mit ihnen allein sprechen kann. Weniger glaubwürdig wirken Jobseller wie zum Beispiel Rekruter. Das Medium der realistischen Tätigkeitsvorschau muss wirkungsvoll sein. So ist bei schriftlichen Materialien nicht immer sicher, dass sie gründlich und vollständig gelesen werden. Bei einer unstrukturierten Information durch Personen (Interviewer, Stelleninhaber) variiert die Vorschau in gewissem Maß aufgrund von individuellen und zufälligen Einflüssen. Videofilme, die aus praktischen und ökonomischen Gründen aber nur bei bestimmten Tätigkeiten und bei großen Bewerberzahlen in Frage kommen, erzielen oft durch Sehen und Hören eine relativ hohe Informationswirkung.

Referenzen und Literaturverzeichnis

Der Originalbeitrag enthält 54 Referenzen und 41 Fußnoten. Zu weiteren Auskünften treten Sie bitte mit dem Autor in Verbindung.

Zusammenstellung

Veröffentlichungen

Bau D., Jansen D.: Der UMC 0.18 Design Flow am Beispiel eines PDA-Processor-ICs, Workshop der MPC – Gruppe, Nr. 42, S.25-28, ISSN 1862-7102, Karlsruhe, Juli 2009

Behring H., Behring I.: „Ich bin nur vorübergehend hier“. Die Freiburger Theatergruppe Methusalems, Magazinbeitrag (8 Min.), in: Kulturzeit, SWR 2009

Behring H., Behring I.: Die Methusalems. Senioren auf Theaterbrettern, Dokumentarfilm, 30 Min., SWR 2009

Behring H.: Kino- und Filmstadt Freiburg, Kulturführer Freiburg, hg. von Medirata, Agentur für Kommunikation, S. 180 – 183, Freiburg 2009

Behring H.: Zehn Jahre „shorts“, das Offenburger Kurzfilmfestival, H.-U. Werner/R. Lankau (Hg.): Medien. Kreativität, Interdisziplinarität, Massenmedien und Kommunikation MuK 176/177, S. 164 – 167, Siegen 2009

Böhler F., Thiebes Ph., Geimer J., Santore J., Zahoransky R.: Hybrid Drive Systems for Industrial Applications, SAE_NA of SAE International Naples Section, Paper Series, Draft 09, ICE 0024, 2009

Böhler F., Zahoransky R.: Hybridantriebe für industrielle Anwendungen, VDMA Tagung, Uni KA, Hybridantriebe für mobile Arbeitsmaschinen, Tagungsband, WVMA, 2009

Bollin E., Da Costa Fernandes J.: Sustainable Energy Technology, Universities of Applied Sciences, Baden-Württemberg 2009/2010, BMBF, Kampagnenbroschüre German Initiative for Partnership in Green Technologies 2010, Research in Germany – Land of Ideas

Bollin E., Huber K., Scheck E., Jödicke D.: Projektübergreifendes Anlagenmonitoring mit System, Tagungsband 1. Solarthermie-Technologiekonferenz Berlin; 10.–11. Februar 2009

Bollin E., Huber K.: Kühlen mit der Sonne, horizontale 33 im Januar 2009, Verlag für Marketing und Kommunikation GmbH, Worms, ISSN: 1432-9174

Bollin E., Huber K., Scheck E., Jödicke D.: Ergebnisse des Langzeitmonitorings an solarthermischen Großanlagen durch die Hochschule Offenburg in Südwestdeutschland, PtJ-/BMU-Forschungsjahrbuch 2008 „Erneuerbare Energien“; Herausgeber FIZ Karlsruhe

Bollin E., Kuttruff U.: Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung in der neuen Energiezentrale für die Hochschule Offenburg, horizontale 33, Verlag für Marketing und Kommunikation GmbH, Worms, ISSN: 1432-9174, Januar 2009

Bollin E., Huber K., Scheck E., Jödicke D.: Erste Ergebnisse und Betriebserfahrungen des Detailmonitorings einer solarthermischen Anlage zur Unterstützung der Kälteversorgung eines Büro- und Verwaltungsgebäudes, Proceedings 19. Symposium Thermische Solarenergie; Bad Staffelstein; 6. – 8. Mai 2009

Bollin E.: Automation regenerativer Wärme- und Kälteversorgung für Gebäude, BHKS-Almanach 2009, Verlag Technische Gebäudeausrüstung Consulting GmbH, Bonn 2009

Bollin E.: Preface: International Marketing Campaign of the Research Cluster zafh.net, Proceedings des Symposium „Sustainable Energy Technology, Research in Germany „Land of Ideas“, Toronto, Chicago, Los Angeles, Phoenix, November 2009

Bollin E., da Costa Fernandes, Feldmann T.: Energy Monitoring and Innovative Building Automation – Demonstrational Building: Solar Info Center Freiburg/Germany, Kampagnenbroschüre Land of Ideas „Sustainable Energy Technology, Forschungsnetzwerk zafh.net, Universities of Applied Sciences, B-W 2009

Bollin E., Huber K., Scheck E., Jödicke D.: Large-Scale Solar Thermal Systems for Buildings in Germany, Fachbeitrag zur Kampagnenbroschüre Land of Ideas „Sustainable Energy Technology“, Universities of Applied Sciences, Baden-Württemberg, 2009/2010

Bollin E. (Beiträge und Herausgeber): Automation regenerativer Wärme- und Kälteversorgung von Gebäuden, Verlag Vieweg+Teubner Wiesbaden, 2009

Breyer-Mayländer T.: Was Technologie für Medien wirklich bedeutet: Innovations- und Technologiemanagement in der Medienbranche, Medien – Kreativität – Interdisziplinarität, MUK-Schriftreihe 176/177, S. 154 – 163, Werner H.-U./Lankau R. (Hrsg.) Universität Siegen, 2009

Breyer-Mayländer T.: Herausragend: Sieben Beispiele für professionelles Zeitungsmarketing in Deutschland, BDZV (Hrsg.); Zeitungen 2008; ZV Verlag Berlin 2009; S. 235 – 243

Breyer-Mayländer T.: Aktives Wertemanagement: Basis der Unternehmenskommunikation, Expert Verlag Renningen 2009

Breyer-Mayländer T.: Medienmanagement, Lehrmodule an Freien Journalistenschulen, Berlin, 2009

Bühler K.: Pattern Formation in rotating Fluids, Journal of Thermal Sciences Vol. 18, No. 2, p. 109 – 118, 2009

Christ A., Feišt M., Curticapean D.: Mobile learning a new paradigm of e-learning in optics and photonics, Education & Training in Optics & Photonics, p. 1 – 11, Paper 9.7.67, St. Asaph, North Wales, 2009

Christ A., Feišt M. (Hrsg.): SW-Architecture for Device independent Mobile Learning. Beitrag in: Architectures for Distributed and Complex M-learning Systems, Caballe et al. (Editors), IGI Global, Hershey, PA, USA 2009. ISBN: 1-60566-882-6

Curticapean D.: Optical sensors for intelligent automotive and aeronautical systems, ITT 09 – Innovation Technologique et Systemes de Transport, pag. 15 – 16, Paris 26. Oktober 2009

Curticapean D.: University for Children – The Magic of Light, Frontiers in Optics – Eday Program, Lessons & Activity Guides, pag. 15 – 26, Stanford University, Palo Alto, California, USA, 2009

Curticepean D., Meyrueis P.: Geschichte, Bilanz und Perspektiven der wissenschaftlichen Tätigkeiten und der technologischen Zusammenarbeit im Bereich der Photonik im Eurodistrikt, Buchkapitel „Der Eurodistrikt“ Editions de la Salde, ISBN 978-2-88892-088-5, 2009

Doherr D., Brahaj A.: Information Management beyond Digital Libraries: Alexander von Humboldt in the Web, PIK – Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation, 32 (2009) 3, S. 161 – 166, K.G. Saur Verlag, München, 2009

Doherr D.: Information Management beyond Digital Libraries, Praxis, Informationsverarbeitung und Kommunikation, Heft 3/2009

Doherr D.: Trends between Europe and the Americas, Programmheft, 5. Internationale AvH Konferenz Berlin, Juli 2009

