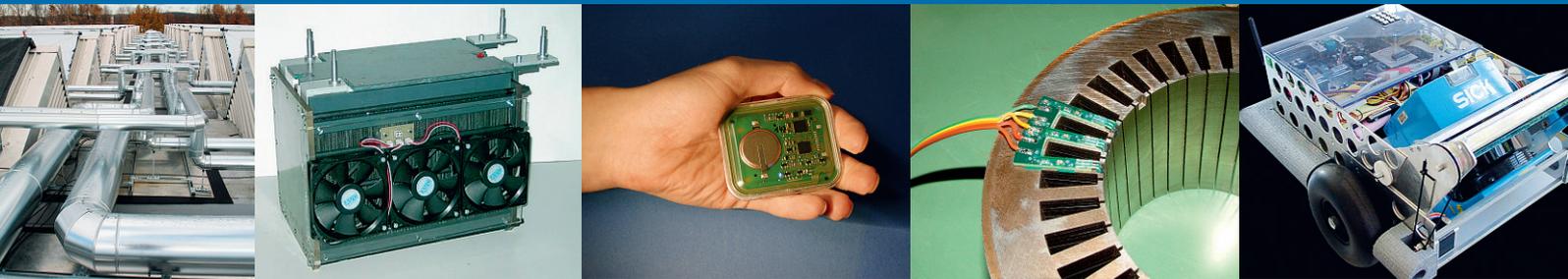


Beiträge aus Forschung und Technik 2008





**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 4.000 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.**

DEUTSCHLANDS
BESTE
ARBEITGEBER

2007

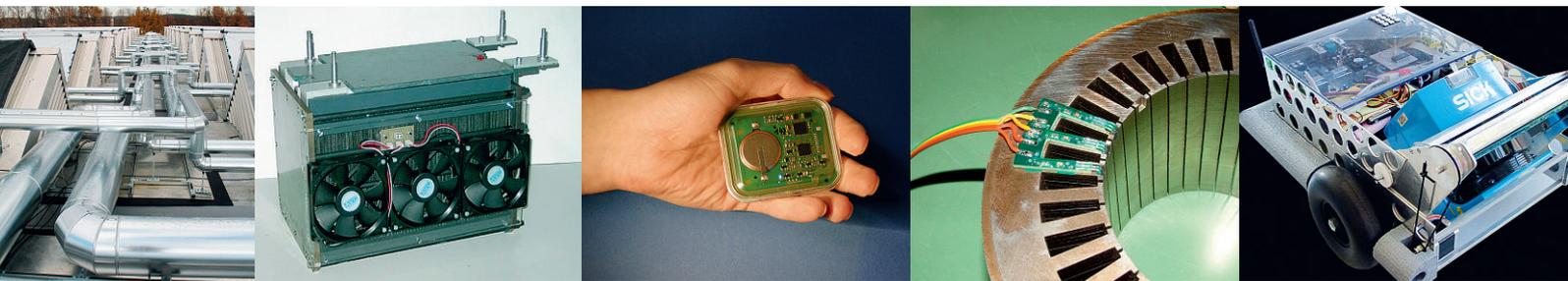
Capital

Studierende der Ingenieurwissenschaften für Berufseinstieg, Diplomarbeit oder Praktikum gesucht
www.sick.com/karriere

SICK
Sensor Intelligence.

Beiträge aus Forschung und Technik 2008

Forschungsbericht der
Hochschule für Technik, Wirtschaft
und Medien – Offenburg



Hochschule Offenburg
University of Applied Sciences

GRUSSWORT

Angewandte Forschung verbunden mit Technologietransfer ist bedeutend für die Zukunft der Hochschule Offenburg. Im Netzwerk aus Unternehmen, Forschungs- und Bildungseinrichtungen in der Region, aber auch im nationalen und internationalen Umfeld verstehen wir uns als kompetenten Partner. Der weitere Ausbau dieser Aktivitäten ist uns ein zentrales Anliegen.

Unsere moderne Gesellschaft gründet sich auf Hochtechnologie, komplexe Systeme und optimierte Prozesse bei gleichzeitigem Anspruch auf hohe und höchste Qualität und maximale Effizienz. Hierzu möchte die Hochschule Offenburg ihren Beitrag leisten. Das Institut für Angewandte Forschung begleitet, unterstützt, verbindet und koordiniert die hauptamtlichen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der Hochschule Offenburg.

Hohe Bedeutung hat für uns der intensive Kontakt zu unseren Partnern. Dies geht einher mit der Außendarstellung der Ergebnisse auf Messen, in Vorträgen und in Publikationen. Der vorliegende Jahresband „Beiträge aus Forschung &

Technik 2008“ dokumentiert vielfältig Ergebnisse und Erfolge des zurückliegenden Jahres. Er belegt zugleich die wissenschaftliche Tiefe und die fachliche Breite der Aktivitäten der Hochschule Offenburg. Unsere engen Kontakte innerhalb des Netzwerks garantieren, dass wir den Bezug und die Nähe zur Anwendung aufrechterhalten und umgekehrt unsere Partner von neuesten Erkenntnissen profitieren können.

Eine ausgewogene Kombination aus Expertenwissen, interdisziplinären Ansätzen und Interesse an Neuem hat in der Vergangenheit zu mancher Initialzündung mit dem Ergebnis einer erfolgreichen Innovation geführt. Wenn dies mit diesem Band gelingen sollte, wäre ein wertvoller Schritt in die Zukunft getan.

Ganz im Sinn einer handlungsorientierten Herangehensweise hält die Hochschule gleichzeitig die Lehre auf hohem wissenschaftlichem Niveau. Die Studierenden sind neben den Lehrveranstaltungen in die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten durch Projekte, Abschlussarbeiten oder direkte Mitarbeit eingebunden. Sie profitieren von den



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

Forschungsaktivitäten aufgrund aktueller Fragestellungen, interessanter Lehrinhalte, aktueller Anwendung der Theorie und nicht zuletzt von Kontakten zu den Netzwerkpartnern.

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

HÜTTINGER steht für Hightech-Lösungen.



Entwickeln Sie diese mit.

Denn bei Europas Nummer 1 für Prozessstromversorgungen finden Sie das passende Umfeld, um aus Ihren Ideen Innovationen zu machen. Ganz egal, ob nach Abschluss oder während Ihres Studiums. Kreative und engagierte Mitarbeiter sind bei uns willkommen – schließlich sind sie der entscheidende Parameter für unseren Erfolg. 100 Prozent Wachstum in den letzten drei Jahren unterstreichen diesen eindrucksvoll. Kommen Sie zu HÜTTINGER und gestalten Sie ihn mit. Als weltweit aufgestelltes Unternehmen und Tochtergesellschaft der TRUMPF Gruppe bieten wir auch Raum für internationale Karrieren.

Interessante Positionen, Praktika und Diplomarbeiten am Stammsitz Freiburg finden Sie unter: www.huettinger.com

TRUMPF



TRUMPF Gruppe

HÜTTINGER Elektronik
generating confidence

Angaben zum IAF der Hochschule Offenburg.....	9
Formen der Zusammenarbeit mit dem IAF.....	13
Geschäftsbericht	17
Mitteilungen zu durchgeführten Forschungsarbeiten	23
1. System- und Regelungstechnik	
1.1 BioPower.....	25
1.2 Elektronische Pille (ePille®).....	27
1.3 Entwicklung eines Temperaturüberwachungssystems mit Auslesung nach dem RFID-Standard ISO 15693	31
1.4 SIRIUS Prozessorkern für SOC-ASIC-Designs.....	33
1.5 Dynamisch adaptives Temperiersystem.....	35
1.6 Drehgeberlose Synchronmotorregelung für Off-Road-Hybridfahrzeuge.....	39
1.7 Ausbildung im Team: Das Öko-Wettbewerb-Fahrzeugprojekt „Schluckspecht“	41
1.8 Entwicklung und Bau der ersten alkalischen Direkt-Ethanol-Brennstoffzelle zum Antrieb eines Fahrzeugs	43
1.9 Entwicklung eines permanent erregten bürstenlosen Gleichstrommotors mit integrierter Kugelumlaufmutter	45
1.10 Transition to Chaos in Rayleigh-Bérnard Convection	47
1.11 Determination of quality factor and capacitance of coils by field simulations using CST Microwave Studio.....	49
2. Physikalische Sensorik	
2.1 Untersuchung der Frequenzantwort für unterschiedliche Anregungsbedingungen in Multimodeglasfasern.....	53
2.2 Ein autonomes Fahrzeug genannt RON; Neuronale Netze steuern Roboter.....	55
2.3 Ab Initio Calculation of the Behaviour of a Model Helicopter	59
2.4 Analyse der Kanalkapazität von Funksystemen mit MIMO-Architektur.....	61
3. Verfahrenstechnik	
3.1 Eine gaschromatografische Kopplung mit einem UV- und einem massenselektiven Detektor.....	65
3.2 Numerical Simulation of the Secondary Flow due to the Coaxial Rotation	69
3.3 Solare Großanlagen in der Betreuung der Hochschule Offenburg am Beispiel des Nahwärmenetzes Holzgerlingen und der Festo AG & Co. KG in Esslingen – Solarthermie 2000plus	75
3.4 Indikatoren für die Umsetzung nachhaltiger Energietechniken in Siedlungsstrukturen.....	79
3.5 Energieeffizientes Gebäude; Monitoring bestätigt erfolgreiche Planung und Umsetzung	85
3.6 Particle and Gaseous Emission of Diesel Engines Fuelled by Different Non-Esterified Plant Oils.....	89
3.7 Up-conversion Multiplex Diagnostic Assays	97
3.8 MIBIBZELL-Entwicklung einer mikrobiellen Brennstoffzelle	99
4. Medien	
4.1 Online-Identitäten durch Communities und Web-2.0-Anwendungen	103
4.2 Web-TV-Anforderungen für Online-Plattformen der Print-Verlage	107
4.3 MI-Learning: ein Rahmenwerk für webbasiertes E-Learning.....	111
4.4 Sonification: akustisches Gestalten für digitale Informationswelten und audiovisuelle Medien	115
4.5 Totale Mondfinsternis über Offenburg am 3./4. März 2007	118
4.6 Eye-Tracking Study of Navigation Behaviour on Mobile Devices for mLearning	120
4.7 MI-4n6, das Schweizer Taschenmesser der praktischen Computer-Forensik.....	125
Zusammenstellung	129
Stichwortverzeichnis.....	141



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. rer. nat. Bernd Spangenberg,
Stellv. Leiter IAF**
Telefon +49 (0) 781 205-231
E-Mail spangenberg@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

Gesamtherstellung
Kresse & Discher Medienverlag
In der Spöck 2, 77656 Offenburg

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

Druckerei
Gedruckt in Deutschland 2008

ISSN 1866-9352

Titelblatt: Strahlcharakteristik
eines Antennen-Arrays bei 5,36 GHz.

Angaben zum IAF der Hochschule Offenburg

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. 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
Umweltanalysetechnik
Strömungstechnik
Gebäude-Monitoring
Energietechnik
Fahrzeuge und Motoren

Medien

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

Wirtschaft

Marketingforschung
Wirtschaftswissenschaften
Logistik
Datenbanken
Unternehmensgründung
Personalberatung

Institutsmitglieder

Geschäftsführender Leiter:

Prof. Dr.-Ing. Dirk Jansen

Stellvertretender Leiter:

Prof. Dr. rer. nat. Bernd Spangenberg

Sekretariat:

Diane Weiß

Professoren:

Prof. Elmar Bollin
Prof. Dr. phil. Thomas
Breyer-Mayländer
Prof. Dr.-Ing. habil. Karl Bühler
Prof. Dr.-Ing. Andreas Christ
Prof. Dr. rer. nat. Detlev Doherr



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

Prof. Dr.-Ing. Tobias Felhauer
Prof. Dr. Dr. Kurt Heppler
Prof. Dr. Ulrich Hochberg
Prof. Dr.-Ing. Joachim Jochum
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Kern
Prof. Dr.-Ing. Heinz-Werner Kuhnt
Prof. Dr.-Ing. Winfried Lieber
Prof. Dr. rer. nat. Klemens Lorenz
Prof. Dr. Uwe Nuß
Prof. Dr. rer. oec. Sighard Roloff
Prof. Dr. Volker Sänger
Prof. Dr. rer. nat. Werner Schröder
Prof. Dr.-Ing. Lothar Schüssele
Prof. Dr. rer. nat. Michael Wülker
Prof. Dr.-Ing. Richard Zahoransky

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Boris Kubrak
Carlos Magana Barragán M.Sc.
Dipl.-Ing. (FH) Daniel Bau
Dipl.-Ing. (FH) Bertram Birk
Dipl.-Ing. (FH) Axel Bürklin
Dipl.-Ing. (FH) Jesus
da Costa Fernandes M.Sc.
Dipl.-Ing. (FH) Klaus Huber
Dipl.-Ing. (FH) Marc Durrenberger
Nidal Fawaz M.Sc.
Dipl.-Ing. Thomas Feldmann
Dipl.-Ing. (FH) Sascha Himmelsbach
Valentin Ortega Clavero M.Sc.
Dipl.-Ing. (FH) Bernhard
Schneckenburger
Andrea Seigel
Dipl.-Ing. (FH) Tobias Volk
Ji Li M.Sc.

Kooperationspartner

Das Institut arbeitet mit den nachfolgend aufgeführten Kooperationspartnern zusammen:

Hochschulen, Institute und Universitäten

Inland

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
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 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
ESDES, 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,
Högskolan Dalarna, Falun

Schweiz

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

Spanien

Universidad Cardenal Herrera – CEU, Valencia

Ausland (Welt)

Chile

Valparaiso – Universidad Tecnica Federico, Santa Maria

China

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

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 Baghdad, Irak

Industrie, Sonstige

Inland

Addi-Data GmbH, Ottersweier
Agrano GmbH & Co. KG, Riegel a.K.
Alcatel-Lucent, Nürnberg
ALSTROM Power Generation AG, Mannheim
AnDiaTec GmbH, Freiburg
ARBO-media GmbH, München
August Köhler Papierfabrik, Oberkirch
AUMA Riester GmbH & Co. KG, Müllheim
avenit AG, Offenburg
B.I.W. GmbH, Willstätt
Badische Stahl Engineering, Kehl
Badische Stahlwerke, Kehl
BBS, Schiltach
BCT Technology AG, Willstätt
Bebro electronic GmbH, Frickenhausen
Benz GmbH, Haslach
Biomaneheizkraftwerk Kehl GmbH, Kehl
BMG LABTECH GmbH, Offenburg
Bosch Engineering GmbH, Abstatt
Bosch Rexroth AG, Horb a.N.
Bruno Gmünder Verlag GmbH, Berlin

Bundesministerium für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit,
Berlin/Bonn
Burda, Offenburg
Consolar Solare Energiesysteme GmbH,
Lörrach
CoolCard, Berka-Sondershausen
DAAD, Bonn
Daimler AG Werk Gaggenau, Rastatt
Daimler Chrysler AG, Mannheim
Daimler Chrysler AG, Sindelfingen
Deutsche Forschungsgemeinschaft,
Rechnerkommission, Bonn
Deutsches Museum für Technik, Bonn
DFM Designhaus für Mikroelektronik,
Lahr
DOW Deutschland GmbH & Co. oHG,
Rheinmünster
E.A.D.S., Ulm
ebmpapst Mulfingen GmbH, Mulfingen
Ecofys GmbH, Nürnberg
EKATO Rühr- und Mischtechnik,
Schopfheim
Elcotec Communication GmbH,
Offenburg
Eltex Elektrostatik GmbH,
Weil am Rhein
EnBW Kraftwerke AG, Stuttgart AG
Epilepsiezentrum Kork, Kork
Erich Neumayer GmbH, Hausach
ESD GmbH EKATO Sicherheits-
und Dichtungstechnik, Zell i. W.
Europa-Park Rust, Rust
Familienheim Freiburg
Baugenossenschaft e. G.
Ferromatik Milacron GmbH,
Malterdingen
Festo AG & Co. KG, Esslingen
Fischer Edelstahlrohre, Achern
Forschungszentrum Jülich, Außenstelle
Berlin
Forschungszentrum Karlsruhe,
Eggenstein-Leopoldshafen
Fumatech, St. Ingberg
Gea Wiegand GmbH, Ettlingen
Hegau Klinikum, Singen
Hella Kga Hueck & Co., Lippstadt
Herrenknecht AG, Schwanau
Huber Kältetechnik, Offenburg
IHK Südlicher Oberrhein, Freiburg
Immo Therm GmbH, Stuttgart für
audiovisionelle Medien mbH, Stuttgart
INA, Lahr
IT Compact, Weinstadt
ITM Engineering GmbH, Renchen
ITM, Düsseldorf
Kartbahn Teningen
Keller Geräte & Service GmbH, Renchen
KEPILION Technology GmbH, Kehl
Kurverwaltungsgesellschaft mbH,
Waldbronn

LEGO Educational Division
Litef GmbH, Freiburg
LUK GmbH & Co. oHG, Bühl
mawico automation systems,
Achern-Önsbach
Medien- und Filmgesellschaft
Baden-Württemberg, Baden-Baden
Merck, Darmstadt
Micronas, Freiburg
MTU Friedrichshafen GmbH,
Friedrichshafen
Mymoonies.com GbR, Offenburg
Landkreis Unterallgäu
Nero AG, Karlsbad
Neumayer Tekfor GmbH, Hausach
NewTec GmbH, Freiburg
Nikon-Vertretung Deutschland,
Düsseldorf
Nortel Network Germany GmbH & Co.
KG, Immenstadt
Odima, Kehl
Otto Nussbaum GmbH & Co. KG,
Kehl-Bodersweiler
Parker Hannifin GmbH, Offenburg
Pharmaplan GmbH, Oberursel
Progress-Werk Oberkirch AG,
Oberkirch
Robert Bosch GmbH, Bühl
Robert Bosch GmbH,
Gerlingen-Schillerhöhe
Robert Bosch GmbH, Karlsruhe
Sanofi-Aventis Deutschland GmbH,
Industriepark Höchst, Frankfurt
Schmid & Söhne, Kippenheim
Scholl Communications AG, Kehl
Schwarzwaldmilch, Offenburg
Schweizer Electronic AG, Schramberg
Sick AG, Reute
Sick AG, Waldkirch
Siemens Medical Solutions, Forchheim
Siemens, München
Smart, Böblingen
Solar- und Wärmetechnik, Stuttgart
Stadtklinik Baden-Baden
Stratec Biomedical Systems AG,
Freiburg
T-Systems Multimedia Solutions GmbH,
Dresden
TLB-Technologie Lizenz Büro,
Karlsruhe
Tricomed GmbH, Kiel
TÜV SÜD Auto-Service GmbH,
Offenburg
TV Südbaden, Freiburg
VDI, Düsseldorf
Vega Grieshaber KG, Schiltach
Verlag Praktisches Wissen GmbH,
Offenburg
VivaCell Biotechnology GmbH,
Denzlingen
Wehrle Umwelt GmbH, Emmendingen

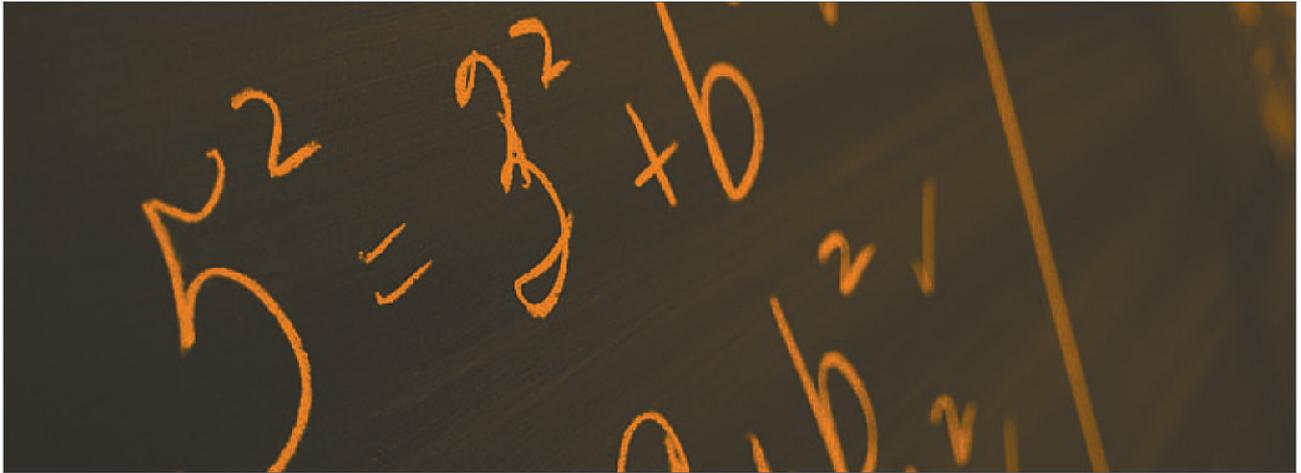
Wessel-Umwelttechnik, Hamburg
Wireworx Gesellschaft
Zeitungsverlage u. Anzeigenblattverlage
der Region
ZiS – Rationelle Energietechnik GmbH
ZSW, Ulm

Ausland (Europa)

Acta, Italien
ALSTROM, Baden/Schweiz
Faurecia ASPG, England
IMMOPRO24, TEKTON Consulting S.L.,
Barcelona, Spanien
PicoMed Medizintechnik GmbH,
Lustenau, Wien, Österreich
Siemens, Wien, Österreich
S.L., Barcelona, Spanien
S.A.L.M., Liepvre, Frankreich

Ausland (Welt)

PEMEAS, USA
Tokuyama, Japan



Nutzen Sie Ihre Chance in der NUSSBAUM-Gruppe!

Wir machen weiter wo andere aufhören und bieten jungen Menschen attraktive Möglichkeiten ihre Fähigkeiten und Potenziale zu entdecken und zielgerichtet zu entwickeln. Neugier, Engagement und Teamfähigkeit sind dabei genauso gefragt wie Flexibilität, Selbständigkeit und Verantwortungsbewusstsein. Wir bieten Ihnen die Möglichkeit im dualen Ausbildungssystem ein Studium in einem der folgenden Fachrichtungen bei uns zu absolvieren.

Dipl.-Betriebswirt (BA) FR Industrie · Dipl.-Ing. (BA) FR Maschinenbau · Dipl.-Ing. (BA) FR Mechatronik
Dipl.-Medieninformatik (BA) FR Digitale Medien

Setzen Sie Ihre theoretischen Kenntnisse bei uns in die Praxis um. Absolvieren Sie ihre Studien- oder Diplomarbeit bei NUSSBAUM.



Heben



Parken



Prüfen



Präsentieren



carsatellite

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 wird 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 Struktur fördernde 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 in vielen Fachgebieten mit Spezialkenntnissen und Laboratorien unter einem Dach bereit. Moderne Projekte berühren häufig mehrere Fachdisziplinen. Welche Firma hat eine solche Breite in der Ausrüstung und Kenntnisse in so vielen Gebieten? Wer verfügt über vergleichbare Infrastruktur, über Kenntnisse der aktuellen Fachliteratur, und wer verfügt über Beziehungen zu Fachkollegen, Netzwerken des Wissens und Grundlagenverständnis, wenn nicht die Hochschulen?



Die Bundesministerin für Bildung und Forschung Frau Dr. Annette Schavan bei der Besichtigung des im Formula-Student-Konstruktionswettbewerb entwickelten Rennbolids der Hochschule Offenburg

Im angelsächsischen Raum haben sich längst die Hochschulen als Entwicklungskerne einer modernen Gründungs-szene, 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 Legehühner oder ein Paradiesvogel werden. Um im Bild zu bleiben, man braucht dazu gutes Nistmaterial, einen ungestörten Nestplatz und die nötige Ruhe zur Aufzucht und natürlich Futter für die Jungen, bis sie selbst in der Lage sind, zu fliegen und sich zu ernähren.

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

Die Hochschule kann hierbei sowohl neutral, begutachtend, bewertend, beratend tätig werden, als auch konkret und aktiv Aufgaben aus dem Entwicklungsbereich selbstständig übernehmen. Es sind heute viele Formen der Kooperation möglich. Vertraulichkeitsschutz wie auch Neutralität sind kennzeichnend für ein öffentlich rechtliches Institut, das Einblick in viele Firmen hat und niemals selbst als Konkurrent auf dem Markt auftreten wird. Häufig werden nach einem erfolgreichen Projekt die Mitarbeiter, die hervorragend eingearbeitet sind und alle Details der Entwicklung kennen, übernommen. Kooperationen mit

Hochschulen sind auch häufig die Schlüssel zu Fördergeldern nationaler wie internationaler Organisationen, die nur in Verbindung mit dem Partner Hochschule akquiriert werden können. Die Aktivität des Themas kann dabei von der Industrie als auch von der Hochschule ausgehen.

Forschung und Entwicklung an der Hochschule Offenburg ist 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 bearbeitet, 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-würt-

tembergischen Projekt „Gründerverbünde auf dem Campus“. Ein rundes 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 Standardkonditionen 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 Er-

gebnisse 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 nicht.

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

Arbeitsgemeinschaften

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

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 das zulassen, können die Ergebnisse an Industrieunternehmen zur ausschließlichen oder nicht ausschließlichen 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 Lizenznehmenden Firma. So werden bei Ausgründungen häufig sehr günstige Konditionen in der Anfangsphase vereinbart, um den Start-up des Unternehmens nicht zu belasten. Grundsätzlich erhebt die Hochschule aber den Anspruch auf Beteiligung am wirtschaftlichen Erfolg des lizenzierten Systems.

Grants, Stiftungen und Spenden

Eine strategische Zusammenarbeit der Industrie mit dem Institut wird durch Grants, im deutschen Sprachraum Stiftungen oder auch Spenden genannt, stark beflügelt. Stiftungen sind von Natur aus zweckgebunden und auf die Bearbeitung bestimmter Themen ausgerichtet, die Maximalform ist wohl die Stiftungsprofessur für ein bestimmtes Arbeitsgebiet. Stiftungen unterscheiden sich von Forschungsaufträgen dadurch, dass die erzielten Ergebnisse allgemein zugänglich sein müssen, z.B. veröffentlicht werden, also nicht exklusiv dem Auftraggeber zur Verfügung stehen. Der steuerrechtlich enger gefasste Begriff der Stiftung kommt nur in wenigen Fällen zum Tragen, z.B., wenn eine regelmäßige Summe zur Förderung von F&E in einem bestimmten Arbeitsgebiet ausgelobt 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 Chromatographieanaly-sentechnik“ etc. 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 erkannt. 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 gewöhnlich kostenfrei. Umfangreiche und mehrfache Beratungen werden nach Aufwand abgerechnet, wobei marktübliche Kostenätze 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 sowie den ortsansässigen Ansprechpartnern (Banken, IHK) zusammen. Die Unterstützung kann in unterschiedlichster Form erfolgen.

Als Beispiele sind die folgenden öffentlichen Fördermöglichkeiten für Ausgründungen aufgeführt:

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 dreimal jährlich gestellt werden.

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

Über JI erfolgt die Bereitstellung eines Arbeitsplatzes und Übernahme der halben Personalkosten. Dieses Programm richtet sich an Absolventen, die sich mit eigenen Ideen selbstständig machen wollen. Die Hochschule ermöglicht, die Arbeiten ohne Kosten für Gerätenutzung in Hochschulräumen durchführen zu können, und übernimmt sogar einen Teil der Personalkosten. Das auf zwei Jahre beschränkte Förderprogramm erfordert einen entsprechenden Antrag, der von der Hochschule gestellt werden muss. 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 CTO, die Regelungen fördern auch Gruppen von jungen Ausgründern, 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.

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 285 Projekten mit 464 beteiligten Personen zu Firmengründungen beraten, 85 Unternehmen wurden bereits gegründet und gut 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
Projektmanagement
Stefan-Meier-Straße 8
79104 Freiburg

Telefon: 0761/203-5214
E-Mail: Dorothea.Bergmann@zft.uni-freiburg.de

Der Bericht gibt die im Kalenderjahr 2007 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 31.12.2007 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
- 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.

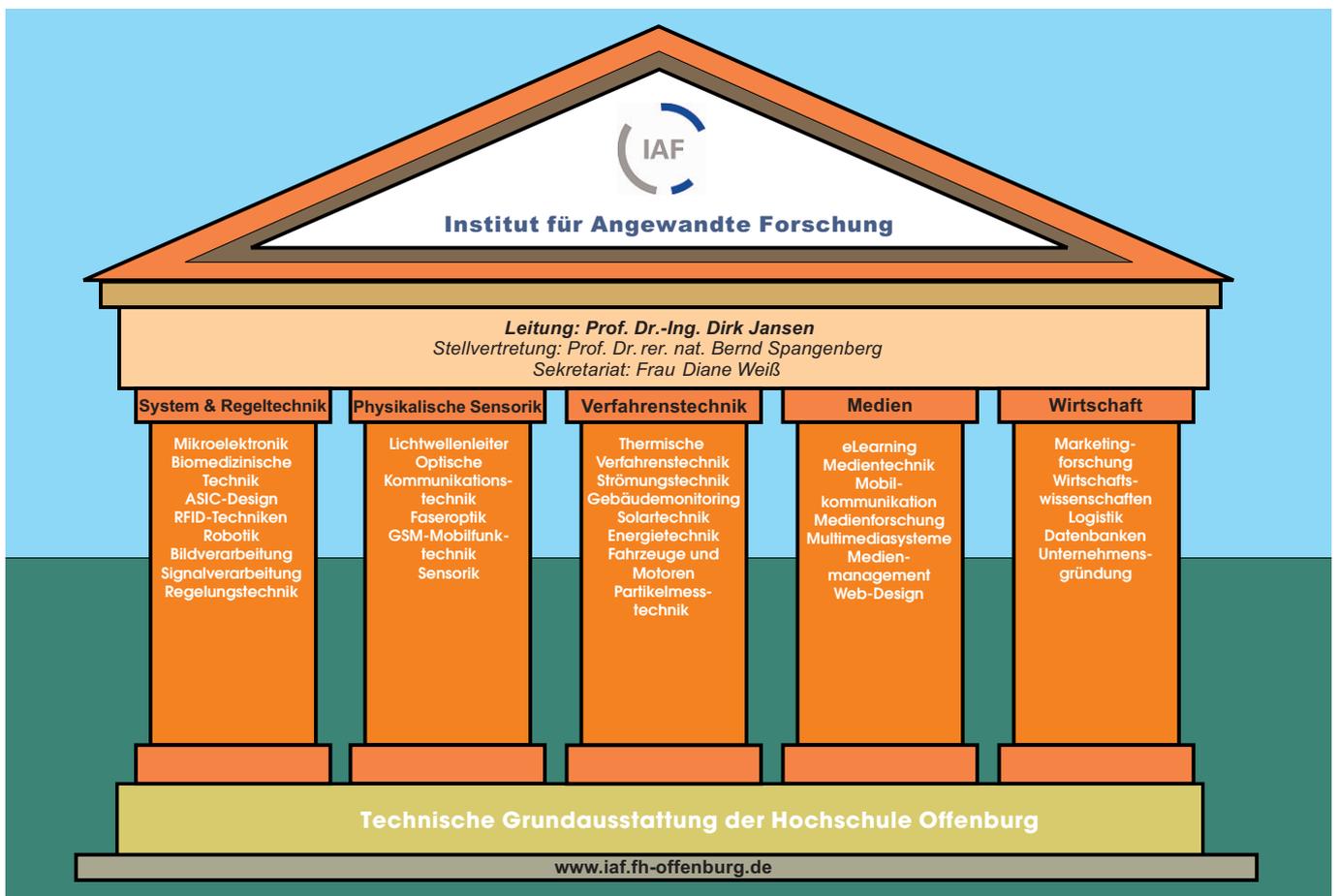


Abb. 1: Kompetenzbereiche des Instituts für Angewandte Forschung der Hochschule Offenburg

Dienstleistungen im IAF

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



Abb. 2: Dienstleistungen

Einnahmen und Umsatz

Einnahmen und Umsatz sind im Jahr 2007 gegenüber dem Vorjahr wieder gestiegen.

Der Umsatz betrug im Jahr 2007
1,312 Mio. Euro.

Abb. 3 zeigt die Umsatzentwicklung seit 1992. Nach der Umstellung der Studiengänge vom Diplom zu Bachelor-/Master-Studiengängen und den dazu organisatorischen Aufwendungen hat sich der Umsatz des Instituts für Angewandte Forschung erfreulicherweise wieder auf 1,3 Mio. € erholt. Damit folgt er dem langfristigen, nun seit einigen Jahren wieder positivem Trend. Maßgeblich für die Umsatzsteigerung waren die erfolgreichen Eingänge von Industrieaufträgen, deren Anteil sich mehr als verdoppelt hat. Gleichzeitig konnten einige Großprojekte fortgeführt und neue Projekte akquiriert werden.