Dorer K., Greenwood D., Dannegger D.: Dynamic Dispatching and Transport Optimization Real-World Experiences with Perspectives on Pervasive Technology Integration, Hawaii International Conference, HICSS-9 conference, IEEE Computer Soc. Hawaii, Januar 2009

Dorer K.: Modeling Human Decision Making using extended Behavior Networks. RoboCup 2009; Robot Soccer World Cup XIII, Springer Verlag, Heidelberg, ISBN: 978-3-642-11875-3

Dorer K.: Anstoß für Offenburger Robotik-Team auf der Hannover Messe, business-on.de Südbaden, 16. April 2009

Dorer K.: Informatiker bei Robocup auf Platz 3, business-on.de Südbaden, 11. Mai 2009

Feldmann T.: „Simulations gestützte Gebäudeautomation und Betriebsoptimierung“ in „Klimaschutz und Anpassung an die Klimafolgen“, Mahammad Mahmmadzadeh et. al. Institut der deutschen Wirtschaft Köln, Medien GmbH, ISBN 978-3-602-14847-9

Fischer D., Raffener S.: Embedded-Unit-Test und Mocking – mit Cmock, Proceedings, Embedded Software Eng. Kongress Sindelfingen, S. 202 – 210, Tagungsband Engineering and Software Entwicklung (ESE) Kongress 2009, ISBN: 978-3-8343-3

Jansen D., Fawaz N.: An Advanced Modulation Technique for Telemetry System used for Smart Capsuls, IEEE ACTEA Conference, p. 644 – 647, ISBN 9781424438341, Beirut, 2009

Jansen D., Fawaz N.: A Chip for the Electronic Pill, IC Europractice, Activity Report 2008, p. 24, Belgium, 2009

Jansen D., Vinh Q.L.: FHOJ: a new Java benchmark framework, World Academy of Science Publication, Engineering and Technology, 49, 2009

Junk S.: Application of 3D-Printing for the rapid prototyping of functional models, 4th International Conference on Advanced Research in Virtual and Rapid Prototyping, Leira, Portugal, 6. – 10.10.2009, ISBN: 9780415873079, Innovative developments in Design and Manufacturing, Verlag: Taylor & Francis Ltd. UK 2009

Feldmann T.: Betriebsoptimierung von Gebäuden und Anlagen, Biberacher Forum Gebäudetechnik, Wissenschaft und Praxis, Band 153, ISSN 1615-4266, 11./12. März 2009

Feldmann T.: Predictive Operation of Sustainable Buildings, Proceedings des Symposium „Sustainable Energy Technology“ Marketing-Kampagne Research in Germany “Land of Ideas“, Toronto, Chicago, 9. und 11. Februar 2009

Fischer D.: Software-Metriken gezielt einsetzen, Proceedings, Embedded Software Engineering Congress Sindelfingen, ESE Kongress 2009, ISBN: 978-3-8343-2402-3

Kreker A., Durrenberger M., Bau D., Zowislok F., Jansen D.: Grafische Oberfläche für SIRIUS Prozessorkern auf FP-GA, Workshop der MPC – Gruppe, Künzelsau, Nr. 41, S.67 – 70, ISSN 1862-7102, Februar 2009

Lankau R.: Der „Deal“ mit der Realität – Medienwirklichkeit(en) und die Verantwortung der Lehrenden in Medienstudiengängen, bei: 12. Buckower Mediengespräche. Mediale Tabubrüche, Klaus-Dieter Felsmann, S. 135 – 144, München: kopaed, 2009

Lankau R.: Kreativität: Gegen den Strich gebürstet, Werkstattberichte aus dem MedienNeuBau(Haus), Massenmedien und Kommunikation MUK, Bd. 176/177, S. 13 – 26, Univ. Siegen 2009

Mayer A.: Nonlinear Acoustics Waves Localized at Crystal Edges, Conference Proceedings, IEEE Ultrasonic Symposium, Rom 2009 (to be published in 2010)

Mayer E.: Four-Wave Interaction in 2D Periodic Structures, Conference proceedings, IEEE Ultrasonic Symposium, Rom, 2009

Müller S.: Entdeckungsreise in die Logistik: Auf den Spuren mehrerer Jahrzehnte Forschung, Märkte, Anwendungsfelder und Technologien in der Logistik: Ergebnisse und Reflexion von 20 Jahren Logistikforschung. Wiesbaden, S. 3 – 22, Gabler Verlag, 2009

Müller S.: Serviceinteraktionen bei Logistikdienstleistern: Konzeptionalisierung und Operationalisierung, Entdeckungsreise in die Logistik, Märkte, Anwendungsfelder und Technologien in der Logistik, S. 3 – 22, Gabler Verlag, 2009

Müller S.: Serviceinteraktionen bei Logistikdienstleistern: Konzeptionalisierung und Operationalisierung, Ergebnisse und Reflexion von 20 Jahren Logistikforschung, GablerVerlag, S.185–209, Wiesbaden, 2009

Müller S., Klaus P.: Die Zukunft des Ladungsverkehrs in Europa: Ein Markt an der Schwelle zur Industrialisierung, DVV Media Group Hamburg, ISBN 978-3-87154-397-5, 2009

Müller S., Klaus P.: More Expensive or Too Expensive?- Calculating Delivery Costs in Europe, Direct Store Delivery: Concepts, Applications and Instruments, Springer Verlag, ISBN 978-3-540-77213-2, 2009

Müller S., Klaus P.: Die Zukunft des Ladungsverkehrs in Europa: Ein Markt an der Scwelle zur Industrialisierung, DVV Media Group Hamburg, ISBN 978-3-87154-397-5, 2009

Reich W., Hilterhaus R., Hertz A.L., Ordonez N.: Active noise control including feedback path cancellation, Proceedings of EURONOISE Conference 2009, Edinburgh, Scotland, 26.–28. Oktober 2009

Rohbock U., Jagoda M.: Kreativität im Management, Werner/Lankau (Herausg.): Medien. Universitätsverlag-Siegen, ISSN 07213271, 2009

Scheck E., Bollin E., Huber K., Jödicke D.: Prädiktive Betriebsführung solarthermischer Anlagen. Wetterprognosen, Nutzerprognosen, Anlagensimulation, Tagungsband 1. Solarthermie-Technologiekonferenz Berlin; 10.–11. Februar 2009

Scheck E., Bollin E., Huber K., Jödicke D.: Solarunterstützte CO₂-neutrale Nahwärmeversorgung in Holzgerlingen. Betriebserfahrungen und Anlagen-Optimierungen, Proceedings 19. Symposium Thermische Solarenergie; Bad Staffelstein; 6. – 8. Mai 2009

Schüssele L., Magana M., E., Bogya R.: Model Matching Approach in RF Power Amplifier Linearization. Wireless Personal Communications, "Wireless Personal Communications", Springer Netherlands, ISBN: 0929-6212, 1572-834X, Volume 48, Nr.3, S.395 – 409, Februar 2009

Spangenberg B., Göcer M., Hoferer K., Zipfel J.: A new Method for the Quantification of Paraquat, Diquat, Difenzoquat, Mepiquat and Chloromequat in Water by Thin-Layer-Chromatography, Journal of Planar Chromatography 22, p. 59–63, 2009

Spangenberg B., Hiegel K.: A new Method for the Quantification of Dequalinium-Cations in pharmaceutical Samples by Absorption and Fluorescence Diode Array Thin-Layer-Chromatography, Journal of Chromatography, A. 1216, S. 5052 – 5056, 2009

Spangenberg B., Broszat M., Brämer R.: Melamin in Milch, Chemie, Pharma and Food, GIT Verlag GmbH & Co. KG, S. 241 – 243, Darmstadt 2009

Stroka J., Doncheva I., Spangenberg B.: Determination of Sucralose in Soft Drinks by HPTLC. Interlaboratory Study, Journal of AOAC (Association of Official Analytical Chemists) International, 92, S.1153-1159, 2009

Werner H.-U.: Hörbare Daten, klingende Geräte und gestaltete Hörfahrungen, Funktionale Klänge. G. Spehr (Hrsg), ISBN 978-3-8377-1168-7, Mai 2009

Werner H.-U.: Einklang, Vielklang, Allklang, Handbuch für Akustische Kreativität in Klangökologie und Soundscape-Design, 2009