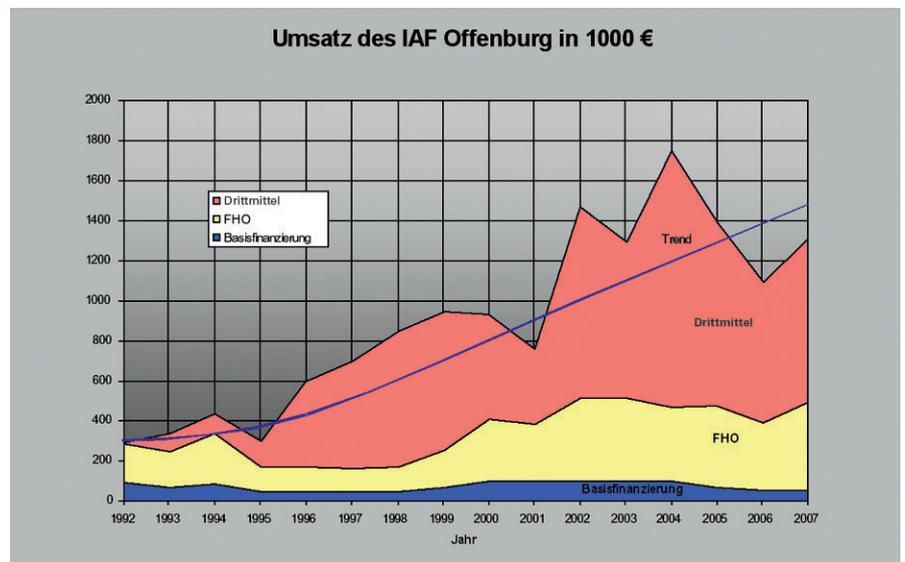


Abb. 3: Umsatzentwicklung des IAFs Offenburg

Das Jahr 2007 war unter anderem auch dadurch gekennzeichnet, dass in diesem Jahr besonders viele Anträge verarbeitet wurden, von denen allerdings nur ein kleiner Teil erfolgreich war. Trotzdem haben die Akquisitionsbemühungen zu einer Festigung des Umsatzes in den Förderprojekten beigetragen. Die erworbenen

Drittmittel in Höhe von
818.676 Euro

bilden nun 62 % der Gesamteinnahmen. Die vom Land zum Betrieb des IAFs gewährte Basisfinanzierung beträgt dabei nur noch 4 %. Angestiegen ist der

Einnahmen 2007 nach Finanzierungsquellen

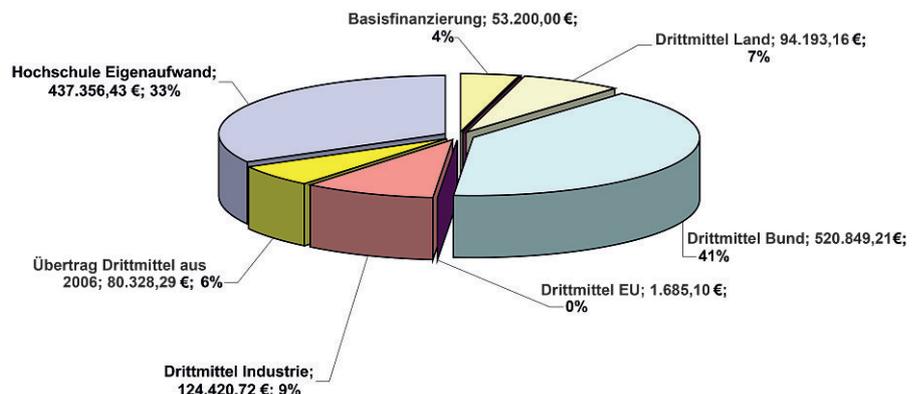


Abb. 4: Einnahmen des IAFs Offenburg im Jahr 2007

Hochschul-Eigenaufwand mit etwa 34 %, wobei hier Vorfinanzierungen und in geringem Umfang auch Re-Investitionen enthalten sind.

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 fünf Kollegen nach Kosten 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 20 – 30 % im Durchschnitt je nach Position und Alter des Mitarbeiters eher unter dem sonst üblichen Rahmen.

Das IAF investierte in 2007 nur in geringem Umfang. Die eingesetzten Geräte wie Anlagen werden von der Hochschule Offenburg für die Forschungsarbeiten beigestellt. Dies gilt auch für den größten Teil der Arbeitsplätze der hauptamtlichen IAF-Mitarbeiter. Die Raumsituation des IAFs wird sich im nächsten Jahr 2008 entspannen, wenn das IAF ins Erdgeschoss des auf dem Hochschulgelände stehenden Gebäude „Steinbeis“ einzieht. Eine erste Arbeitsgruppe von Prof. Bollin, Umwelt- und Solartechnik, ist bereits in die neuen größeren Räumlichkeiten umgezogen. Sinn dieser Maßnahme ist im Wesentlichen, die administrative und operative Einheit des Instituts hier zusammenzufassen mit der Möglichkeit zur zukünftigen räumlichen

Expansion. Damit sind die Wachstumsprobleme und Limitationen der Räumlichkeiten der vorangegangenen Jahre hoffentlich 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 2007

Drittmittel in Höhe von
818.676 Euro.

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. 4) deutlich gestiegen. Sie setzen sich zusammen aus 94.193 Euro Landesanteil zuzüglich Basisfinanzierung von 53.200 Euro. Zusammen sind dies 11 % der Einnahmen 2007.

Der größte Teil der Einnahmen stammt aus Bundesmitteln, 520.000 Euro entsprechend 41 %. Die Einnahmen aus direkten Industrieaufträgen von immerhin 124.420 Euro konnten signifikant gesteigert werden.

Einnahmen 2007 (Bilanzsumme 1 312032,91 €)

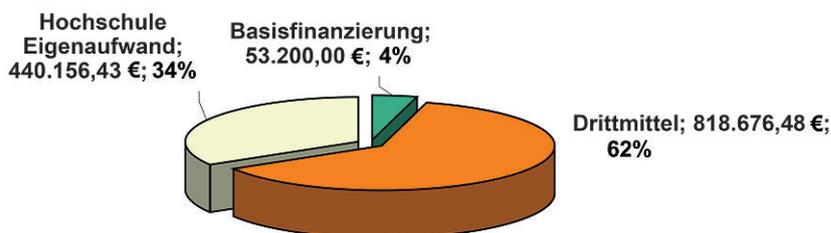


Abb. 5: Zusammensetzung der Einnahmen des Instituts für Angewandte Forschung

Ausgaben 2007 (Bilanzsumme 1 312032,91 €)

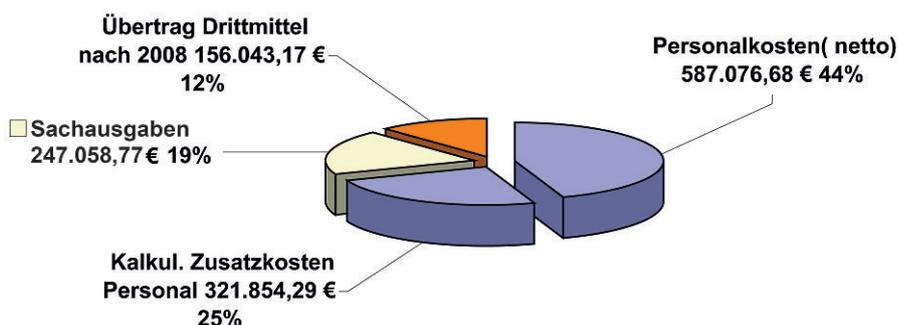


Abb. 6: Ausgaben des Instituts für Angewandte Forschung Offenburg im Jahr 2007

Aus 2006 wurden Drittmittel in Höhe von 80.328 Euro übertragen. Diese teilen sich 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 156.043 Euro nach 2008 übertragen, siehe Abb. 6. Der große Bundesanteil kommt durch die Großprojekte wie SOLARTHERMIE-2000, DYNATEMP, UNDAM und andere zustande und spiegelt damit auch die aktuelle Situation auf dem Forschungsmarkt, 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 eigentlichen 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 akquiriert werden; hier sind in 2007 jedoch noch keine Mittel abgeflossen.

Die Einnahmesituation (Abb. 5) zeigt, dass der Drittmittelanteil mit 62 % weit über die Hälfte der Kosten des IAFs deckt. 34 %, also etwa ein Drittel, trägt der Hochschuleigenaufwand, die Basisfinanzierung durch das Land ist auf nur 4 % zurückgegangen. Die Hochschule stellte dem Institut aus Eigenmitteln etwa 50.000 Euro als zentrale Mittel zur Verfügung, um den Rückgang der Basisfinanzierung zu kompensieren.

Bei den Ausgaben (Abb. 6) überwiegen wie auch in den Vorjahren die Personalkosten mit nahezu 69 %. Auf die Investitionen wurde schon zuvor eingegangen. Die übrigen Sachausgaben betreffen Projektausgaben, wobei sich auch hier der Umfang aus Verrechnungspositionen, hinter denen zum Teil Personalausgaben stehen (Tutoren), erklärt. Der Übertrag an Restmitteln für 2008 mit 156.058 Euro wird die kontinuierliche Arbeit im nächsten Jahr stützen.

Die vom Institut für den Forschungs- und Entwicklungsmarkt angebotenen Kosten sind konkurrenzlos günstig. Dies ist eine Erklärung für den signifikanten Anstieg der Industrienaufträge. 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.

Im IAF werden Großprojekte mit mehreren Mitarbeitern durchgeführt. Daneben gibt es Kleinprojekte, die nur auf einer schmalen Finanzierung fußen und wo Mitarbeiter nur zuarbeiten. Die Forschung wird durch den Kollegen selbst erbracht oder aufgrund der Natur des Projekts werden nur geringe Mittel eingesetzt. Häufig sind dies Sponsorgelder oder sogar Preisgelder, wie sie z. B. im Rahmen des Projekts „Schluckspecht“ in 2007 vergeben wurden. Auch mit solchen kleinen Mitteln können zum Teil große Ziele verfolgt werden. Hier sei an die mehrfach prämierte Entwicklung des Ökofahrzeugs und die damit verbundene Technologie erinnert.

Im IAF sind derzeit 21 Mitarbeiter angestellt, allerdings teilweise in Halbtagsstellen, wobei das einem Vollzeitäquivalent von etwa 12,5 entspricht. Die Halbtagsstellen sind zum Teil mit Doktoranden und neuerdings mit Master-Studenten besetzt. 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 läuft derzeit eine kooperative Promotion mit der Universität Karlsruhe im Schwerpunkt System- und Regelungstechnik.

Eine weitere Promotion wurde im Schwerpunkt physikalische Sensorik und in der Medientechnik erfolgreich abgeschlossen. Die Hochschule Offenburg unterhält derzeit mit ca. 70 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 „Kärmerarbeit“ durchgeführt, wobei sich hier Lehre und selbstständige Tätigkeit ergänzen. Hierfür ist allerdings ein erheblicher Umfang an Betreuung erforderlich, der von etablierten Assistenten und Mitarbeitern zu leisten ist. In diesem sogenannten Mittelbau wird das Defizit an festen Stellen, die allein die Kontinuität im personellen wie auch inhaltlichen Bereich sicherstellen können, immer schmerzhafter. Durch die hohe Personalfuktuation und Fraktalisierung der Personalstellen ist das sinnvolle Führen von Studenten sehr viel schwieriger geworden. Es wäre deshalb eine wesentliche Verbesserung, wenn in jedem Kompetenzbereich des IAFs wenigstens ein von der Basisfinanzierung getragener, nicht in Projekte gebundener Mitarbeiter zur Verfügung stehen würde. Das würde eine Steigerung der Grundfinanzierung auf etwa 20 % von bisher bestehenden 4 % Umsatzanteil bedeuten. Damit wären noch nicht die Zahlen erreicht, wie sie im sonstigen Umfeld öffentlich geförderter Institute anzutreffen sind. Eine 96 %-Finanzierung aus laufenden kurzfristigen Projektmitteln kann auf die Dauer nicht stabil sein. Der Anteil der Arbeiten am Institut, der unmittelbar lehr- und ausbildungsbezogen ist, 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 im Institut für Angewandte Forschung konnten die Forschungsaktivitäten insgesamt auf eine breitere Basis gestellt werden. Dies schlug sich 2007 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 Raumtechnik

Leitung: Dipl.-Ing. (FH) Michael Kuhn
 Badstraße 24 a
 77652 Offenburg
 Tel. 07 81/783 52
 Fax 07 81/783 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 07 81/96 54-11
 E-Mail: stz67@stw.de

Technische Beratung

Leitung: Prof. Dr. Uwe Coehne
 Sternenstraße 10
 77656 Offenburg
 Tel. 07 81/701 17
 Fax 07 81/701 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 07 81/9 70 99 06
 E-Mail: stz218@stw.de



Steinbeis-Transferzentren an der Hochschule Offenburg

Ihr Recht. Ihre Steuern. Unsere Kompetenz.

Rainer Lusch

Vereidigter Buchprüfer
Steuerberater

Gregor Mildenberger

Dipl. Wirtschaftsingenieur (FH)
Dipl. Kaufmann
Steuerberater

Dr. Martin Mildenberger

Rechtsanwalt
Fachanwalt für Insolvenzrecht
Fachanwalt für Steuerrecht

Eberhard Merx

Dipl. Betriebswirt (FH)
Steuerberater
Wirtschaftsprüfer

Bernd Streit

Dipl. Betriebswirt (BA)
Steuerberater

Ulf Wollenzin

Rechtsanwalt
Mediator

Karin Marxen

Rechtsanwältin

Marc Günther

Dipl. Betriebswirt (BA)
Steuerberater

Sandra Plewe

Dipl. Betriebswirt (BA)
Steuerberaterin

Tobias Jäger

Dipl. Betriebswirt (BA)
Steuerberater

 **Mildenberger • Lusch + Partner**
Wirtschaftsprüfer • Steuerberater • Rechtsanwälte

Bertha-von-Suttner-Straße 3, 77654 Offenburg
Telefon 07 81/93 81-0, www.mildenberger-lusch.de

Mitteilungen zu durchgeführten Forschungsarbeiten

Im Folgenden werden die im Jahr 2007 durchgeführten Forschungsvorhaben inhaltlich kurz angerissen. Die Projekte sind in der nachstehenden Tabelle nach Fachgebieten/Schwerpunkten sortiert, die Förderkategorie kann der Eintragung entnommen werden. Die Zuordnung kann im Einzelfall bei mehreren Förderquellen schwierig sein. Es werden im Wesentlichen drei Kategorien unterschieden:

Projekte aus Mitteln öffentlicher Förderer (A)

Projekte dieser Art werden mit einem erheblichen Teil durch Drittmittel gefördert, die entweder aus der Industrie direkt stammen oder von öffentlichen Förderstellen wie BMFT und EU. Die vom Land geförderten Projekte sind der nächsten Kategorie zugeordnet. Unter dem Überbegriff RHENAPHOTONICS (EU) laufen mehrere Projekte sowohl im Medienbereich als auch in der Optoelektronik, wie z. B. Mediaphotonics. Das Projekt SOLARTHERMIE2000plus wird vom BMFT unterstützt. In diesem Zusammenhang gibt es mehrere Projek-

te zum Gebäudemonitoring, insbesondere zur Bewertung kommunaler Liegenschaften. Der Bereich der Nanopartikelforschung, derzeit mit einer Promotion verbunden, konzentriert sich auf die Generation und Analyse von Nanopartikeln mit optischen Methoden.

Projekte aus Landesförderung (B)

Projekte dieser Art setzen in größerem Umfang Landesmittel ein. Hierzu gehören insbesondere die „Innovativen Projekte“, Verbundprojekte, sowie Projekte, die aus der Zukunftsinitiative oder aus Schwerpunktmitteln Leistungen erhalten haben. Die Hochschule Offenburg ist mit zwei Projekten im Landesprogramm zafh (Zentrum für angewandte Forschung an Hochschulen) vertreten, so in der Gruppe zafh.net Nachhaltige Energietechnik sowie ZeMIS (Zentren für Mikrotechnik und Systemintegration). Darüber hinaus gibt es mehrere Projekte, die von der Landesstiftung Baden-Württemberg gefördert werden, u. a. auch die Beschaffung eines Hochleistungseximer-Lasers für die Partikelforschung.

Industrieprojekte (C)

Hierbei handelt es sich um direkte Industrie-Entwicklungsaufträge oder sonstige Projekte, die überwiegend von Industriebetrieben, eventuell auch durch Sponsoring oder Spenden, finanziert sind.

Projekte aus Hochschul-Eigenmitteln (D)

Diese Projekte werden aus Eigenmitteln der Hochschule gefördert, wobei sich die Förderung im Wesentlichen auf die Bereitstellung von Labor- und Gerätekapazität, in geringem Umfang von Mitarbeiterkapazität oder Werkverträgen für Studenten sowie Materialbeschaffung bezieht. Über diese Projekte, bei denen es sich im Charakter um Studien in der Vorphase sowie kleinere Voruntersuchungen handelt, wird hier nur unverbindlich informiert. Eine Beschränkung der Information in der Darstellung ergibt sich auch aus der Notwendigkeit, die Urheberrechte und potenziellen Patentrechte der Forscher in aktuellen, sensiblen Gebieten nicht zu verletzen.

Nr.	Projektthema		Projektleiter
1. System- und Regelungstechnik			
1.1	BioPower	B	Prof. Dr. Jansen Prof. Dr. Spangenberg
1.2	Elektronische Pille (ePille®)	D/B	Prof. Dr. Jansen
1.3	Entwicklung eines Temperaturüberwachungssystems mit Auslesung nach dem RFID-Standard ISO 15693	C	Prof. Dr. Jansen
1.4	SIRIUS Prozessorkern für SOC-ASIC-Designs	D	Prof. Dr. Jansen
1.5	Dynamisch adaptives Temperiersystem	A	Prof. Dr. Hildenbrand
1.6	Drehgeberlose Synchronmotorregelung für Off-Road-Hybridfahrzeuge	C	Prof. Dr. Nuß
1.7	Ausbildung im Team: Das Öko-Wettbewerb-Fahrzeugprojekt „Schluckspecht“	D/C	Prof. Dr. Hochberg
1.8	Entwicklung und Bau der ersten alkalischen Direktethanol-Brennstoffzelle zum Antrieb eines Fahrzeugs	C	Prof. Dr. Hochberg
1.9	Entwicklung eines permanent erregten bürstenlosen Gleichstrommotors mit integrierter Kugelumlaufmutter	C	Prof. Dr. Hochberg
1.10	Transition to Chaos in Rayleigh-Bérnard Convection	D	Prof. Dr. Hochberg
1.11	Determination of quality factor and capacitance of coils by field simulations using CST Microwave Studio	D	Prof. Dr. Schüssele
2. Physikalische Sensorik			
2.1	Untersuchung der Frequenzantwort für unterschiedliche Anregungsbedingungen in Multimodeglasfasern	D	Prof. Dr. Lieber
2.2	Ein autonomes Fahrzeug genannt RON, Neuronale Netze steuern Roboter	D	Prof. Dr. Schröder
2.3	Ab Initio Calculation of the Behaviour of a Model Helicopter	D	Prof. Dr. Schröder
2.4	Analyse der Kanalkapazität von Funksystemen mit MIMO-Architektur	C	Prof. Dr. Felhauer
3. Verfahrenstechnik			
3.1	Eine gaschromatografische Kopplung mit einem UV- und einem massenselektiven Detektor	D	Prof. Dr. Spangenberg
3.2	Numerical Simulation of the Secondary Flow due to the Coaxial Rotation	D	Prof. Dr. Bühler
3.3	Solare Großanlagen in der Betreuung der Hochschule Offenburg am Beispiel des Nahwärmenetzes Holzgerlingen und der Festo AG & Co. KG in Esslingen – Solarthermie2000plus	A	Prof. Bollin
3.4	Indikatoren für die Umsetzung nachhaltiger Energietechniken in Siedlungsstrukturen	A	Prof. Bollin
3.5	Energieeffizientes Gebäude; Monitoring bestätigt erfolgreiche Planung und Umsetzung	A	Prof. Bollin
3.6	Particle and Gaseous Emission of Diesel Engines Fuelled by Different Non-Esterified Plant Oils	A	Prof. Dr. Zahoransky
3.7	Up-conversion Multiplex Diagnostic Assays	A	Prof. Dr. Lorenz
3.8	MIBIBZELL - Entwicklung einer mikrobiellen Brennstoffzelle	D	Dr. Wilke Prof. Dr. Zell
4. Medien			
4.1	Online-Identitäten durch Communities und Web-2.0-Anwendungen	D	Prof. Dr. Breyer-Mayländer
4.2	Web-TV-Anforderungen für Online-Plattformen der Print-Verlage	C	Prof. Dr. Breyer-Mayländer
4.3	MI-Learning: ein Rahmenwerk für webbasiertes E-Learning	D	Prof. Dr. Sänger Prof. Dr. Schmidt
4.4	Sonification: Akustisches Gestalten für digitale Informationswelten und audiovisuelle Medien	D	Prof. Dr. Werner
4.5	Totale Mondfinsternis über Offenburg am 3./4. März 2007	D	Prof. Dr. Curticapean
4.6	Eye-Tracking Study of Navigation Behaviour on Mobile Devices for mLearning	C	Prof. Dr. Christ
4.7	MI-4n6, das Schweizer Taschenmesser der praktischen Computer-Forensik	D	Prof. Dr. Hammer

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

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 BioPower

Prof. Dr.-Ing. Dirk Jansen
Prof. Dr. rer. nat. Bernd Spangenberg
Ji Li M. Sc.
Dipl.-Ing. (FH) Tobias Volk
Andrea Seigel

Das Projekt ist eine Kooperation zwischen dem Institut für Mikrosystemtechnik (IMTEK) der Universität Freiburg und dem Institut für Angewandte Forschung (IAF) der Hochschule Offenburg. Direkt-Glukose-Brennstoffzellen (DGFC) stellen einen innovativen Ansatz zur Energieversorgung von implantierbaren medizinischen Mikrosystemen wie z. B. Herzschrittmacher, künstliche Schließmuskel und ähnliche Implantate dar. Durch elektrochemische Umsetzung des körpereigenen Blutzuckers können diese Brennstoffzellen als praktisch unerschöpfliche Stromquelle dienen, ohne verbrauchte Batterien in operativen Eingriffen ersetzen zu müssen.

- Vor diesem Hintergrund werden am Institut für Mikrosystemtechnik (IMTEK)

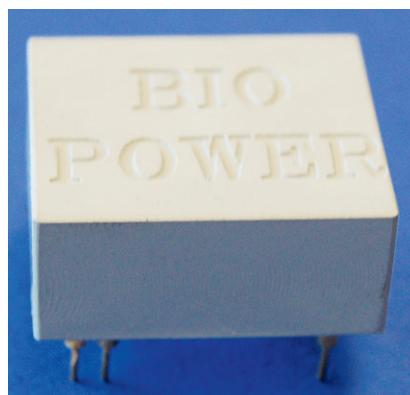


Abb. 1.1-1: Modul

der Universität Freiburg im Rahmen einer Dissertation eine implantierbare Direkt-Glukosebrennstoffzelle entwickelt. Die Größe dieser Zelle hängt entscheidend von der dazugehörigen Wandelelektronik ab, die selbst möglichst geringe Verluste aufweisen soll. Ein Problem hierbei sind einmal

- die sehr niedrige Betriebsspannung der Brennstoffzelle mit 0,2–0,5 V, die auch nicht durch Reihenschaltung vergrößert werden kann;

- zum anderen die sehr geringe Last eines potenziellen Verbrauchers (z. B. Herzschrittmachers oder Implantats) von wenigen Mikroampere.

Beide Randbedingungen erlauben nicht, auf dem Markt verfügbare DC/DC-Wandler klassischer Bauart zu verwenden.

Am IAF wurden deshalb in umfangreichen Simulationen Schaltungen untersucht, die unter den gegebenen Randbedingungen eine effektive Umsetzung ermöglichen. Hierbei wurde sowohl das Ladungspumpenkonzept als auch die Umsetzung mit induktiven Spannungsumwandlern näher untersucht. Schließlich konnte ein Wandler aufgebaut werden (Abb. 1.1-1), der für die Randbedingungen einer Last durch einen Herzschrittmacher immerhin einen Wirkungsgrad von über 50 % (Abb. 1.1-2) ermöglicht.

Dadurch kann die Fläche für die eigentliche Brennstoffzelle im Quadratmeterbereich gehalten werden, was das System schon nahe an eine reale Umsetzung bringt. Der Wandler kann

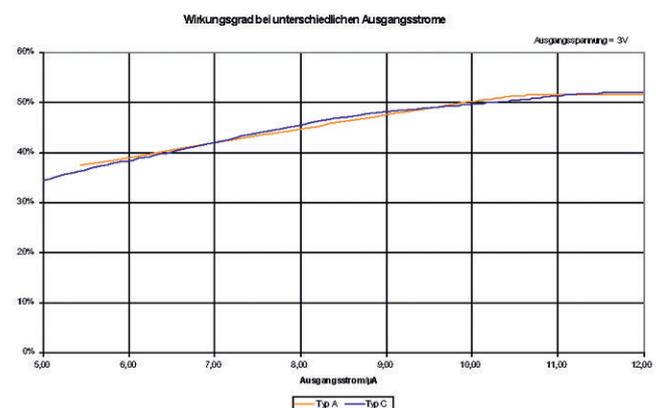
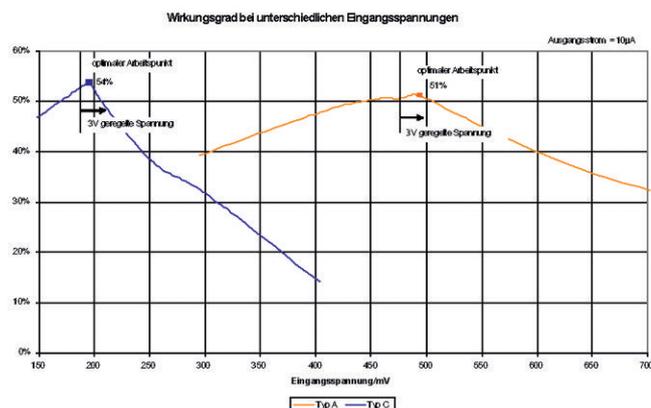


Abb. 1.1-2: Wirkungsgrad beider Typen, Typ A ist auf 0,5 V und Typ B ist auf 0,2V optimiert

potenziell auch noch kleiner realisiert werden, die derzeitige Lösung als Modul enthält noch eine Reihe von Optimierungsmöglichkeiten. Mit dem Wandler konnte die gesamte Umsetzungskette, Biobrennstoffzelle, DC/DC-Wandler und EKG-Herzschrittmacher funktionsfähig demonstriert werden.

Die Ergebnisse sind für viele heute noch nicht erschlossene Energiequellen, wie z. B. Solarzellen und Thermogeneratoren, nutzbar. Damit ist das aktuelle Thema „Energy Harvesting“, bei dem Sensoren aus in der Umgebung verfügbarer Energie versorgt werden, angesprochen. Die Anwendungen sind zahlreich und passen in die übergeordneten Themen der verteilten Sensorknoten, textiler Elektronik und Pervasive Computing.

BioPower, Analytik der Oxidationsprodukte

Prof. Dr. rer. nat. Bernd Spangenberg

Im Projekt „BioPower“ wird untersucht, wie Glucose in einer Brennstoffzelle chemisch oxidiert wird. Im analytischen Teil des Projekts ist die Frage zu beantworten, welche Oxidationsprodukte bei dieser Reaktion entstehen. Als Trenn- und Messmethode wird die Dünnschichtchromatografie (DC) benutzt.

In Abb. 1.1-3 ist das typische Ergebnis einer dünnschichtchromatografischen Trennung von Glucose zu sehen. Glucose wandert auf einer Aminoplatte etwa 20 mm weit und reagiert nach der Trennung durch Erhitzen auf 120 °C mit der Aminophase zu einer für Glucose charakteristisch fluoreszierenden Verbindung. Die Verteilung der Fluoreszenzintensität bei verschiedenen Emissionswellenlängen wird als Fluoreszenzspektrum bezeichnet. In Abb. 1.1-3 ist das für Glucose charakteristische Fluoreszenzspektrum zu sehen.

Wird die Fluoreszenzintensität (z. B. bei 480 nm) graphisch gegen die Trennstrecke aufgetragen, resultiert ein für die DC typisches Chromatogramm. In Abb. 1.1-4 ist ein solches Chromatogramm dargestellt.

Neben der eingesetzten Glucose (rot markiert) können vier blau markierte Oxidationsprodukte identifiziert werden.

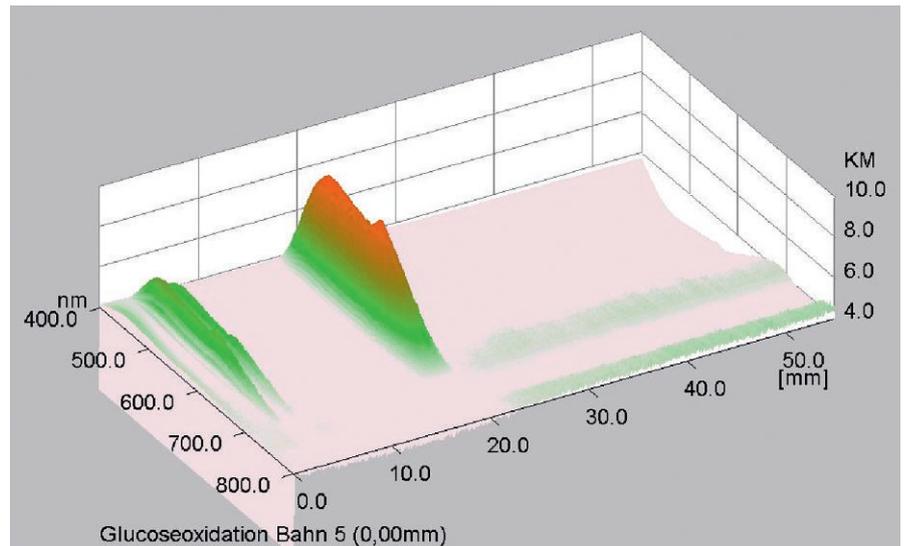


Abb. 1.1-3: Dreidimensionale Darstellung einer Glucosetrennung. Auf der X-Achse ist die Wanderungstrecke, auf der Y-Achse die Fluoreszenzwellenlänge und auf der Z-Achse die Fluoreszenzintensität dargestellt

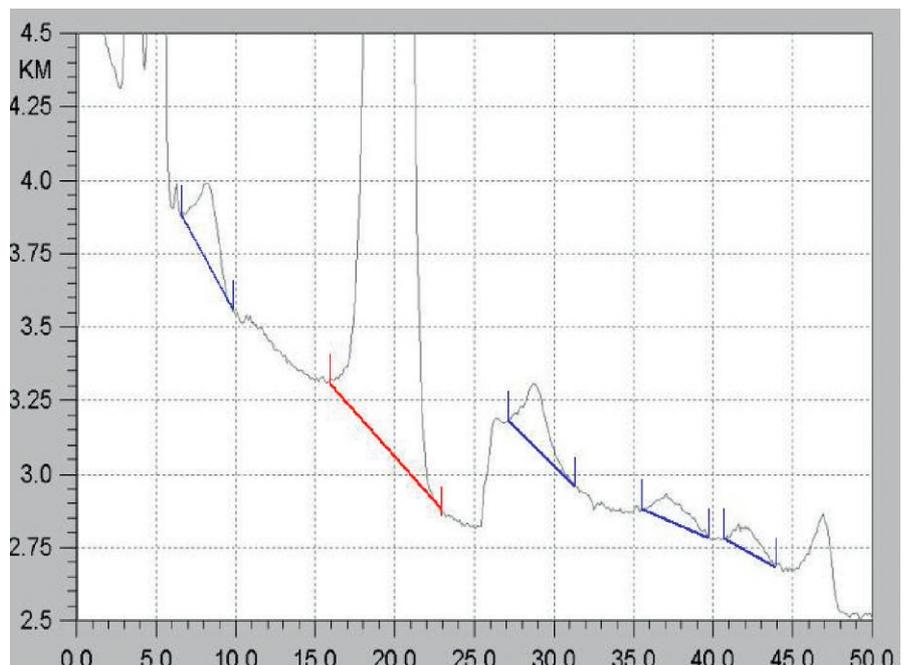


Abb. 1.1-4: Zu sehen ist das Chromatogramm einer Trennung von Glucose-Oxidationsprodukten. Neben der eingesetzten Glucose (rot markiert) können vier blau markierte Oxidationsprodukte identifiziert werden

Es handelt sich dabei ausnahmslos um Zuckersäuren, deren genaue Identifizierung noch aussteht.

Die Dünnschichtchromatografie auf Aminophase ist ein geeignetes Instrument, sowohl Zucker als auch Zuckersäuren quantitativ zu erfassen.

Referenzen

[1] Dirk Jansen, Tobias Volk, Sven Kerzenmacher, Steffen Zehnle, Felix von

Stetten, Roland Zengerle: An efficient low-power DC-DC converter enabling cardiac pacemaker Operation with a 18 cm² glucose fuel cell, Journal of bioengineering, ISSN 015-3068, 2006

[2] Ante Santic, Michael R. Neumann: A low input voltage DC-DC converter for implanted electronic circuits, Journal of bioengineering, Sept. 1977

1.2 Elektronische Pille (ePille®)

Prof. Dr.-Ing. Dirk Jansen
Nidal Fawaz M.Sc.
Dipl.-Ing. (FH) Daniel Bau
Dipl.-Ing. (FH) Marc Durrenberger

Die Entwicklung der Elektronik in den letzten Jahren ermöglicht, neue Produkte und Systeme zu realisieren, die noch vor Jahren undenkbar gewesen sind. Im medizinischen Bereich, wo bisher die Elektronik den Cardiosektor vor allem in Form von Herzschrittmachern erobert hat, kommen heute auch Anwendungen in Frage, bei denen die Dosierung von Medikamenten in elektronisch kontrollierter Form an Bedeutung zunimmt.