Werner H.-U.: Hörbild „Scruf“ Acoustic Environments in Change, Universitätsverlag Tampere, Finnland

Wilke A., Zell C., Matern A., Duri T.: Mathematische Beschreibung des Einflusses der Zelldichte auf die Leistungseffizienz einer mikrobiellen Brennstoffzelle, Analytik News Online; Magazin www.analytik-news.de, 7. August 2009

Zahoransky R., Böhler F.: Hybrid Drive Systems for Industrial Applications, Tagungsband 5th International Commercial Powertrain Conference, Graz, Österreich, 28. – 29. April 2009

Zahoransky R., Dorn B.: Non-Esterified Plant Oils as Fuel-Engine Characteristics, Emission and Mutagenic effects of PM, SAE_NA of SAE International Naples Section, Paper Series, Draft 09, ICE 0024, 2009

Zahoransky R., Schelling U., Bollin E., Oehler H.: Energietechnik-Systeme zu Energieumwandlung- Kompaktwissen für Studium und Beruf, Vieweg Verlag, 4. Auflage, 454 Seiten, ISBN 978-3-8348-0488-4, 2009

Ziegler C.: A phenomenological model for the material behaviour of elastomers due to multi network chains; Constitutive Models for Rubber VI, Proceedings of the 6th European Conference on Constitutive Models For Rubber, ECCMR 2009, Dresden, ISBN 978-0-415-56327-7, 7. – 10. September 2009

Zowislok F.: Cache-Speicher für den Softprozessor SIRIUS mit DDR-Interface, Workshop der MPC - Gruppe, Karlsruhe, Nr. 42, S.59-70, ISSN 1862-7102, Juli 2009

Vorträge

Bollin E.: Nachhaltige Energieversorgung in Deutschland, ie-Forum im Rahmen der Industriemesse ie-Messe, Freiburg, 22. Januar 2009

Bollin E.: Research in Germany: „zafh.net Research Group as Part of Research Campaign Land of Ideas“; Sustainable Energy Technology in Germany and Canada, BMBF im Rahmen der Marketing-Kampagne Research in Germany “Land of Ideas“; Ontario Investment and Trade Centre, Toronto, 9. Februar 2009

Bollin E., Huber K., Scheck E., Jödicke D.: Projektübergreifendes Anlagenmonitoring mit System, 1. Solarthermie-Technologiekonferenz Berlin; 10.–11. Februar 2009

Bollin E., Huber K., Scheck E., Jödicke D.: Prädiktive Betriebsführung solarthermischer Anlagen. Wetterprognosen, Nutzerprognosen, Anlagensimulation, 1. Solarthermie-Technologiekonferenz Berlin; 10.–11. Februar 2009

Bollin E.: Automation regenerativer Wärme- und Kälteversorgung für Gebäude, Intelligente Gebäudeautomation; Bundesindustrieverband Heizung-, Klima-, Sanitärtechnik/Technische Gebäudesysteme e.V. F, 11. März 2009

Bollin E.: Energiemanagement auf Basis von Anlagenmonitoring und Gebäudeautomation, Klinergie 2020 – Erneuerbare Energien und Energieeffizienz in deutschen Kliniken, sic Freiburg, 25. März 2009

Bollin E., Huber K., Scheck E., Jödicke D., Gammoh F.: Solarunterstützte CO₂-neutrale Nahwärmeversorgung in Holzgerlingen Betriebserfahrungen und Anlagen-Optimierungen, 19. Symposium Thermische Solarenergie; Bad Staffelstein; 6.–8. Mai 2009

Bollin E., Huber K., Scheck E., Jödicke D.: Erste Ergebnisse und Betriebserfahrungen des Detailmonitorings einer solarthermischen Anlage zur Unterstützung der Kälteversorgung eines Büro- und Verwaltungsgebäudes, 19. Symposium Thermische Solarenergie, Bad Staffelstein, 6.–8. Mai 2009

Bollin E.: Heizen und Kühlen mit großen Solaranlagen, im Rahmen des Fachseminars „Energie - aber wie?“ Wirtschaftsministerium BaWü, Ingenieurkammer Baden-Württemberg, Offenburg, 6. Juli 2009

Bollin E.: Heizen und kühlen mit großen Solaranlagen im Rahmen des Fachseminars „energie – aber wie?“ Wirtschaftsministerium BaWü, Ingenieurkammer Baden-Württemberg, Brühl, 15. Juli 2009

Bollin E.: Heating and Cooling with Renewable Energy – Applied Sciences at University of Applied Sciences Offenburg, Energy Forum Estonia, Veranstalter: bw-i und EAS Enterprise Estonia, Konstanz, 16. Juli 2009

Bollin E.: Solare Wärme für Großanlagen zum Heizen und Kühlen, Veranstalter: KEA Baden-Württemberg GmbH, Gewerbe-Akademie Offenburg, 21. Oktober 2009

Bollin E., Jödicke D.: Große solarthermische Anlagen für Heizung, Warmwasser und Kühlen – Technik, Wirtschaftlichkeit, Ökologie; Forum „Klimaschutz und Neue Energien 9“, Universität Freiburg, 31. Oktober 2009

Bollin E.: Research in Germany: zafh.net Research Group as Part of Research Campaign Land of Ideas“; Symposium “Sustainable Energy technology in Germany and the U.S”, BMBF im Rahmen der Marketing-Kampagne Research in Germany “Land of Ideas“; Andaz West Hollywood, 9. November 2009

Bollin E.: Prediktive operation of Sustainable Buildings; Symposium „Sustainable Energy technology in Germany and the U.S., BMBF im Rahmen der Marketing-Kampagne Research in Germany „Land of Ideas“, Hyatt, Phoenix, U. S. A., 11. November 2009

Bollin E.: 10 Jahre solarthermische Großanlagen im Südwesten Deutschlands, Erfahrungsbericht, Fachtagung Mehrfamilienbauten effizient sanieren, Veranstalter: Dezernat für Umwelt, sic Freiburg, 20. November 2009

Bollin E.: Heizen und kühlen mit großen Solaranlagen, Fachseminar, Veranstalter: Wirtschaftsministerium: „Energie – aber wie?“, Ravensburg, 24. November 2009

Bollin E.: Verbesserte Energieeffizienz durch Prädiktive Gebäudeautomation, im Rahmen des Fachseminars „Energie – aber wie?“ Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, Ingenieurkammer Baden-Württemberg, Ravensburg, 24. November 2009

Bollin E.: Heizen und kühlen mit großen Solaranlagen“ im Rahmen des Fachseminars „Energie – aber wie?“, Veranstalter: Wirtschaftsministerium BaWü., Böblingen, 9. Dezember 2009

Breyer-Mayländer T.: Wert der Werte?: Ethik in Unternehmenskommunikation und Unternehmensalltag, Informationstag 2009 des Handwerksverbands Metallbau und Feinwerktechnik Baden-Württemberg, Offenburg, 20. Juni 2009

Breyer-Mayländer T.: Handel in der Krise? Schlussfolgerungen für Stadt und Standortmarketing, Werbetreff des Schwarzwälder Boten, Rottweil 23. September 2009

Bühler K.: Strukturbildung in rotierenden Strömungen, Festkolloquium 80. Geb. von Professor Dr.-Ing., Dr. techn. E. h., Dr. h. c. Jürgen Zierep, Universität Karlsruhe, 23. Januar 2009

Bühler K.: Flow Pattern induced by interacting rotating spheres, 16th International Couette-Taylor Flow Workshop, Princeton University, NJ 9. – 11. September 2009

Christ A., Feißt M., Curticaean D.: University For Children – The Magic of Light, Education & Training in Optics & Photonics, Photonics Academy St Asaph, North Wales UK, 5 Juli 2009

Christ A., Feißt M., Curticaean D.: Mobile learning a new Paradigm of e-Learning in Optics and Photonics, Education and Training in Optics and Photonics (ETOP), St. Asaph, UK, 5. – 7. Juli 2009

Christ A., Feißt M., Sultana R., Mosslemi M.: A Collaborative Story Building Game Based on a Flashcard System, Proceedings of 15th annual Sloan-C International Conference on Online Learning, Orlando, Florida, USA, 28. – 30. Oktober 2009