Medikamente können über den klassischen oralen Weg, also die geschluckte Pille (Abb. 1.2-1), in den Körper gelangen. Die Menge ist vorgegeben, die Auflösung der Hülle erfolgt auf chemisch/physiologischem Weg, schließlich wird das Medikament im Darm vom Körper resorbiert. Ist die Pille geschluckt, ist dieser Vorgang nicht mehr zu stoppen. Es wäre in vielen Fällen von Interesse, die Menge der abgegebenen Droge auch noch nach Einnahme des Medikaments zu kontrollieren, mal weniger oder auch mal mehr.

Es gibt darüber hinaus Medikamente, die bisher auf oralem Weg nicht gegeben werden können, weil sie im gastro-intestinalen Trakt, d. h. im Magen-Darm-Bereich, enzymatisch zerstört werden, bevor sie vom Körper aufgenommen werden können. Hierzu zählen insbesondere eiweißhaltige Pharmazeutika, als wichtigster Vertreter Insulin für die Diabetes-Medikamentation. In den letzten Jahren ist gezeigt worden, dass Insulin jedoch im Dickdarm resorbiert werden kann, sodass das Problem des Transports durch den Magen-Darm-Trakt bis zum Dickdarm gelöst werden muss. Hinzu kommt, dass bei Insulin und ähnlichen hochwirksamen Medikamenten die Dosierung sehr exakt kontrolliert werden muss, um eine gezielte Steuerung des Stoffwechsels zu ermöglichen.

Die Idee, eine Pille mit einer elektronisch kontrollierten Dosierfähigkeit zu entwickeln, ist nicht neu und erste Versionen existieren schon seit den 60er-Jahren. Doch bisher war die verfügbare



Abb. 1.2-1: Typische Medikamentenkapseln

Technologie nicht weit genug, um eine gezielte Kommunikation und Dosierung über eine telemetrische Verbindung sicherzustellen.

Seit ca. 4 Jahren entwickelt die Hochschule Offenburg im Rahmen des Projekts ePille® (Abb. 1.2-2) ein solches System. Insbesondere die Technologie der Telemetrie, die besonderen Anforderungen der Medizintechnik gerecht werden muss, ist ein Thema, das in einer Dissertation erfolgreich bearbeitet wird. Das Ergebnis ist eine Anordnung, bei der die komplette Elektronik in einem integrierten anwendungsspezifischen Schaltkreis (ASIC) integriert ist (Abb. 1.2-5). Die ca. 25 mm lange und ca. 7 mm dicke Pille ist einfach zu schlucken und passiert den Körper in durchschnittlich 2 bis 3 Tagen. Da die Pille den größten Teil dieser Zeit im oberen Teil des Dickdarms verbringt, kann man sie als Medikamentendepot verstehen, von dem über die telemetrische Verbindung das Pharmazeutikum, z. B. Insulin, nach Bedarf abgerufen werden kann. Die Situation im Darm führt zu einer relativ schnellen Reaktion des Körpers, da das Blut vom Darm direkt zur



Abb. 1.2-2: Konzept der Medikamentengabe mit Hilfe elektronischer Pille

Leber geleitet wird und dort die eigentliche Regelung des Blutzuckerspiegels erfolgt.

Physiologisch ist diese Darbringung sogar besser verträglich als die direkte Injektion in die Bauchdecke, wie sie heute von Millionen Diabetikern praktiziert wird. Aus dem Depot können auch programmiert Basisdosen und Dosierprofile abgerufen werden, wie das mit einer chemischen Pille niemals möglich wäre. Die ganze Palette der damit möglichen medizinischen Therapien muss erst noch untersucht werden.

Die Pille enthält einen an der Hochschule entwickelten Prozessorkern SIRIUS und eine low-frequency-Telemetrie-einheit mit Quadraturphasenmodulation, die sich ganz besonders für die Kommunikation mit Implantaten im Körper eignet. Durch die Digitalisierung wird ein hohes Maß an Zuverlässigkeit und Genauigkeit erreicht. Eine solche Telemetrie kann vollständig gegen elektromagnetische Störungen von außen gesichert werden, wie sie für eine Anwendung im Zusammenhang mit Implantaten essenziell ist.

Die Kapsel wird geschluckt, nachdem sie mit Hilfe eines Handgeräts aktiviert wurde. Mit diesem Handgerät, Abb. 1.2-4 zeigt die Elektronikplatine, kann jederzeit mit der Kapsel Kontakt aufgenommen werden. Eine Lokalisierung im Körper ist einfach zu realisieren. Diese Patientendosiereinheit enthält ebenfalls einen Prozessor und berechnet anhand der verwendeten Medikamente (Insulindosierung) den zu gebenden Medikamentenschub.

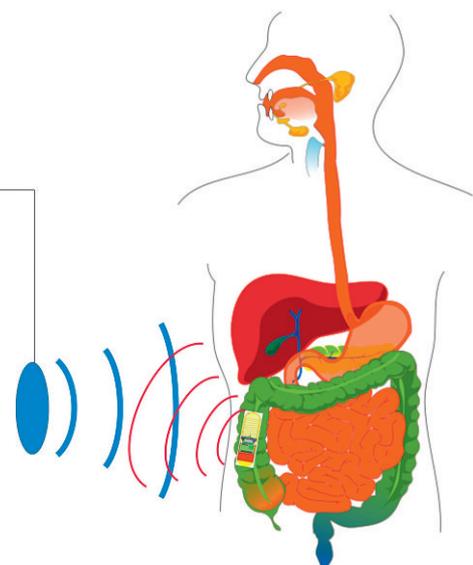


Abb. 1.2-2 zeigt die Gesamtanordnung, wobei das Handgerät auch mit einem PC verbunden sein kann. Damit ist auch eine telemedizinische Weiterverarbeitung der Daten möglich.

Das Handgerät soll später noch mit einem Glukosemessgerät kombiniert werden. Derzeit sind solche Systeme in Entwicklung und erlauben eine unblutige aktuelle Messung des Blutzuckerspiegels. Über das Gerät wird die ePille® konfiguriert und bedient, die Übertragung erfolgt verschlüsselt und gesichert, sodass eine Fehlgabe ausgeschlossen werden kann.

Die Pille selbst verfügt neben der Fähigkeit der Medikamentengabe auch über eine Sensorik, insbesondere einen Temperatursensor, der bereits im Chip integriert ist. Damit ist ein kontinuierliches Verfolgen der Körpertemperatur durch den Magen- und Darm-Trakt möglich. Da die Pille selbst über eine eigene Stromversorgung verfügt, können während dieses Durchgangs Messdaten aufgezeichnet werden. Weitere Sensoren, z. B. für PH-Wert, Sauerstoffgehalt usw. sind angedacht. Die Loggerfähigkeit erschließt dem System einen weiteren Anwendungsbereich in der Diagnose. Entzündungsherde sind typischerweise stärker durchblutet und damit heißer als andere Körperstellen. Durch die Fähigkeit der Telemetrie, den Ort der Pille im Körper zu bestimmen, können damit Krankheitsherde direkt identifiziert werden.

Eine ePille als Massenapplikation ist nur dann in der Praxis einsetzbar, wenn die Kosten im unteren Euro-Bereich liegen. Damit sind alle technologischen Forderungen an ein Mikrosystem definiert, wobei die Automatisierung der Fertigung besonders wichtig ist. Jede Pille soll schließlich nur einmal genommen werden.

Ein integrierter Schaltkreis für diese Applikation wurde im Jahr 2007 am IAF der Hochschule entwickelt und inzwischen erfolgreich in Betrieb genommen. Der Chip Abb. 1.2-5 besteht aus einem 32-bit-Prozessorkern, RAM und ROM für die Speicherung der Daten sowie der Telemetrieinheit und einem hochgenauen Temperatursensor. Mit 14 mm² passt dieser Chip bequem in die vorgesehene Applikation.

Dem Aufbau eines Komplettsystems in den nächsten Monaten steht damit nichts mehr im Weg.

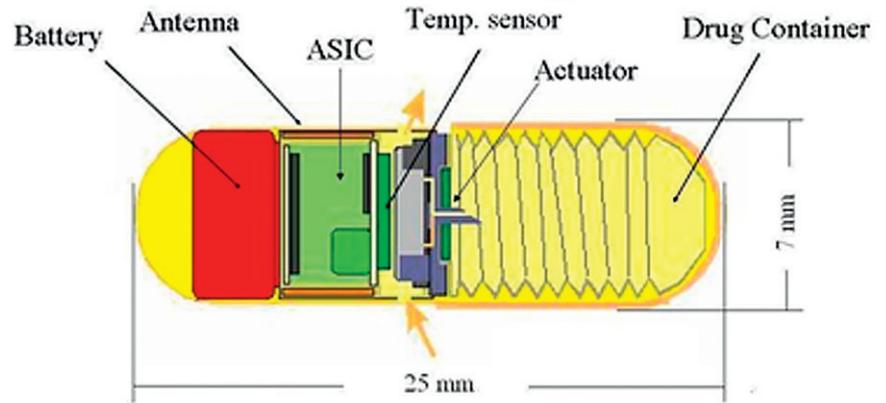


Abb. 1.2-3: Elektronische Pille (ePille®) concept

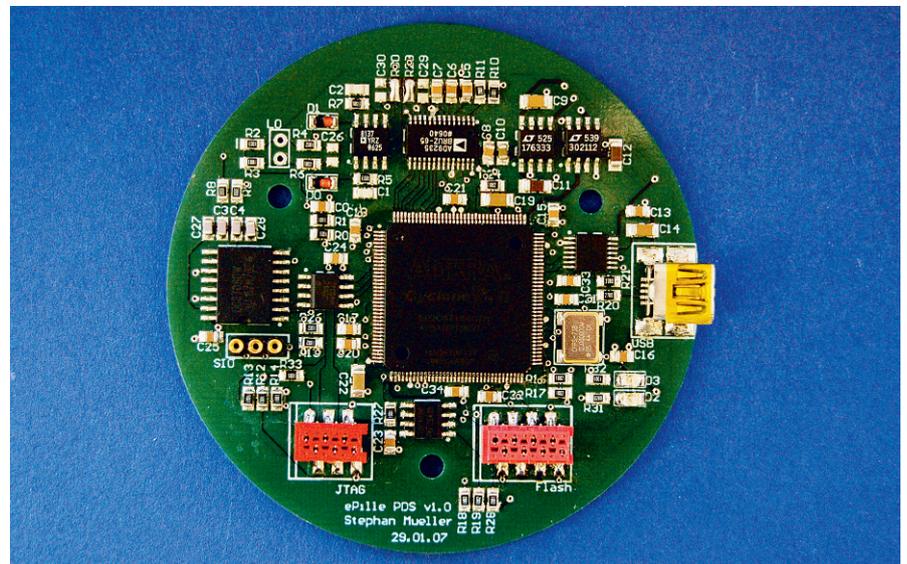


Abb. 1.2-4: Elektronik der Patient-Dosierstation zur Kommunikation mit der ePille®

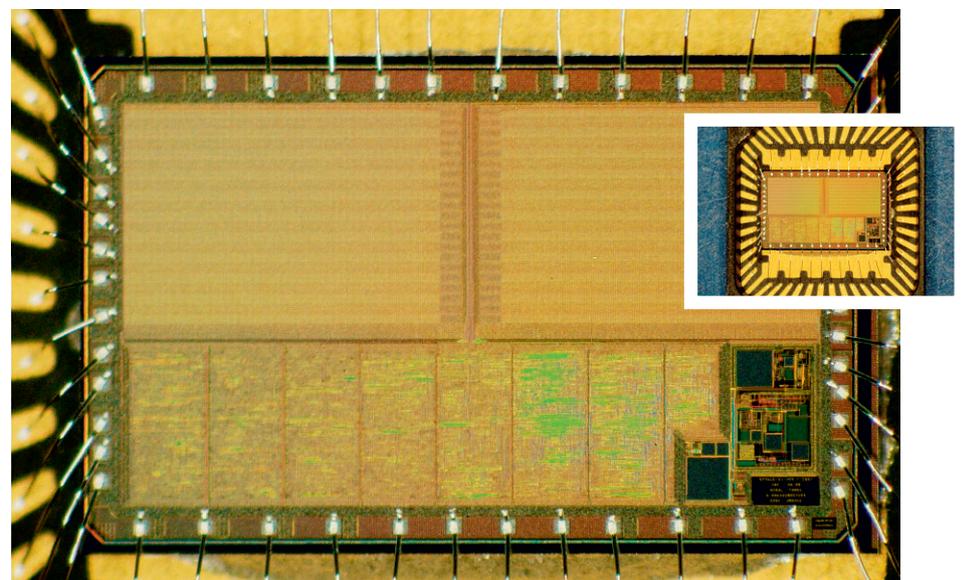


Abb. 1.2-5: ePille ASIC Prototyp in 0.35 µm Technologie, Größe von 14 mm²

Referenzen

- [1] D. Jansen, N. Fawaz, M. Durrenberger, D. Bau: "A Small High Performance Microprocessor Core SIRIUS For Embedded Low Power Designs, Demonstrated in a Medical Mass Application of an Electronic Pill (ePille®)", Embedded System Design Topic, Techniques and Trends, ISBN 978-0-387-72257-3, p. 363-372, California, USA, June 2007
- [2] N. Fawaz, D. Jansen: "A SoC Electronic Pill (ePille®) with 32 bit SIRIUS Processor and Bidirectional Communication System used for Biomedical Telemetry Applications", International Conference on Information & Communication Technologies: from Theory to Applications – ICTTA'08, IEEE Communication Society, Syria (Accepted), April 2008
- [3] N. Fawaz, D. Jansen: "An Electronic Pill (ePille®) for Drug Delivery with Bidirectional Communication System used for e-medical Application inside the Body", International Conference for e-medical Systems, ISBN 9954-8905-0-5, p. 15-20, Morocco, October 2007
- [4] N. Fawaz, D. Jansen: "A new platform of an electronic pill with bidirectional communication system for miniaturized and low power biomedical application", MPC-Workshop, Vol. 38, p. 45-49, ISSN 1862-7102, Ulm, Germany, February 2007
- [5] N. Fawaz, D. Jansen: "A new miniaturized Electronic Pill (ePille®) for mass medical application with bidirectional communication system", MikroSystemTechnik Kongress, Proceedings of MST 2007, ISBN 978-3-8007-3061-2, p. 723-726, Dresden, Germany, 2007
- [6] N. Fawaz, D. Jansen: "A developed platform of smart electronic pill (ePille®) using near field bidirectional communication system for biomedical telemetry application with drug delivery system", Proceedings of Biomedical Engineering / Biomedizinische Technik BMT, Vol. 52, ISSN 0939-4990, Aachen, Germany, October 2007
- [7] N. Fawaz: "Biomedical Telemetry Application of an electronic Capsule with enhanced Performance", Design, Automation and Test in Europe DATE Conference, Proceedings of DATE/EDAA, ISBN 978-3-9810801-2-4, Nice, France, April 2007



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, I-deas auf Basis von Teamcenter Engineering / PLM-easy / 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



KASTO®

Keine Kompromisse!

„Um erfolgreich zu sein, produzieren wir schnell und flexibel. Modernste Technik für das Sägen, Lagern und Automatisieren bietet uns nur KASTO – und das aus einer Hand. Wir machen hier keine Kompromisse.“

**Informieren Sie sich über Praxissemester,
Studien- und Diplomarbeiten unter www.kasto.de**

www.kasto.de

1.3 Entwicklung eines Temperaturüberwachungssystems mit Auslesung nach dem RFID-Standard ISO 15693

Prof. Dr.-Ing. Dirk Jansen
Dipl.-Ing. (FH) Tobias Volk

Im Rahmen einer Zusammenarbeit mit dem regionalen Hersteller Schweizer Elektronik AG wurde im Jahr 2007 ein Sensorsystem mit Datenloggerfunktion entwickelt, das den Anforderungen eines industriellen Großeinsatzes gerecht wird. Das erste Anwendungsgebiet für den als SEAGsense bezeichneten RFID-Tag ist die Überwachung von Blutkonserven. Hier liegen Anforderungen auf Langzeitbetrieb von mehreren Jahren vor. Weiterhin sind medizintechnikkongerechte Ausführung, Dichtigkeit sowie insbesondere Beschleunigungsfestigkeit bis 5.000 g gefordert, die mit den herkömmlich angebotenen Systemen nicht zu realisieren sind.

Das komplett im IAF entwickelte Elektroniksystem arbeitet im Frequenzbereich 13,56 MHz und erfüllt alle Anforderungen des ISO/IEC-Standards 15693. Der Analogteil des Hochfrequenz-Front-Ends wurde zum Teil diskret, in anderen Teilen integriert, aufgebaut. Um die extremen langen Betriebszeiten von mehreren Jahren zu erreichen, musste die Elektronik außerordentlich stromsparend ausgelegt werden. Das komplette System, versorgt von einer in Sonderausführung hergestellten Lithiumbatterie, weist eine spezifizierte Betriebszeit von 5 Jahren auf. Mit SEAGsense können bis zu 7.500 Temperaturmesswerte und weitere Daten und Informationen über die Anwendung gespeichert werden. Die Firmware des auf dem bei SEAGsense verwendeten Atmel-Prozessors wurde von Siemens/Wien entwickelt. Das Gesamtsystem soll auch von Siemens vermarktet werden.

Eine besondere Anforderung an die Entwicklung war die Serienreifmachung des Systems, was auch die Erstellung der notwendigen Dokumente und Prüfungen in einem umfangreichen Qualifikationsverfahren beinhaltet.

Abb. 1.3-1 zeigt den Sensortag in der aktuellen Ausführung. In Abb. 1.3-2 sind die über 3 Monate aufgezeichneten Temperaturen auf dem Fensterbrett des Instituts in Offenburg dargestellt.

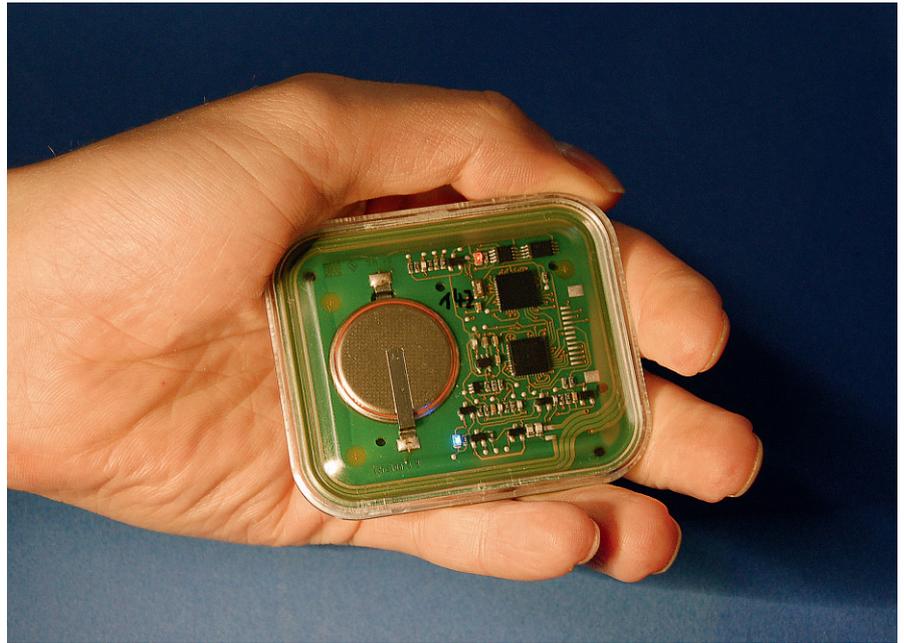


Abb. 1.3-1: An der Hochschule Offenburg entwickelter RFID-TagSEAGsense

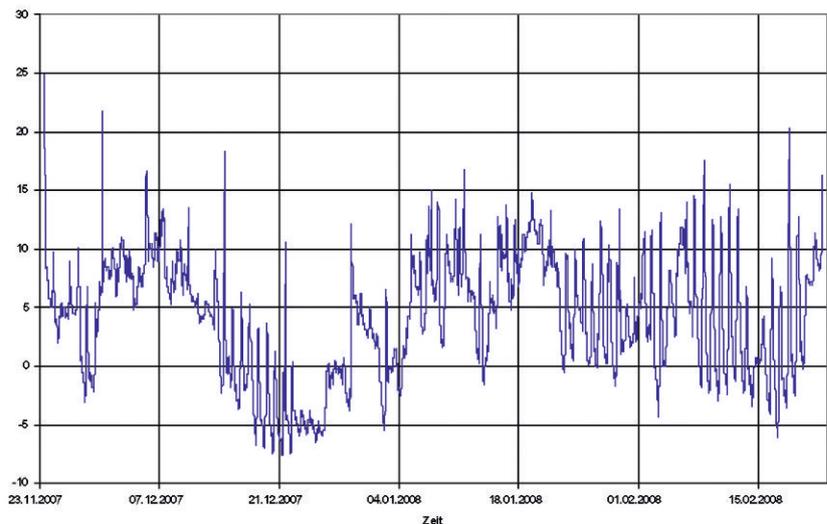


Abb. 1.3-2: Aufgezeichneter Langzeit-Temperaturverlauf von Offenburg. Die Temperaturspitzen repräsentieren die Auslesevorgänge, die im 20°C warmen Labor erfolgten

Zum Auslesen wurde der Sensor jeweils ins 20 °C warme Labor verbracht. Dies ist an den Temperaturspitzen zu erkennen. Abb. 1.3-3 zeigt einen Ausschnitt dieser Aufzeichnung aus den Weihnachtsfeiertagen 2007.

SEAGsense ist hermetisch verpackt und kann nur über die induktive RFID-Schnittstelle ausgelesen und konfiguriert werden. Dies führt zu einer sehr hohen Zuverlässigkeit und Robustheit. Weitere

Anwendungsbereiche liegen im Transport von hochwertigen Waren wie medizinischen Erzeugnissen, Pharmaka und Impfstoffen, aber auch Schnittblumen und weitere landwirtschaftliche Produkte können überwacht werden. Die avisierten Stückzahlen liegen im 5- bis 6-stelligen Bereich.

Im Rahmen des RFID-Projekts wurde für das analoge/digitale Frontend ein integrierter ASIC-Baustein entwickelt, der

wesentliche Baugruppen enthält und damit das Gesamtsystem zu vereinfachen ermöglicht. Eine erste Basisversion konnte schon 80 % aller Funktionen umsetzen. Abb. 1.3-4 zeigt ein Chip-Foto des integrierten ICs in 0,35 μm CMOS-Technologie. Der Chip ist sehr klein mit Abmessungen von 1,4 x 1,5 mm. Eine besondere Anforderung stellt die hohe Eingangsspannung der in resonanzbetriebenen HF-Antenne dar, die besondere Maßnahmen zur Begrenzung auf dem Chip erfordert. Da diese analogen Komponenten entwurfsrelevant sehr diffizil sind, konnten im ersten Anlauf noch nicht alle spezifizierten Werte erreicht werden. Ein Redesign des Chips ist für 2008 geplant, eine eventuelle Einführung in das Serienprodukt in 2009. Damit könnten die Kosten für den SEAGsense signifikant weiter verringert werden.

Referenzen

- [1] Dirk Jansen, Ji Li: Integration of analog-digital front-end electronics for RFID (Radio Frequency identification) in CMOS 0.35 μm technology, MPC-Workshop Ulm, July 2007
- [2] Klaus Finkenzeller, RFID Handbuch, Hanser-Verlag, Aug. 2006
- [3] ISO/IEC FCD 10373-6 Identification cards – Test methods, International Standard, March 2000
- [4] ISO/IEC 15693 „Vicinity Cards“, International Standard July 2000

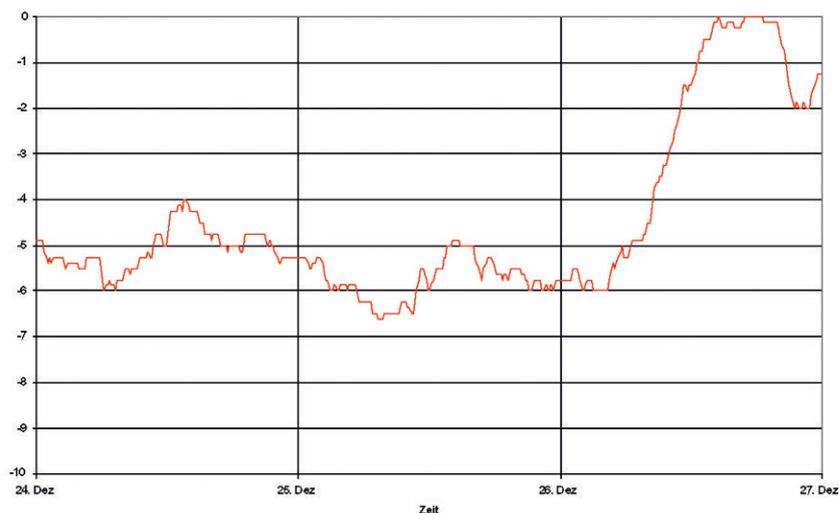


Abb. 1.3-3: Ausschnitt aus der Temperaturkurve Abb. 1.3-2 für die Zeit der Weihnachtsfeiertage 2007

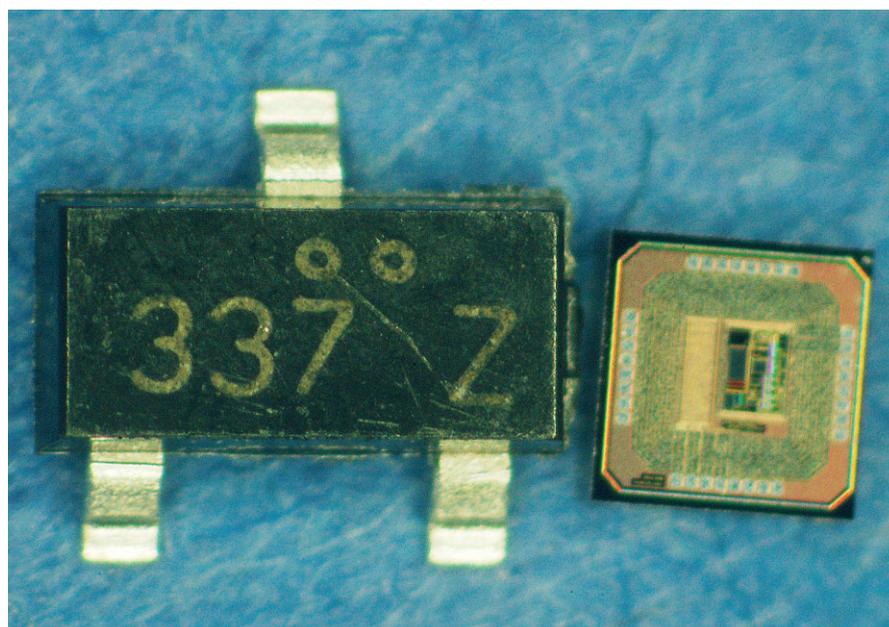


Abb. 1.3-4: Chipfoto des entwickelten RFID-Front-End-Chips. Abmessung 1,4 x 1,5 mm, gefertigt in einer AMI 0,35 μm CMOS-Technologie

1.4 SIRIUS-Prozessorkern für SOC-ASIC-Designs

Prof. Dr.-Ing. Dirk Jansen
 Dipl.-Ing. (FH) Daniel Bau
 Dipl.-Ing. (FH) Mark Durrenberger
 Dipl.-Ing. (FH) Florian Zowislok

Für die Entwicklung moderner ASIC-Bausteine ist die Intelligenz eines Mikroprozessorkerns moderner Architektur außerordentlich wichtig. Das ASIC-Design-Center verfügt seit 1993 schon über eine eigene Prozessorkernentwicklung unter dem Kurznamen FHOP, dessen Leistung für aktuelle Designs nicht mehr ausreicht. Deshalb wurde schon seit mehreren Jahren an der Entwicklung eines Nachfolgeprozessors gearbeitet. Mit dem SIRIUS-Kern, einer RISC-Architektur mit 32 bit Datenbusbreite, steht nun ein Kern zur Verfügung, der, auf die Hochsprache C optimiert, bei gleichzeitig niedriger Leistungsaufnahme eine hohe Verarbeitungsleistung und kleine Bauweise aufweist.

Der SIRIUS-Prozessor hat einen orthogonalen Befehlssatz von nur 56 Befehlen, die alle 16 bit breit sind und damit sehr kompakte Programme erlauben. Alle Befehle werden in nur einem einzigen Takt bearbeitet, wozu eine dreistufige Pipeline aufgebaut wurde. Der Prozessor verfügt über einen Hardware-Multiplizierer und einen Hardware-Shifter und ist damit auch für Signalprozessorapplikationen prinzipiell geeignet. In der Leistung ist der Kern in etwa vergleichbar mit dem ARM 7-thumb-Kern, der in vielen modernen Applikationen zu finden ist.

Der SIRIUS-Prozessor, der Name steht für **S**mall **I**mprint **R**isc for **U**biquitous **S**ystems, ist ein sogenannter Soft-Kern, d. h. komplett in der Hardwarebeschreibungssprache VHDL beschrieben. Er wird mit Synthesewerkzeugen auf die jeweilig verwendete Technologie abgebildet. So kann der Kern sowohl auf einem programmierbaren FPGA platziert werden, als auch als Gatternetzliste in einer ASIC-Technologie eingesetzt werden. Zusammen mit der angepassten Peripherie, wie Interruptcontroller, serieller Ein-/Ausgabe, USB-Controller usw. wurde der Kern auf einem ALTERA Cyclon III FPGA implementiert und erfolgreich in allen Eigenschaften verifiziert.



Abb. 1.4-1: Emulatorboard

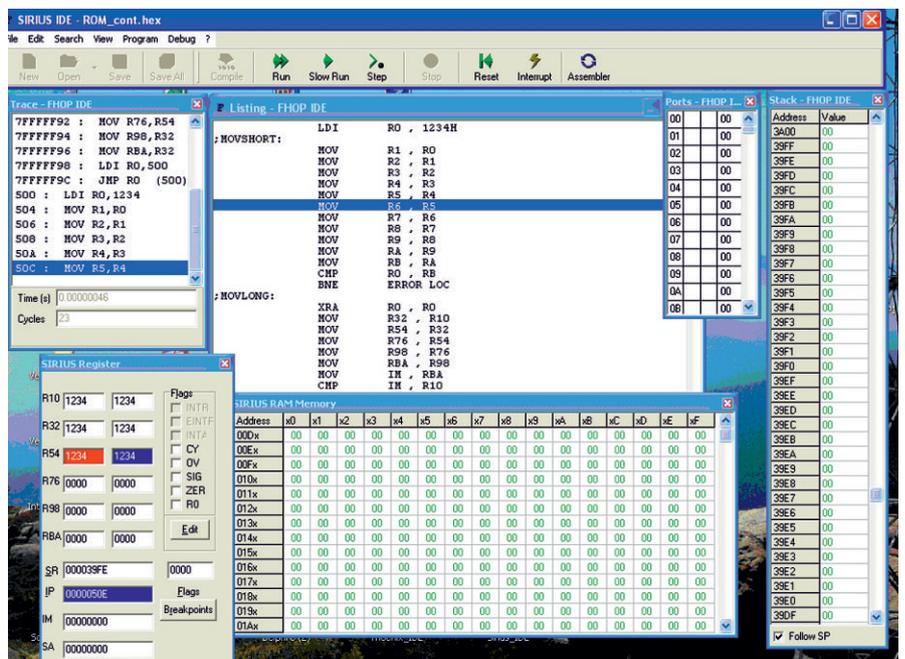


Abb. 1.4-2: SIRIUS-IDE mit integriertem Zyklus-genauem Simulator

Das Emulatorboard für den SIRIUS-Prozessor (Abb. 1.4-1) enthält nicht nur den kompletten funktionsfähigen Kern, Ein- und Ausgabelemente wie Schalter und LEDs, sondern auch einen Steckplatz für eine SD-Karte. Auf dieser Karte, ein zugehöriges Dateisystem wurde inzwischen entwickelt, ist das Betriebssystem gespeichert.

Über diese Karte können nun komfortabel Programme entwickelt und ausgeführt werden. Die hierzu erforderliche integrierte Entwicklungsumgebung IDE (Abb. 1.4-2) mit einem C-Compiler wurde ebenfalls an der Hochschule Offenburg entwickelt und erlaubt einen komfortablen Zugang zu dem Emulatorboard.

Das Board wurde anlässlich eines Lehrgangs über SOC-Design im Rahmen der MPC-Gruppe der Öffentlichkeit vorgestellt und kann über das IAF bezogen werden. Der Prozessorkern SIRIUS arbeitet auf dem Cyclon III FPGA mit einer Taktfrequenz von 48 MHz.

Inzwischen wurde der Prozessorkern schon in einem ersten Applikationsprojekt (ePille®) eingesetzt, wozu der Kern auf eine AMI 035 µm CMOS-Technologie gemapped wurde. Der Kern benötigt hierfür weniger als 1 mm² Siliziumfläche (Abb. 1.4-3). Auch der Leistungsverbrauch ist sehr niedrig. Dieser Chip konnte inzwischen komplett geprüft werden. Der Prozessor arbeitet wie vorgesehen.