Curticaean D., Neculae A.: Numerical Study on Radiative Heat Transfer and Boundary control of Glass fibers Cooling Process, West University of Timisoara, Faculty of Physics, Rumänien 2009
Optical sensors for intelligent automotive and aeronautical systems, ITT 09 – Innovation Technologique et Systemes de Transport, pag. 15 – 16, Paris, 26. Oktober 2009

Curticaean D.: University for Children – The Magic of Light, Frontiers in Optics – EDay 2009, Frances C. Arrillaga Stanford Alumni Center Mc Graw Hill, Stanford University, Palo Alto, California USA, 15. Oktober 2009

Da Costa Fernandes J.: Centre of Applied Research – Sustainable Energy Technology“, Poster des Forschungsnetzwerk zafh.net, Forschungsmarketing-Kampagne „German Initiative for Partnership in Green Technologies“ auf der WEFTEC, Orlando-Florida/USA, 10. – 14. Oktober 2009

Doherr D.: Alexander von Humboldt im Netz: Die digitale Bibliothek als Wissenschaftlernetzwerk, Sun Summits Bibliotheken von Kassel, Universitätsbibliothek, Link: <http://de.sun.com/sunnews/events/2009/bibsummit/lectures.jsp>, 18. März 2009

Doherr D.: Technological challenges of interdisciplinary and multilingual data in the hdl, London, Conference Romantic Disorder, Link: http://www.bbk.ac.uk/eh/research/research_conferences/romantic_disorder/programme, 18. – 20. Juni 2009

Doherr D.: Interactive Editor Notes as a Scientific Network in Humboldt Digital Library, Fifth International and Interdisciplinary Alexander von Humboldt Conference, Berlin, 27.–31. Juli 2009

Feldmann T.: Predictive Operation of Sustainable Buildings“; Symposium „Sustainable Energy Technology, Toronto, 9. Februar 2009

Feldmann T.: Betriebsoptimierung von Gebäuden und Anlagen, 10. Biberacher Forum Gebäudetechnik 11./12. März 2009

Feldmann T.: Predictive Operation of Sustainable Buildings, Symposium Sustainable Energy Technology im Auftrag des BMBF im Rahmen der Marketing-Kampagne Research in Germany “Land of Ideas, Chicago, 11. Februar 2009

Jansen D., Fawaz N., Durrenberger M., Bau D.: Posterpräsentation auf dem 20 Jahre Europractice-Workshop, ePille – ASIC, Leuven, Belgien, 17. September 2009

Schmidt C., Sängler V., Endres J.: Hybride Lernarrangements Informatik-Lehre an der Hochschule Offenburg, Lektüre Notes in Informatics, DeLFI 2009, pp. 139 – 150, 7. E-Learning Fachtagung Informatik, Berlin, 16. September 2009

Spangenberg B.: Aflotoxins in Figs. An analytical Problem?, 8th Balaton Symposium on High performance Separation Methods, Siofok, Ungarn 2. – 4. September 2009

Werner H.-U.: KLANGBILD: Akustische Kreativität in der Soundscape und im Design, Universität St. Pölten, A, 14. – 16. Mai 2009

Werner H.-U.: Studs Terkel und die Oral History, Universität Salzburg, im Fachbereich Kommunikationswissenschaft, Salzburg, 11. November 2009

Werner H.-U.: Media Soundscapes im Bachelor und Audiovisuelle Komposition im Master, University of Syracuse, FL, USA, 14. April 2009

Ziegler C.: A phenomenological model for the material behaviour of elastomers due to multi network chains; Constitutive Models for Rubber VI, Proceedings of the 6th European Conference on Constitutive Models For Rubber, ECCMR 2009, ISBN 978-0-415-56327-7, Dresden, 7. – 10. September 2009

Technische Berichte

Escobar L. P., Jansen D.: Translation of the ASIC-Homepage, HS OG, IAF 01/2009

Volk T., Jansen D.: SEAGsens-Temperature Monitoring Device with RFID Performance, HS-OG, IAF 02/2009

Volk T., Jansen D.: SEAGsens-Fertigungsunterlagen (Temperaturüberwachungsgerät mit RFID-Technologie), HS-OG, IAF 03/2009

Zahoransky R., Reith J.: Mikrowellenbasierte Behandlung von Gasen, HS-OG, IAF 04/2009

Teilnahme an Messen und Ausstellungen

Bollin E.: AAAS Chicago: Messestand im Rahmen der BMBF-Forschungsmarketing-Kampagne „German Initiative for Partnership in Green Technologies – Land of Ideas“, Chicago, 13.–15. Februar 2009

Bollin E.: Intersolar 2009, Neue Messe München, Gemeinschaftsstand Baden-Württemberg International, München, 27. – 29. Mai 2009

Bollin E.: Greenbuild 2009, Messestand im Rahmen der BMBF-Forschungsmarketing-Kampagne „German Initiative for Partnership in Green Technologies – Land of Ideas“, Phoenix Arizona, U. S. A., 10. – 12. November 2009

Da Costa Fernandes J.: Ecogerma 2009, Trade Fair and Congress on Sustainable Technologies, Messestand, BMBF-Forschungsmarketing-Kampagne, German Initiative for Partnership in Green Technologies, São Paulo – Brasilien, 12. – 15. März 2009

Huber K.: Poleko 2009, Poznan International Fair, Messestand auf dem Gemeinschaftsstand des BMBF, Poznan, 24. – 27. November 2009

Recruiting-Messe der Hochschule Offenburg, 25. November 2009

VDE Summer University – Fit for future, Hochschule Offenburg, 8./9. September 2009

Erfindungen

Hochberg U.: Feldflussfraktionierung zur Trennung von Partikeln mit Hohlflasermodulen von Prof. Hochberg und externe Miterfinder, AZ: 09/104 TLB vom 25. Juni 2009

Jansen D., Volk T.: „Elektronische Pille zur steuerbaren Abgabe einer Substanz, insbesondere eines Medikaments, in einem menschlichen oder tierischen Körper, unter Aktenzeichen PA 102009017662.4, PCT/DE2009/001213, Anmeldung vom 4. März 2009

Schröder W.: Präzisionsführung für fliegenden Kameraträger, AZ: 09/072 TLB vom 25. Juni 2009

Schröder W.: Vermessung von Windgeschwindigkeitsprofilen mittels geregelttem Helikopter, AZ: 09/067 TLB vom 29. Juni 2009

Schröder W.: Dynamische Kalibration eines 3-Achs-Magnetometers, Erweiterung auf die Kalibration einer inertialen Meßeinheit, AZ: 09/071 vom 9. Juli 2009

Abgeschlossene Promotionen

Fawaz N.: „Biomedical Telemetry Application of an Electronic Capsule with Enhanced Performance“, Universität Karlsruhe, 29. Juli 2009, Betreuung durch Prof. Jansen

Laufende Promotionen

Ortega V.: Ramanspektrometer, IAF Offenburg, Betreuung durch Professor Dr. Schröder

Master Thesis WS 2008/2009

Dwitama A.: Design and Development of Geographical Addressing and Routing Software for Vehicular Ad-hoc Networks (VANETs), NEC Europe Ltd., NEC Laboratories Europe, Heidelberg

Fedurin N.: Modelling the Coexistence of NGSO Satellite Systems and Terrestrial Radio Communication Systems Using C#, LS Telekom AG, Lichtenau

Gottlieb A.: Darstellung eines Prozesses zur Visualisierung von CFD-Berechnungsergebnissen, Daimler AG, Abt. CAE Commercial Vehicles, Stuttgart

Ignatov V.: Large-scale Game Content Production Management, Spellbound Entertainment AG, Kehl

Tennyson D. M.: Design and Construction of a Laboratory Apparatus to Study the Natural Convection in a Vertical Duct under Typical Conditions Found in an Electric Power Transformer, Tecnologico de Monterrey and Prolec GE, Monterrey N.L., Mexiko

Zafeiriou T.: Domain-Aware Web Crawler, European Dynamics, Marousi/Athen, Griechenland

Master Thesis SS 2009

Dietmann D.: Qualitätssicherung der laboratoriumsmedizinischen Untersuchungen im Epilepsiezentrum Kork nach den Richtlinien der Bundesärztekammer 2008 (Teil A), Diakonie Kork, Kehl

Galicia Parades D. G.: Implementation of Spectral and Spatial Interference Calculation Algorithms for the Modeling of Non-Geostationary-Satellite Systems, LS Telekom AG, Lichtenau