Mit der Verfügbarkeit eines modernen Prozessorkerns, der zudem komfortabel in der Hochsprache C programmiert werden kann, ist das ASIC-Design-Center nunmehr in der Lage, auch komplexe Designs anzugehen. Bereits der in Abbildung 1.4-3 gezeigte ePille®-Chip ist ein sogenanntes „System on Chip“, d. h. enthält neben den komplexen digitalen Modulen auch analoge Komponenten, wie z. B. einen Temperatursensor. SIRIUS ist damit nicht nur ein Kern, sondern eine Designplattform, die je nach geforderter Applikation um weitere Komponenten ergänzt werden kann.

Damit sind auch komplexe Anforderungen, ja ganze Systemdesigns realisierbar, da bis zu 80 % wieder verwendet werden kann (design reuse), wodurch die Entwicklungszeiten und Risiken überschaubar bleiben.

Über den Prozessor wurde inzwischen auf internationalen Konferenzen wie der DATE 2007 in Nizza, der IESS'07 in Kalifornien, der Conference for e-medical Systems Marokko im Oktober 2007, ICVLSI 08 in Indien im Februar 2008 und der ICTTA'08 in Damaskus berichtet.

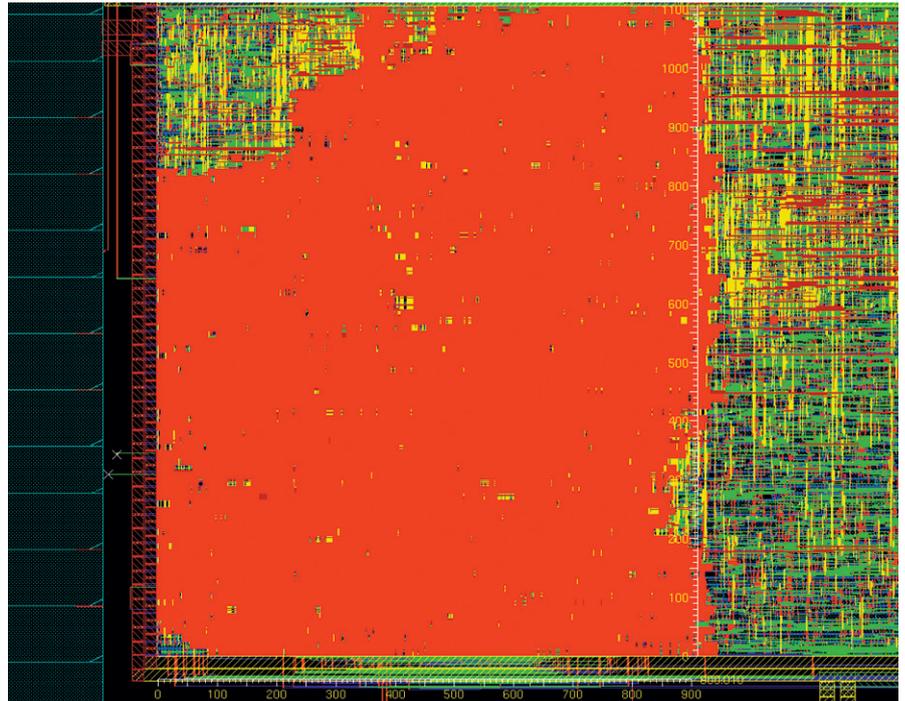


Abb. 1.4-3: SIRIUS-Prozessorkern in einem SOC-Design, Fläche < 1 mm² in einer 0,35 CMOS-Technologie

Referenzen

- [1] N. Fawaz: "Biomedical Telemetry Application of an electronic Capsule with enhanced Performance", Design, Automation and Test in Europe DATE Conference, Proceedings of DATE/EDAA, ISBN 978-3-9810801-2-4, Nice, France, April 2007
- [2] D. Jansen, N. Fawaz, M. Durrenberger, D. Bau: "A Small High Performance Microprocessor Core SIRIUS For Embedded Low Power Designs, Demonstrated in a Medical Mass Application of an Electronic Pill (ePille®)", Embedded System Design Topic, Techniques and Trends, ISBN 978-0-387-72257-3, p. 363-372, California, USA, June 2007
- [3] N. Fawaz, D. Jansen: "An Electric Pill (ePille®) for Drug Delivery with Bidirectional Communication System used for e-medical Application inside the Body", IEEE International Conference for e-medical Systems, p. 15-20, ISBN 99548905-0-5, Fes, Morocco, Oct. 2007
- [4] D. Jansen: Key Note Paper, ICVLSI 08-Conference, Chennai (Madras) Indien, Feb. 2008
- [5] N. Fawaz, D. Jansen: "A SoC Electronic Pill (ePille®) with 32 bit SIRIUS Processor and Bidirectional Communication System used for Biomedical Telemetry Applications", International Conference on Information & Communication Technologies: from Theory to Applications – ICTTA'08, IEEE Communication, Society (Accepted), Syria, April 2008

Dynamisch adaptives Temperiersystem

Prof. Dr.-Ing. Peter Hildenbrand

Studiendekan Studiengang EA,
MK und MK-plus

Badstraße 24, D-77652 Offenburg

Tel.: 0781 - 205 266

E-Mail: hildenbrand@fh-offenburg.de

1946: geboren in Oberkirch/Baden

1968: Studium der Elektrotechnik an der Universität Karlsruhe

1973: Diplom

1974–1980: Wissenschaftlicher Angestellter und Assistent am Institut für Mess- und Regelungstechnik an der Universität Karlsruhe

1979: Promotion über die Optimierung eines Systems mit örtlich verteilten Parametern am Beispiel der Haltbarmachung von festen Lebensmitteln

1980: Eintritt in die Brown, Boveri & Cie AG (BBC), Unternehmensbereich Hardware und hardwarenahe Software in Mannheim, Gruppenleiter: Grundlagen und Verfahren der Regelungstechnik

1985: Professor an der Hochschule Offenburg, Leiter des Labors Regelungstechnik

1993: Studiengangleiter Industrielle Informationstechnik und Automation

2004: Studiengangleiter Mechatronik

Forschungsgebiete: Regelungstechnik, Signal- und Systemtheorie, Adaptive Regelungssysteme, Modellbildung und Simulation



1.5 Dynamisch adaptives Temperiersystem

Prof. Dr.-Ing. Peter Hildenbrand

Bei dem Projekt DynaTemp (Dynamisch adaptives Temperiersystem) handelt es sich um ein Kooperationsprojekt zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen. Das Projekt wurde genehmigt und bezuschusst im Rahmen des PROgrammes „Förderung der Erhöhung der INNOvationskompetenz mittelständiger Unternehmen“ (PRO INNO II) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit (BMWA).

Im Rahmen des Kooperationsprojekts haben es sich die Firma Peter Huber Kältemaschinenbau GmbH und die Hochschule Offenburg zur Aufgabe gemacht, ein dynamisch adaptives Regelungssystem zu entwickeln. Grundlage dieser Entwicklung sollten die verschiedenen Leistungsbereiche der von Huber angebotenen Unistat-Temperiergeräte sein.

Die inhaltliche Zielstellung konzentrierte sich auf die Entwicklung eines adaptiven Regelungssystems, das universell über den gesamten Größenbereich der Unistat-Temperiergeräte eingesetzt werden kann.

Neben der Universalität und dem Komfort für die Anwender sollte sich damit nicht zuletzt die Idee zur Integration einer Wissensdatenbank verbinden, die beim Übergang von einem Temperiersystem zum nächsten die bis dato gesammelten Prozessenerfahrungen und aufgezeichneten Daten an das nächste Temperiersystem übergibt. Anhand der identifizierten Regelstrecke und der bis-

her gesammelten Prozessenerfahrungen sollte dieses nachfolgende Temperiergerät sofort eine optimale Regelungsstrategie für die Weiterführung des Prozesses generieren.

Das grundsätzliche Problem bestand während des gesamten Vorhabens darin, dass sich mehrere Parameter der Applikation (Regelstrecke) oder des Thermostaten gleichzeitig ändern können.

Systemkonzeption

Zu Projektbeginn wurde eine grundsätzliche Systemstrukturierung vorgenommen und aus dieser eine Experimentierumgebung aufgebaut. Hierzu wurde eine modellhafte Anwendung in Form eines Glasreaktors zugrunde gelegt. Als Hardware für die Experimentierphase dient ein Thermostat aus der Reihe der Unistat-Temperiergeräte. Beide Komponenten sind über zwei wärme-



Abb. 1.5-1: Typische Anwendung – Reaktor und Rührer

isolierte Schläuche miteinander verbunden. Abb. 1.5-1 zeigt den Aufbau. Ein Unistat-Temperiergerät wurde deshalb gewählt, weil es sich um ein sogenanntes Umwälzthermostat handelt. Diese Geräte zeichnen sich durch hohe Temperatur-Änderungsgeschwindigkeiten im Bereich von -120 C bis $+400^\circ\text{ C}$ aus. Das ist für die Versuchsreihen vorteilhaft, bringt aber auch in der späteren Anwendung Vorteile.

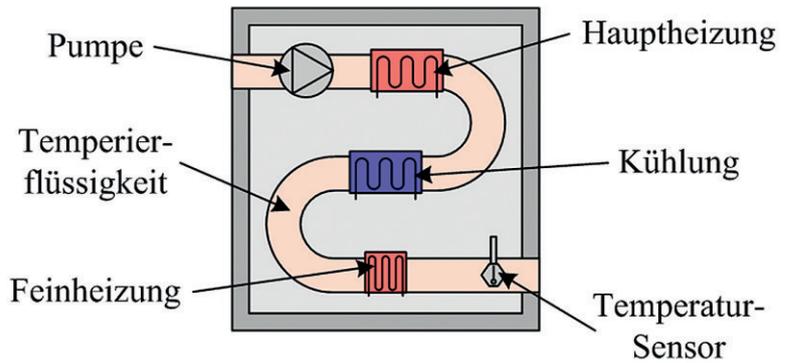


Abb. 1.5-2: Prinzipdarstellung des Thermostats

Aus der o. g. Struktur wurden schrittweise alle Systemfunktionen in Funktionsgruppen aufgegliedert, die die Basis für die weitergehende Modulabgrenzung bildeten.

Als Kernkomponenten für ein adaptives Regelungssystem wurden die Funktionen (siehe Abb. 1.5-2) herausgearbeitet.

Zur Temperierung wird der Temperierflüssigkeit Wärmeenergie zugeführt oder entzogen. Dies geschieht durch drei Temperierelemente: die Hauptheizung, die Kühlung und die Feinheizung. Diese werden von einem internen Regler angesteuert. Die primäre Aufgabe der Feinheizung ist es, die Ungenauigkeiten der Kühlung auszugleichen, da diese aus technischen Gründen nur grob einstellbar ist. Am Ausgang des Thermostats befindet sich ein Temperaturfühler.

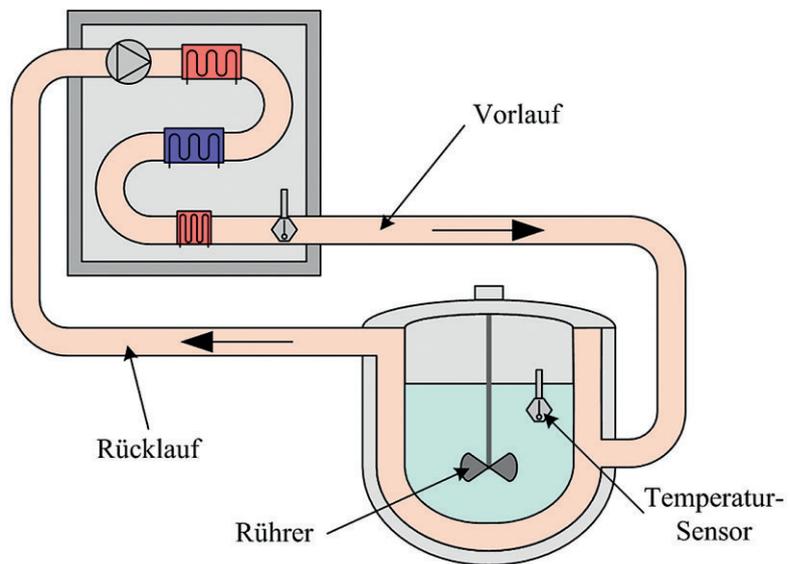


Abb.1.5-3: Prinzip eines Temperier-Systems bestehend aus Thermostat und Reaktor

Der Versuchsreaktor ist ein Behälter, in dessen Inneren sich eine Flüssigkeit befindet. Er hat zwei voneinander getrennte Räume. Der äußere Raum, der Mantel, ist über die beiden Schläuche mit dem Thermostat verbunden und wird von der Temperierflüssigkeit durchströmt. Im Inneren sorgt ein Rührer dafür, dass eine gute Durchmischung der Flüssigkeit vorhanden ist, um das Entstehen eines Temperaturgefälles zu verhindern. Mit einem zweiten Temperaturfühler (Pt100 in Vierleitertechnik) kann die Temperatur im Inneren gemessen werden. Diese Temperatur wird auch als Applikationstemperatur bezeichnet. Der externe Temperaturfühler

ist optional und kann vom Thermostat eingelesen werden. Er wird verwendet, wenn nicht die Thermostattemperatur, sondern die Temperatur an einer anderen Stelle im Temperiersystem betrachtet wird.

Die Temperierflüssigkeit gibt beim Durchfließen des Reaktormantels Wärme an den Reaktorinnenraum ab oder

entzieht Wärme von innen. Somit besteht eine direkte Abhängigkeit der Applikationstemperatur von der Thermostattemperatur, wodurch es möglich ist, die Flüssigkeit im Reaktorinneren zu temperieren.

Es ergibt sich das in Abb. 1.5-3 gezeigte Modell als Grundlage für alle weiteren Arbeiten.

Die Arbeiten umfassten:

- Entwicklung einer für die adaptive Regelung geeigneten Reglerhardware
- Entwicklung einer grafischen Benutzerschnittstelle zur intuitiven Bedienung
- Erarbeitung einer detaillierten Strategie für die adaptive Regelung thermodynamischer Systeme
- Zusammenführung der Reglermodule zu einem Gesamterregersystem zur Adaption mit Vorversuch als auch zur Online-Adaption
- Systemintegration / Aufbau einer beispielhaften Applikation
- Durchführung umfassender Testreihen an verschiedenen Applikationen. Abb. 1.5-4 zeigt den Temperaturverlauf der Temperierflüssigkeit und der Temperatur im Reaktorinnenraum für zwei unterschiedliche Schlauchquerschnitte bei einem Sollwertsprung von +20 °C auf -20 °C.

Zusammenfassung der Ergebnisse

In enger Zusammenarbeit zwischen der Firma Huber und der Hochschule wurde ein adaptiver Regler entwickelt, der den einfachen Umgang und die automatische Einstellung auf unterschiedliche Applikationen durch den Kunden möglich macht. Dabei entstand als weiteres Produkt ein Softwarepaket unter Matlab/Simulink zur Modellbildung und Simulation der Thermostaten nebst den notwendigen Schläuchen und der kundenspezifischen Anwendungen. Mit dieser Software kann beispielsweise abgeklärt werden, welches Temperiergerät für welche Applikation optimal geeignet ist.

Die Neuentwicklung einer leistungsfähigen Reglerhardware auf der Basis neuer Mikrocontrollerarchitekturen mit modernen industriellen Bussystemen war eine weitere Aufgabe. Hierzu gehört auch die Erstellung einer grafischen Benutzerschnittstelle zur intuitiven Bedienung sowie zur Dokumentation der Temperierprozesse.

Die softwaretechnische Entwicklung und Programmierung der Reglermodule sowie der erforderlichen Visualisierungstools ist eine weitere Anforderung für das Gelingen des Projekts. Die Zusammenführung der Software-Reglermodule und der Visualisierungsmodule mit der neuen Hardware wurde vollzogen. Ende 2007 sind die Systemintegrationen erfolgreich getestet worden.

Aufgrund der geschaffenen Vorteile der Strukturen und der Kommunikationsmöglichkeiten sowie der Einführung eines Datenbanksystems können weitere Arbeitsabläufe optimiert werden, wie z. B. die Inbetriebnahme und die Endkontrolle der Thermostaten.