Grünwald W.: Design of a smart antenna for cellular phones for minimal radiation absorption by the human brain/body, Oregon State University, Oregon, USA

Hadziewicz E.: Zukunftsorientierte Effizienzsteigerung im Bereich Suchmaschinenoptimierung. Konzeption weiterführender Strategien unter Berücksichtigung der Webanalyse, avenit AG, Offenburg
Koeppel F.: Entwicklung einer pneumatischen Großflächensämaschine, Kuhn S.A., Saverne Cedex, Frankreich

Kubrak B.: Development of a New Thermal CFD Model for Brake Cooling, Renault F1 Team Ltd., Oxford, Vereinigtes Königreich

López Hernández A. H.: Optimization of the Tendering Process of Power Plants through the Development of a Database, ALSTOM (Switzerland) Ltd., Baden, Schweiz

Müller B.: Entwicklung eines Betriebsbüros zur Optimierung und Steuerung der Fernsehproduktionsprozesse innerhalb der WDR-Abteilung, TV-Produktion Düsseldorf, WDR Studio, Düsseldorf

Rojas Quintero D. A.: Analysis and Improvements of Navigation Software Testing, NOKIA Gate 5 GmbH, Berlin

Volk T.: Entwicklung eines passiven elektrischen Implantats zur Diagnose der Vitalfunktionen von Kleintieren mit programmierbarem Neurostimulator (PetScan), Hochschule Offenburg

Zowislok F.: Entwicklung eines 4-fach assoziativen Cache-Speichers für ein 32-Bit-Mikrocontrollersystem in VHDL, Hochschule Offenburg

Diplomarbeiten WS 2008/2009

Auerbach W.: Zielgruppenorientierter Konzeptentwurf eines Marketing – Events am Beispiel des Achterbahn – Produkt – Launch 2009 im EUROPA-PARK unter besonderer Berücksichtigung der Kunden von MACK RIDES, Europa-Park, Rust

Becherer C.: Hard- und softwaretechnische Konzeption sowie Umsetzung eines Messinstruments zur Untersuchung der Drehzahlsensorik in Kraftfahrzeugen, IAV GmbH, München

Branz P.: ‚Effizienz und Effektivität von Marketingkooperationen‘ – Erfolgsmessung anhand einer strukturierten Input-Output-Bewertung, Noshokaty Döring & Thun GmbH, Berlin

Budig S. C.: ‚You’ll never walk alone‘ - Ein Dokumentarfilm im Direct-Cinema-Stil über jugendliche Fußballfans von Rot-Weiß Essen, Hochschule Offenburg

Christmann T.: Businessplan und Marketingkonzept für einen Kletterwald in Schweden, Hochschule Offenburg

Dombek A.: Ansteuerung eines luftgelagerten Drehtischs, Genesys Elektronik, Offenburg

Eckmann H.: Applikation von Dual-Fuel-Nachrüstsystemen für Dieselmotoren, Heinzmann GmbH + Co KG, Schönau

Endres J.: Rich Internet Applications auf dem Desktop - Entwicklung von Anwendungen für die Adobe Integrated Runtime, Hochschule Offenburg

Foß S.: Konzeptvergleich zur Abkoppelung von Nebenaggregaten an einem R4-Ottomotor, Audi AG, Ingolstadt

Fürnstahl M.: „Von der Idee ins Fernsehen“ am Beispiel einer Sendung der Janus TV GmbH, Janus TV GmbH, Ismaning

Gaiser Y.: Ultra wideband indoor localization algorithms and implementation in MATLAB, Oregon State University, Oregon, USA

Gambert D.: Konzeption und Produktion Musikvideoclips „Rock Rainer“, Hochschule Offenburg

Haas F.: Optimierung der Quenche in den Direktabsaugungen der BSW-Elektroöfen, Badische Stahlwerke GmbH, Kehl

Hornung C.: Untersuchung von zwei Common Rail Injektortypen für Industriemotoren, Heinzmann GmbH + Co. KG, Schönau

Kabelitz T.: Entwicklung eines mobilen Serviceberaters und Rekrutierungs-Konzepts am Beispiel von Mercedes-Benz UK, Daimler AG, Stuttgart

Klausmann T.: Aufbau und Test eines neuartigen Heterodynmesverfahrens für die optoelektronische Entfernungsmessung, SICK AG, Waldkirch

Kreker A.: Entwicklung eines PDA-Demonstrators mit OLED-Display, Touchscreen und grafischer Bedienoberfläche mit dem FHO-Prozessor SIRIUS, IAF Hochschule Offenburg

Metzinger M.: Analyse der Störanregung von trockenen Doppelkupplungssystemen, LuK GmbH + Co. oHG, Bühl

Myrcha A.: Optimierung der HPTLC-Methode zur Milchfettbestimmung und die Etablierung der Online-Methode, Hochschule Offenburg

Peuser S.: Meinungsführer im Web 2.0 – Eine Analyse mittels Opinion Mining, Interone Worldwide GmbH, Köln

Pertschy W.: Elektronische Charakterisierung von plasmagespritzten Hochtemperaturbrennstoffzellen (SO FC) in metallischen Gehäusen bei unterschiedlichen Betriebszuständen, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Stuttgart

Prieschl J.: Konzeption, Realisierung und Controlling von Web-TV für den SWR, Südwestrundfunk, Baden-Baden
Rienth A.: „Dark Days“ – Konzeption und Produktion eines Animationsfilms, Hochschule Offenburg

Roser S.: Grundlagenuntersuchung von Schenkelfedern für Doppelkupplungen im Traktorenbereich, LuK GmbH + Co. oHG, Bühl

Streubel M.: Entwurf einer Befeuchtungsregelung für ein Brennstoffzellensystem, Robert Bosch GmbH, Stuttgart

Welle C.: Bestimmung der Mykotoxin Aflatoxin B1, Zeralenon und Deoxynivalenol in Futtermitteln mittels LC – MSIMS, Chemisches Untersuchungslabor Dipl.-Chem. Dr. J. Zipfel, Offenburg

Wenkel A.: Workflowoptimierung für die SWR-Produktion „Die Fallers“ in HD unter Berücksichtigung einer bandlosen Bearbeitung, Südwestrundfunk, Baden-Baden

Wittek, M.: Businessplan und Marketingkonzept für einen Kletterwald in Schweden, Hochschule Offenburg
Zenker F.: „Ex-Jugo-Punk“ – Experimental-Dokumentarfilm, Hochschule Offenburg

Zeller C.: Wetterdatenintegration in die Gebäudeleittechnik, Sauter-Cumulus GmbH, Freiburg

Diplomarbeiten SS 2009

Debacher H.: Konzeption eines Vierventil – Rennmotors, Hochschule Offenburg

Koffi A.: Analyse des Stands der Technik bei 3D-Koordinatenmessgeräten, Hochschule Offenburg

Wiegert M.: Erstellung eines Entwurfs einer Doppelkupplung mit linearer Verschleißkompensation, LuK GmbH + Co. oHG, Bühl

Bachelor WS 2008/2009

Bauer M.: Konzeptionelle und redaktionelle Überarbeitung des Online-Magazins letmeentertainyou.de, ORSAY GmbH, Willstätt

Bieselin T.: Handbuch für quasitrockene Rauchgasreinigung, Dantherm GmbH, Friesenheim

Feucht T.: Entwicklung und Aufbau eines Ventilstands inklusive Steuerungskonzept mit Einstoffdüsenteknik zum Eindüsen von Heißwasser im Abgas, Badische Stahl-Engineering GmbH, Kehl

Hehn T.: PDF und Flash vereint – die neuen Möglichkeiten, Hochschule Offenburg

Hendel F.: Entwicklung eines Marketingkommunikationskonzepts mit der Zielgruppe 50plus eines Autohauses, Autohaus Link, Lahr

Nußbaum T.: Innovative Leadgenerierung mit der Förderinitiative Mittelstandsprogramm, CAS Software AG, Karlsruhe

Schäfer B.: Optimierung vorhandener Energiekonzepte von KASTO-Produkten am Beispiel der Hauptantriebskomponenten für Lagersysteme, c/o KASTO Maschinenbau GmbH & Co.KG, Achern

Schäfer J.: Aerodynamische Optimierung der Außenhaut des „Schluckspecht City“ mittels numerischer Strömungsmechanik (CFD), Hochschule Offenburg

Sterk S.: Entwicklung eines Evaluationsystems mit dem Microcontroller S12XD256 zur Anwendung im Labor Embedded Systems, Hochschule Offenburg

Waak K.: Karrierewebsites als E-Recruiting-Instrument im „War for Talents“, Virtual Identity AG, Freiburg

Weiss A.: Empfehlungsmarketing für eine Gesundheitsmarke, Glaxo Smith Kline Consumer Healthcare GmbH & Co. KG, Bühl

Weyreter M.: Entwicklung eines Evaluationssystems mit dem Microcontroller S12XD256 zur Anwendung im Labor Embedded Systems, Hochschule Offenburg

Wissert T.: Verbesserung des IT-Qualitätsmanagements durch Einführung eines standardisierten Projekt-Review-Prozesses, Burda Digital Systems GmbH, Offenburg

Zoller F.: Entwicklung und prozesstechnische Optimierung eines Niedertemperaturspülprozesses für den Airline-Catering-Bereich, Hobart GmbH, Offenburg

Bachelor SS 2009

Bäder S.: Überarbeitung einer Wärmeübertragungseinheit und Charakterisierung von Solarluftkollektorfeldern in Pilotanlagen, Kollektorfabrik, March

Beile H.: Optimierung einer raumlufttechnischen Teilklimaanlage in der Bahnhofszeile in Freiburg, Axima GmbH, Freiburg

Gaugenrieder T.: Konzeption und prototypische Umsetzung des WebTV-Formats CLOSEUP im Rahmen der Liveübertragung des „Shell eco-Marathon“, Hochschule Offenburg

Kamann R.: Aufbau eines Stellantriebes auf Basis eines Schneckengetriebes mit hinsichtlich Effizienz optimiertem Wirkungsgrad, AUMA Riester GmbH + Co KG, Müllheim

Kosakowski A.: Control System Design and Simulation of a Stirling Engine, Hamk University of Applied Sciences, Valkeakoski, Finnland

Kurtschenko A.: Entwicklung und Redesign einer anwendungsspezifischen integrierten Schaltung zur Messung und Erfassung von EKG-Signalen, Hochschule Offenburg

Landschütz A.: Auslegung und Konstruktion eines niederdruckseitigen Regelventils für eine Schweröl-Common-Rail Hochdruckpumpe, Heinzmann GmbH + Co KG, Schönau

Maus D.: wereto-Konzeption und Umsetzung eines interaktiven Messeplans im Internet, Hochschule Offenburg

Meßmer J.: Gewerbliche Nutzung von Synthesegas aus der Holzvergasung in einer Ziegelei, XyloPower AG, Freiburg

Niebel A.: Untersuchung des Skalierungsgesetzes der Mikrostrukturen von Schmetterlingsschuppen, Forschungszentrum Karlsruhe, Eggenstein-Leopoldshafen

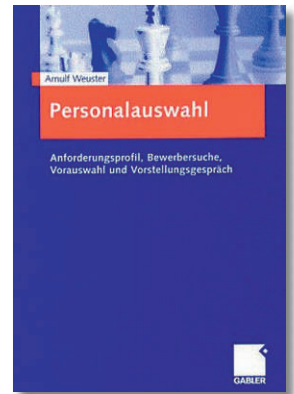
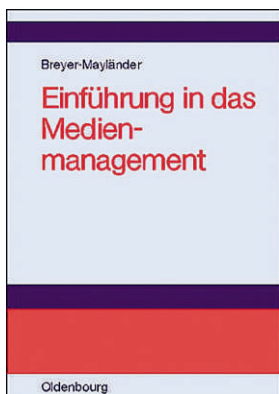
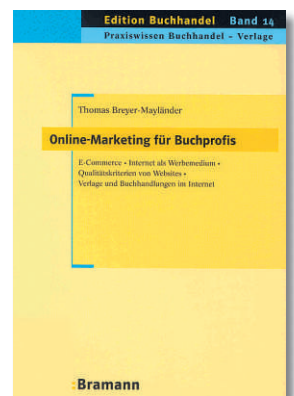
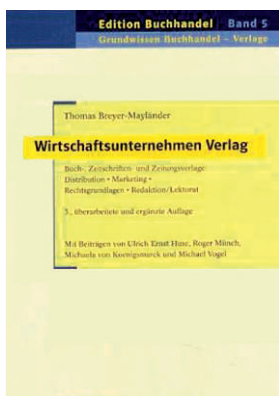
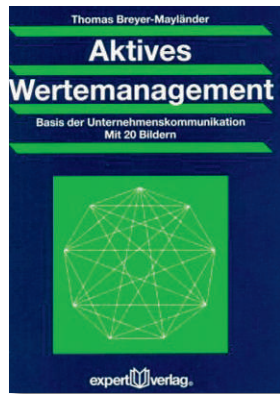
Rießle T.: Potenzial für Biogasanlagen im badenova – Gebiet, badenova AG & Co. KG, Freiburg

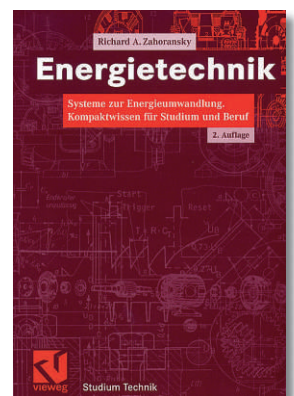
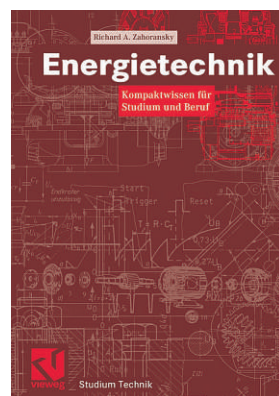
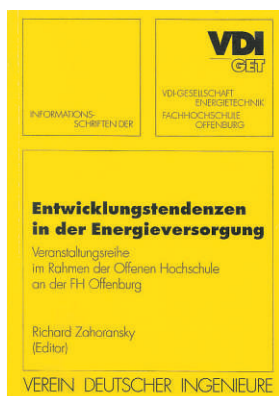
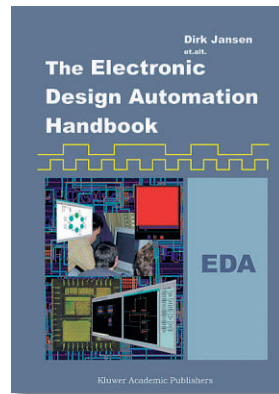
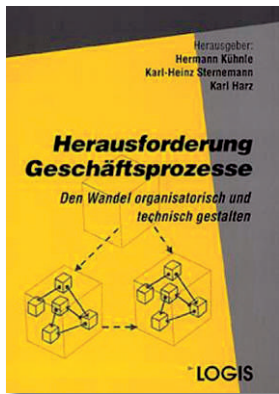
Sutschek P.: Erstellung und Realisierung eines Marketing-Konzeptes für neue und erweiterte amapolis-Software-Produkte, Amapolis IT Services GmbH, Stuttgart

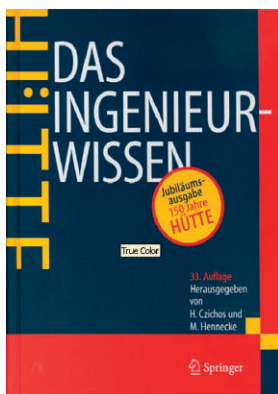
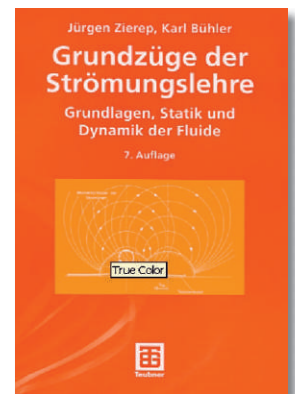
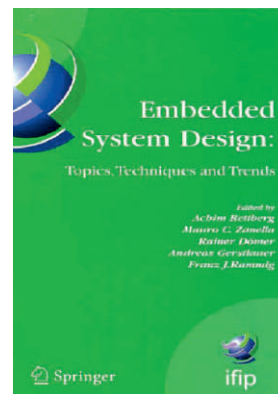
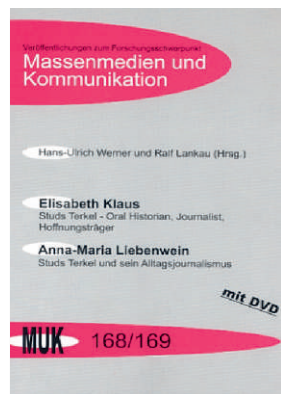
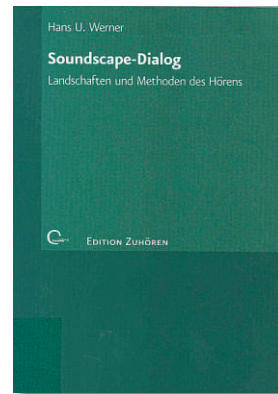
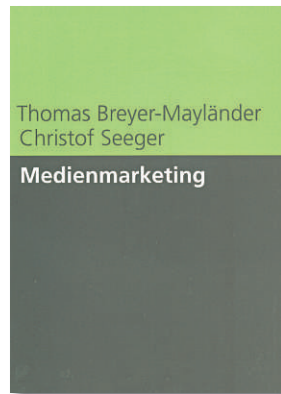
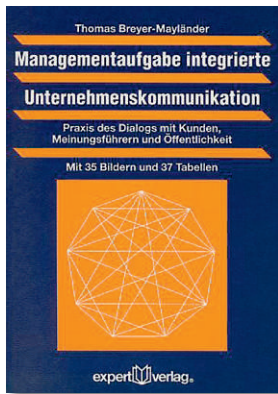
Wust C.: Strategie einer integrierten Unternehmenskommunikation für das Kulturstadion 2009, Interzentral GmbH, Berlin

Zakaria M. I.: Konstruktive Überarbeitung eines Zylinderkopfs, Hochschule Offenburg

Werbung in eigener Sache







Stichwortverzeichnis

μSens	28	E -Book	102	Hybridantriebssystem	29
2D/3D visualization	35	E-Book-Readers „Kindle“	102	Hybride Lernarrangements	79
3D-Drucken	99	Echtzeit	95	Hybridsteuergerät	29
3D-Modell	99	Eco-Marathon	39, 86	I mpaktor	39
3D-Scanner	99	Einfügeheuristiken	95	Implantatapplikation	25
A dsorptionskälteanlage	61	Einnahmen	17	Implantatelektronik	25
Adsorptionskältemaschinen	61	Eintrittsbereitschaft	110	Interferenzmuster	53
agentenbasierte Systeme	95	EKG	25	Intermedialität	87
Air Traffic Control	35	Elektronische Pille (ePille®)	25	K analkapazität	46
Akustischen Fotografie	87	Energiebilanz	65	Katheter	25
Alexander Humboldt	83	Energieeffizienz in Gebäuden	69	Kennenlernetag	110
Anchored-Instruction-Modell	79	und Kommunen	69	klassischen Transportproblem	91
Animation	39, 77	Energieinhalt	29	Knickarmroboter	31
Apple I-Phone	102	Energiemanagement	29, 61	Kollektortemperatur	61
Arbeitsgemeinschaften	13	Energiespeicher	29	Kommunikationstool	79
ARM-Cortex-M3	25	Energieströme	61	Kompressorenabwärme	61
ASIC	25, 27-28	environment	31, 35, 106	Kooperation	13, 25, 29, 79, 87, 91
ATC Workbench	35	Environment	83	Kostenstellenrechnung	17
Atrazine	55	Epipolarlinien	51	Kraft-Wärme-Kopplung	65
Attractive Forschungsprojekt	95	E-Publishing	102	Kraft-Weg-Kurve	39
Ausgründungen	13	Erfindungen	25	Kubelka/Munk theory	55
Auslastung der Lkw	91	Expansionsmaschine	65	L adezustand	29
B anner-Blindness	106	Eye-Tracking	106	language learning game	74
Basisfinanzierung	17	Fading-Kanäle	46	Leerfahrten	91, 95
Batch-Optimierung	96	F ast-Fourier- Transformation (FFT)	53	Leerfahrtenproblem	91
Batterieschutz	30	Feldtest	65	Leichenflecken	31
Beamforming	46	Fluktuationsquote	110	LF-Telemetrie	25
Beratung	13, 17	fluorescence	55	Linearen Optimierung	91
Bewerbungssituation	110	forensisch-medizinische	31	Lithium-Ionen-Batterie	29
Bildanalyseverfahren	39	Forschungsaufträge	13	Lizenzen	13
biomass concentration	58	Fossile Wärmequellen	64	Logistiksysteme	91
Blended Learning	79	Fragestellungen	25, 31	M ach-Zehnder-Interferometer	53
Blockheizkraftwerk	65	Freie Entwicklung	20	Magnetfeldgradienten	51
Bundesmittel	19	Freikolben-Dampfmotor	65	Magnetometer	51
C AD-Software	99	Fresnellinse	53	Master-Kurs	27
Case-Based Reasoning	83	Frühfluktuationsursache	110	Materialmodell	39
CCD-array	55	Funkkommunikation	46	Maximum-Likelihood Detektion	46
chromatography	55	G askessel	61	Medienformen	87
cobalt-dithizone	55	Gas-Otto-BHKW	65	Mediennetz	87
collaboration platform	83	GPS-Daten	51	Medizinische Telemetrie	25
Crashabsorber	39	Grants	13	Mehrantennensysteme	46
Crashfall	39	Gründerverbund	16	Mehrwegeausbreitung	46
Crashsimulationen	39	Gutachten	13	Mengeneffekte	91
Cross-Docking	91	H arris-Detektor	51	Met-Expectations-Hypothese	110
D ampfmotoren	65	Hartmann-Shack-Sensor	53	microbial fuel cell	58
Dateisystem	28	Haut	31	microorganism	58
deadlock situation	74	Hautmodell	31	Mikrogasturbine	65
Dekompositionsheuristiken	95	Hautmorphologie	31	Mikroskope	53
Densitometer	55	Helikopter	51	MIMO-Architektur	46
Dienstleistungen	17	heuristischen		MIMO-Funksysteme	46
Dieselmotor	29	Optimierungsmethoden	95	Mindestwärmeleistung	61
Digital Library	83	High-Potentials	110	MINT-Programm	13
Dissertation	25, 87	Hochgeschwindigkeitskamera	40	Mobile Learning	77
Diversitätstechniken	46	Holografisches Mikroskop	53	Mobile phone	74, 77
Drehstrombrückenschaltung	29	HPTLC-plate	55	Monitoring	45, 61, 69
Drittmittel	17	Hybridantrieb	29		

Monod growth kinetics	58	Smartphone	102	Web 2.0 technology	83
Multi-Media-Performance	87	SMD-Technik	25	Wellenfrontanalyse	53
Multitouch-Farbdisplay	102	Software-Agenten	95	Wide Area Surveillance Network	35
N avigation	35, 5, 106	Solaranlage	61	Wirkungssaldo	110
Netzhaut	53	solaren Ertrag	61	Z afh.net	69
Netzwerkeffekt	91	Solarsystem	61	ZaFH.net	17
Nutzkälte	61	Sonde	25	Zeitreihenerfassung	31
Nutzungsgrad	61	Sonnenscheindauer	61	ZeMIS	17
O LED-Display	25	Sozialisationsschritt	110	zinc-dithizone	55
Optimalitätskriterien	70	Space-Time-Block-Coding	46		
P age Rank	83	Space-Time Schedule	35		
Panoramakamera	51	Speiseröhre	25		
Patent	25	spektrale Effizienz	46		
Pfahlaufprall	39	Spenden	13		
Phasenverschiebung	53	Stiftungen	13		
PHOTON	17	Stirlingmotor	65		
Polarisationsebene	53	Strahlungsmenge	61		
postmortalen Hautveränderungen	31	Straßengüterverkehr	91		
Präsenzlehre	79	STUD-Pod	27		
Prozessorkerns	27	SURF-Detektor	51		
Q uellen-Senken-Konstellationen	91	Sustainable Energy Technology	69		
Querstrebe	39	Synchronmotor	29		
R ANSA C-Algorithmus	51	T ätigkeitsvorschau	110		
Rapid Prototyping	99	TeleMed	25		
Rapid Tooling	99	Temperaturfühler	31		
raumzeigerbasierter		Termindruck	110		
Stromzustandsregler	29	Thermoforming	99		
Rayleigh-Fading	46	Time-Invariant State	77		
Rechnerarchitektur	27	TIS-B (Traffic Information System - Broadcast)	35		
reflexionsspektrometrische Messung	31	TIS-B server	35		
Rekuperativbrenner	65	Totenflecken	31		
Remissionsspektren	33	Transoesophagealer Stimulator	25		
RFID	28	Transportmodell	91		
Roboter	31, 95	Transportoptimierung	95		
Roboterarm	31	Traveling-Salesman-Problem	95		
Rückbefrachtung	91	triazine herbicides	55		
Rückströmung	70	Ü bertragungsqualität	46		
S can Path	106	Ultraschallsensor	31		
Schluckspecht City	39, 86	Umsatz	13, 17		
Schnuppertag	110	Umströmungsprozess	70		
Schulungen	13	Urban Concept	86		
Scientific Blog	83	V erkehrsträger Straße	91		
Selbsteinschätzung	110	Versuchsfahrzeug	29		
Semantic Approach	83	VHDL	25, 27		
Sensorsystem	28	video-densitometric	55		
SensorTag	28	Virtual Reality	77		
Servicequalität	98	Virtual Research	83		
Shell Eco-Marathon	39, 86	virtuellen 3D-Daten	99		
Shewanella putrefaciens	58	Visual Music	87		
Sicherheitskonzept	28	visuelle Improvisation	87		
Silver-Surfers	106	visuellen Virtualität	87		
Simulationsmodell	70	Vorlaufphase	17		
SIRIUS	27	Vorstellungsgespräch	110		
Slit-Scanners	55	W ärmenetz	61		
		Wärmeverlust	61		

Fasziniert von allem, was sich bewegt?

Kommen Sie zur Schaeffler Gruppe.



www.schaeffler-gruppe.de

Gemeinsam bewegen wir die Welt



Schaeffler KG

Bewerbermanagement (INA)
Industriestraße 1-3, 91074 Herzogenaurach
E-Mail: bewerbung.ina@schaeffler.com

Schaeffler KG

Bewerbermanagement (FAG)
Postfach 1260, 97419 Schweinfurt
E-Mail: bewerbung.fag@schaeffler.com

LuK GmbH & Co. oHG

Bewerbermanagement
Industriestraße 3, 77815 Bühl (Baden)
E-Mail: bewerbung.luk@schaeffler.com

Sie haben den Blick für Innovationen? Ihr Horizont an Ideen ist grenzenlos? Und Sie brennen darauf, technische Entwicklungen ins Rollen zu bringen, die die Welt bewegen? Dann beweisen Sie Ihr Können in einem starken Team der Schaeffler Gruppe.

Bewerben Sie sich für:

- **Praktikum**
- **Studienabschlussarbeit**
- **Berufseinstieg**

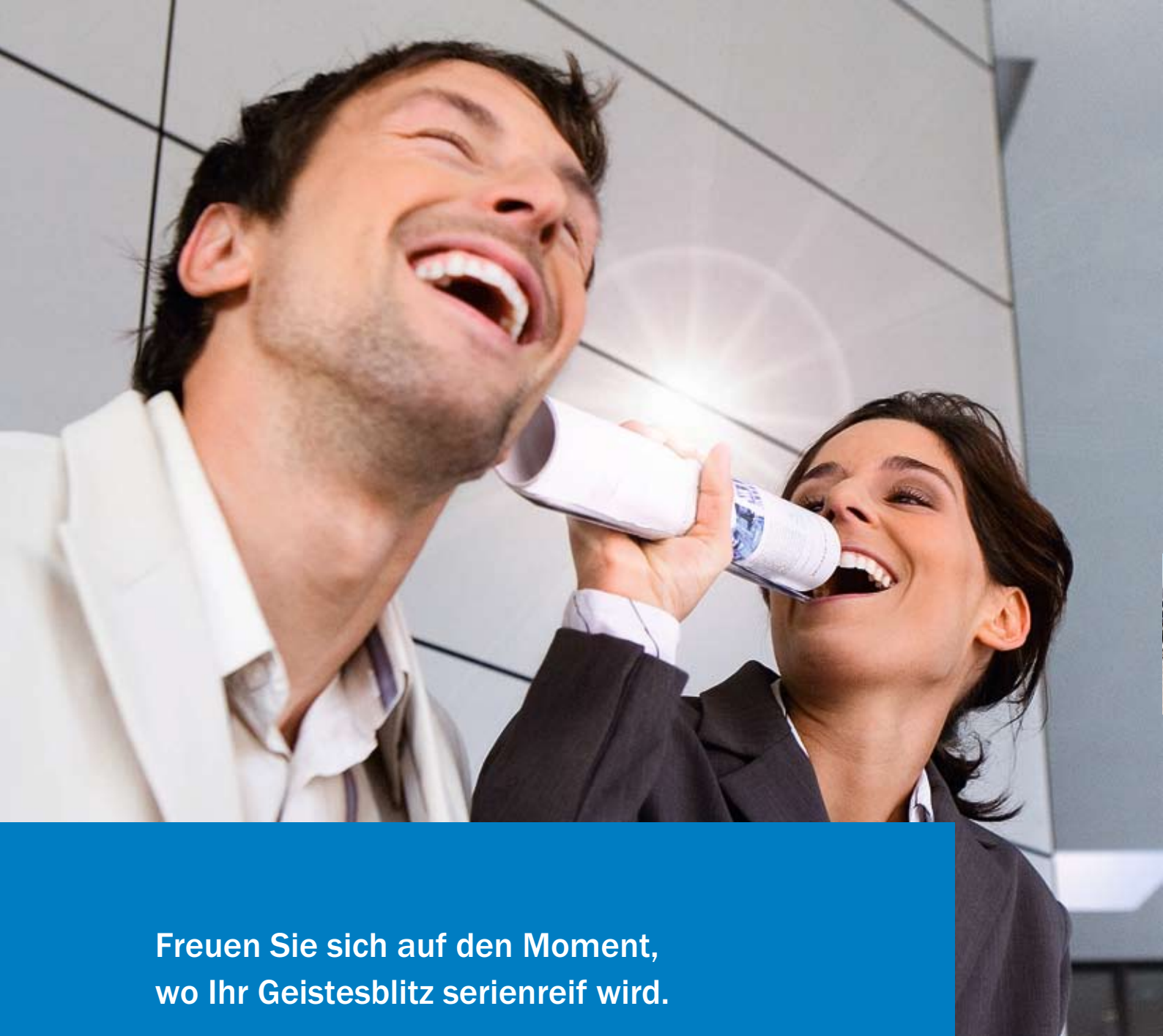
Die Schaeffler Gruppe ist ein führender Anbieter in der Wälzlagerindustrie und gefragter Partner im internationalen Automobilbau. Sie ist bekannt für Innovationskraft und Erfolg.

Im Geschäftsjahr 2007 erwirtschafteten rund 66.000 Mitarbeiter einen Umsatz von 8,9 Mrd. Euro – an über 180 Standorten.

Wir freuen uns auf Sie!



SCHAEFFLER GRUPPE



Freuen Sie sich auf den Moment, wo Ihr Geistesblitz serienreif wird.

Als Absolvent/in oder Praktikant/in erleben Sie hautnah alle Phasen der Forschung, Entwicklung und Produktion. Seite an Seite arbeiten Sie mit erfahrenen Ingenieurinnen und Ingenieuren, deren Ideenreichtum und Erfindergeist uns so weit nach vorne gebracht haben. Mit über 5.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sowie mehr als 40 Tochterunternehmen im In- und Ausland gehören wir weltweit zu den Markt- und Technologieführern in der Sensorelektronik. Unsere Pläne für die Zukunft sind ehrgeizig, unsere Türen für talentierten Nachwuchs weit offen. **Ihre Ideen zählen.**



Handelsblatt

Studierende der Ingenieurwissenschaften für
Berufseinstieg, Diplomarbeit oder Praktikum gesucht
www.sick.com/karriere

SICK
Sensor Intelligence.