Referenzen

Karl J. Aström, Bjorn Wittenmark: Computer Controlled Systems: Theory and design; Prentice-Hall International Editions, Englewood Cliffs, N.J., 1984

J. Böcker, I. Hartmann, Ch. Zwanzig: Nichtlineare und adaptive Regelungssysteme; Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1986

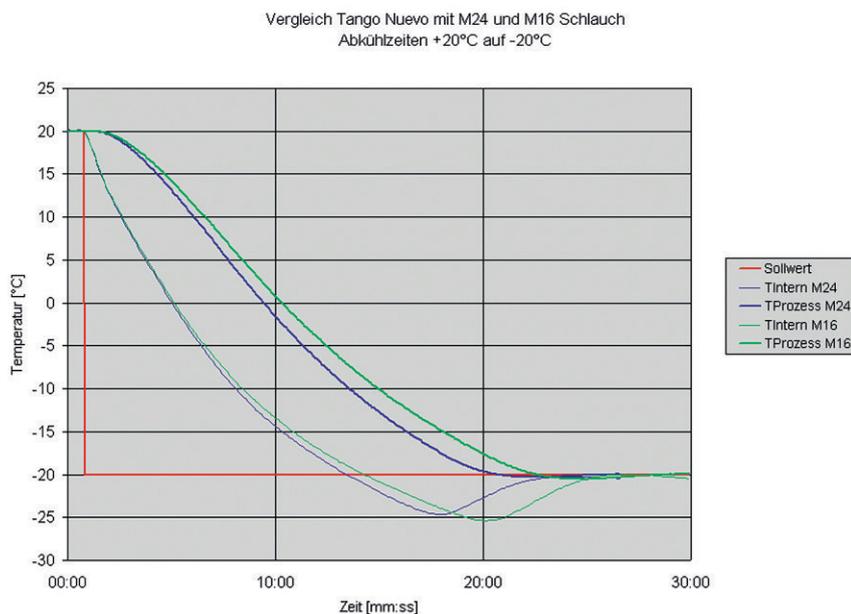


Abb. 1.5-4: Beispiel für eine Versuchsdokumentation



DSV

...ab Kehl zu über 80 Zielstationen in Europa

Eigene Niederlassungen in 32 Ländern Europas.

31 Standorte in Deutschland mit über 400.000 qm Lagerhauskapazität und 6 Millionen Sendungen jährlich.

Am Standort Kehl 36.250 Palettenplätze, davon 2.000 temperiert und 950 Gefahrgut, zusätzlich 5.000 qm Blocklager.

Wirtschaftliche Lösungen durch kostenoptimierte Materialfluss- und Logistikkonzepte.

Schnelle und sichere Bearbeitung durch automatisierte Lagersysteme und neueste Informationstechnologie.

Zertifizierung nach DIN EN ISO 9001:2000

**DSV Road GmbH | Boschstraße 6 | 77694 Kehl
Telefon 07851 861-0 | Telefax 861-222 | www.dsv.com**

Gehen Sie mit uns auf Sendung!

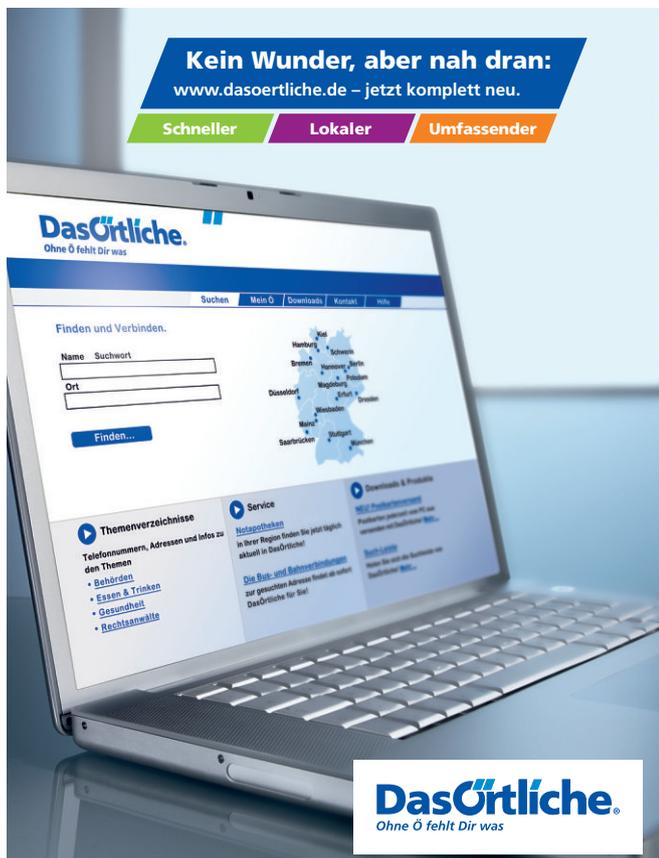


DR. JAENICHE GmbH & Co. KG
Kunststoff-Verpackungen

77694 KEHL-LEUTESHEIM

Telefon (07853) 88-0 • Telefax (07853) 88-620
info@jaco.de • www.jaco.de

Anfragen von Praktikanten und Projektarbeit für Studierende sind willkommen!



Kein Wunder, aber nah dran:
www.dasoertliche.de – jetzt komplett neu.

Schneller Lokaler Umfassender

DasÖrtliche.
Ohne Ö fehlt Dir was

Suchen Mein Ö Downloads Kontakt mit

Finden und Verbinden.

Name Suchwort
Ort
Finden...

Themenverzeichnisse
Telefonnummern, Adressen und Infos zu den Themen:
• Behörden
• Essen & Trinken
• Gesundheit
• Rechtsanwälte

Service
Notarztstellen
In Ihrer Region finden Sie jetzt täglich aktuell in DasÖrtliche!

Die Bus- und Bahnanbindungen zur gewünschten Adresse finden Sie selbst in DasÖrtliche für Sie!

DasÖrtliche.
Ohne Ö fehlt Dir was

> Wir forschen für Ihren Erfolg!

Wenn es um Ihren Werbe-Euro geht, überlassen wir nichts dem Zufall.

Wir forschen und wir lassen forschen. Die Ergebnisse geben unseren Kunden die erforderliche Sicherheit zu entscheiden.

Nutzen Sie unser Wissen für Ihren Erfolg!

IMAGING CREATIV TEAM

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

Drehgeberlose Synchronmotorregelung für Off-Road-Hybridfahrzeuge

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



1.6 Drehgeberlose Synchronmotorregelung für Off-Road-Hybridfahrzeuge

Prof. Dr.-Ing. habil. Uwe Nuß

Abstract

The presented paper describes some principles and actual development steps for the construction of a hybrid diesel/electric power train for off-road vehicles. The main focus of the report deals with the inverter for feeding the synchronous motor and with the software development for the electrical drive.

1. Einführung

Während der Hybridantrieb im Pkw-Bereich schon eine beachtliche Marktpräsenz erreicht hat, sind derartige Antriebskonzepte für Baumaschinen wie Radlader oder Hydraulikbagger – allgemein als Off-Road-Fahrzeuge bezeichnet – noch kaum verfügbar. Um auch auf diesem Sektor die Vorteile des Hybridantriebskonzepts – in erster Linie die höhere Energieeffizienz – nutzen zu können, entwickelt die Heinzmann GmbH & Co. KG in Schönau im Schwarzwald in Zusammenarbeit mit dem Labor für elektrische Antriebe und Leistungselektronik der Hochschule Offenburg die elektrischen Komponenten von Hybridantrieben für Baumaschinen.

Der Kern eines Hybridantriebs für Baumaschinen besteht aus einem Dieselmotor und einem angebauten permanentmagneterregten Synchronmotor, der über einen Wechselrichter und ggf. einen DC/DC-Wandler aus einem Energiespeicher gespeist wird. Als Energiespeicher wird hierbei eine Lithium-Ionen-Batterie mit einer Nennspannung

von 400 V verwendet. Über den Wechselrichter wird diese Gleichspannung in eine dreiphasige, gepulste Wechselspannung umgewandelt, die im Synchronmotor die für den Drehmomentaufbau erforderlichen Ströme bewirkt. Abb. 1.6-1 veranschaulicht klar das Zusammenwirken der einzelnen Komponenten in Form eines Prinzipschaltbilds.

Der konkrete Vorteil eines Hybridantriebs liegt bei Baumaschinen darin, dass der Dieselantrieb häufiger im optimalen Betriebspunkt, d. h. bei maximaler Drehmomentausbeute, betrieben werden kann. Denn die vom Last- oder Fahrprofil hervorgerufenen Drehmoment-

schwankungen, die sonst zum Verlassen des optimalen Betriebspunkts führen würden, werden so weit wie möglich vom Synchronmotor aufgefangen und somit vom Dieselmotor ferngehalten. Im generatorischen Betrieb (Bremsbetrieb) kann der Synchronmotor mechanische Energie sogar in elektrische umwandeln und damit den Energiespeicher aufladen. Zusätzlich übernimmt der Synchronmotor noch die Starterfunktion. Zum einen entfällt dadurch ein separater Anlasser, zum anderen wird der Antrieb ggf. sofort abgeschaltet und nicht unnötig im Leerlauf betrieben (Start-Stopp-Automatik). Gegenüber einem Antrieb mit reinem Verbrennungsmotor wird so insgesamt eine deutliche Kraftstoff-

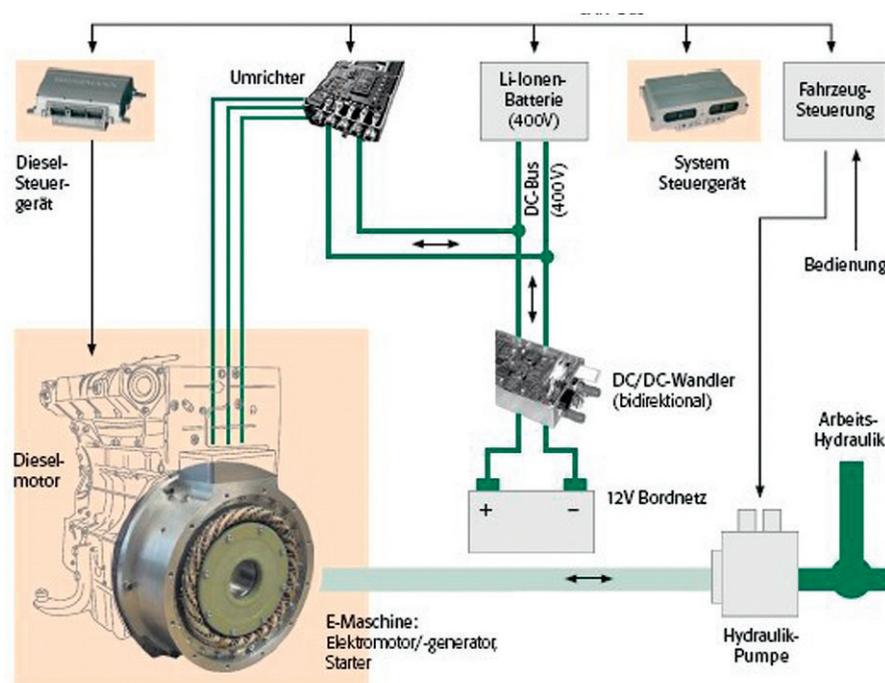


Abb. 1.6-1: Prinzipschaltbild eines Hybridantriebs für Baumaschinen (Quelle: Heinzmann GmbH & Co. KG)

sparsam und demzufolge eine entsprechende Minderung des Schadstoffausstoßes erreicht. Weiterhin kann die Größe des Verbrennungsmotors und bei Spitzenlast die Lärmemission verringert werden, da der (geräuschärmere) Synchronmotor die geforderte Spitzenlast abdeckt.

Wegen der generell engen Einbauverhältnisse im Motorraum ist darauf zu achten, dass der Hybridmotor und dabei insbesondere der Synchronmotor so kompakt wie möglich gebaut werden. Der Synchronmotor muss deshalb vor allem eine geringe Länge aufweisen. Eine weitere Längeneinsparung beim Hybridantrieb sowie eine Erhöhung der Robustheit des Gesamtsystems ergeben sich, wenn auf den sonst bei Synchronantrieben standardisiert vorhandenen Drehgeber verzichtet wird. Die Maximierung der Drehmomentausbeute bei gegebenem Motorstrom, die bei vorhandenem Drehgeber kein Problem darstellt, ist ohne Drehgeber jedoch eine komplexe Aufgabe, die im Rahmen der Entwicklungsarbeiten noch zu lösen ist.

2. Aktueller Entwicklungsstand und Ausblick

Während die Heinzmann GmbH & Co. KG den Synchronmotor, das Energiemanagement des Gesamtsystems und die Steuerung des Dieselmotors entwickelt, kümmert sich die Hochschule Offenburg vorrangig um die Bereitstellung des Wechselrichters und um die Implementierung der Regelalgorithmen im Wechselrichter. Um zügig zu einem lauffähigen Demonstrationsantrieb zu gelangen, wurde ein neu auf dem Markt eingeführter, speziell für Elektrofahrzeuge entwickelter Wechselrichter mit integriertem Zwischenkreis, Signalprozessor und Ansteuerelektronik

verwendet. Abb. 1.6-2 zeigt den im Labor zu Testzwecken aufgebauten Wechselrichter, der einen maximalen effektiven Ausgangsstrom von 400 A führen kann. Durch seine Kompaktheit ist es möglich, ihn trotz beengter Einbauverhältnisse im Baufahrzeug unterzubringen.

Schwerpunkt der bisherigen hochschulseitigen Arbeiten war die Anpassung der im Labor für elektrische Antriebe und Leistungselektronik entwickelten, auf dem Signalprozessor TMS 320 F2812 lauffähigen Antriebssoftware an die spezifischen Gegebenheiten des einzusetzenden Wechselrichters und die Übertragung des erstellten Programms über den CAN-Bus-Anschluss des Wechselrichters in dessen Flash-Speicher.

Mit der Antriebssoftware aus Offenburg ist es grundsätzlich möglich, einen Syn-

chron- oder Asynchronmotor strom-, drehzahl- und lage- bzw. lagedifferenzgeregelt mit einer einstellbaren Schaltfrequenz zwischen 1 kHz und 16 kHz zu betreiben und dabei zusätzlich applikationsspezifische Funktionen zu realisieren. Als Drehgebersysteme können derzeit Hallsensoren, Resolver, Inkrementalgeber sowie Single- und Multiturn-Absolutwertgeber ausgewertet werden. In dieser Konfiguration werden Drehmomenteinschwingzeiten bis herab zu 1 ms erreicht. Die Einstellung der Drehmomentdynamik erfolgt hierbei mit Hilfe eines anwenderfreundlich parametrierbaren Statorstromzustandsreglers.

Die Entwicklung von Regelalgorithmen, die einen drehgeberlosen Betrieb im gesamten Drehzahlbereich ermöglichen, ist nachfolgenden Arbeitsschritten vorbehalten.



Abb. 1.6-2: Wechselrichter des Hybridantriebs

Ausbildung im Team: Das Öko-Wettbewerb Fahrzeugprojekt „Schluckspecht“

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Hochberg

Fakultät Maschinenbau
und Verfahrenstechnik (M+V)

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: Thermodynamik, Regelungstechnik, Messtechnik



1.7 Ausbildung im Team: Das Öko-Wettbewerb-Fahrzeug- projekt „Schluckspecht“

*Prof. Dr.-Ing. Ulrich Hochberg
Boris Kubrak*

Seit 10 Jahren nimmt ein Studententeam der Hochschule Offenburg am Eco-Marathon teil. Von der Firma Shell veranstaltet, ist im Wettbewerb das Ziel, mit der Energie eines Liters Benzin möglichst weit zu fahren. Verschiedene Treibstoffe werden dabei über ihren Heizwert ineinander umgerechnet. Ein Rennen besteht aus 7 Runden à 3,5 km. Der Verbrauch während dieser 7 Runden wird auf einen Liter hochgerechnet (Abb. 1.7-1).

Prof. Dr. Coehne regte die Teilnahme an dem Wettbewerb 1997 an. Dr. Raphael

Fischer, ehemaliger Student des Maschinenbaus der Hochschule, griff die Anregung auf und begann mit der Unterstützung von Prof. Dr. Kuhnt mit der Umsetzung. Er baute nach mehreren Ansätzen das jetzt benutzte Fahrzeug.

Das Projekt ist in das Curriculum als Wahlfach integriert. Die Studenten lernen in Arbeitsgruppen dabei wichtige Kompetenzen, die weit über das Fachliche hinausgehen. Unter Zeitdruck (der Renntermin ist unverrückbar!) müssen die Arbeiten im Team abgeschlossen werden. Man lernt, mit den eigenen Stärken und Schwächen umzugehen, und auch die der Kommilitonen zu respektieren. Neben der sozialen Kompetenz und dem Projektmanagement werden dabei die ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen vertieft.

Viele Teilgebiete des Maschinenbaus, der Verfahrenstechnik, der Elektrotechnik und der Informatik fließen in das Projekt ein. Zahlreiche Professoren der Hochschule unterstützen das Projekt, und zwar nicht nur durch Anregungen, sondern auch durch aktive Mitwirkung bei der Beurteilung von Studentearbeiten und bei der Lösung von Problemen in ihren Laboren. Die Studenten haben letztendlich im Projekt wichtige Kompetenzen vertieft, die auf ihrem späteren Lebensweg entscheidend sein können:

Arbeiten im Team, Anwendung erlernter Grundlagen, Zusammenarbeit auch mit fachfremden Kommilitonen, Arbeiten unter (Zeit-)Druck und den Umgang mit Fehlern, mit eigenen und auch mit denen anderer Teammitglieder, sind Erfahrungen, die die Studenten im Projekt sammeln.

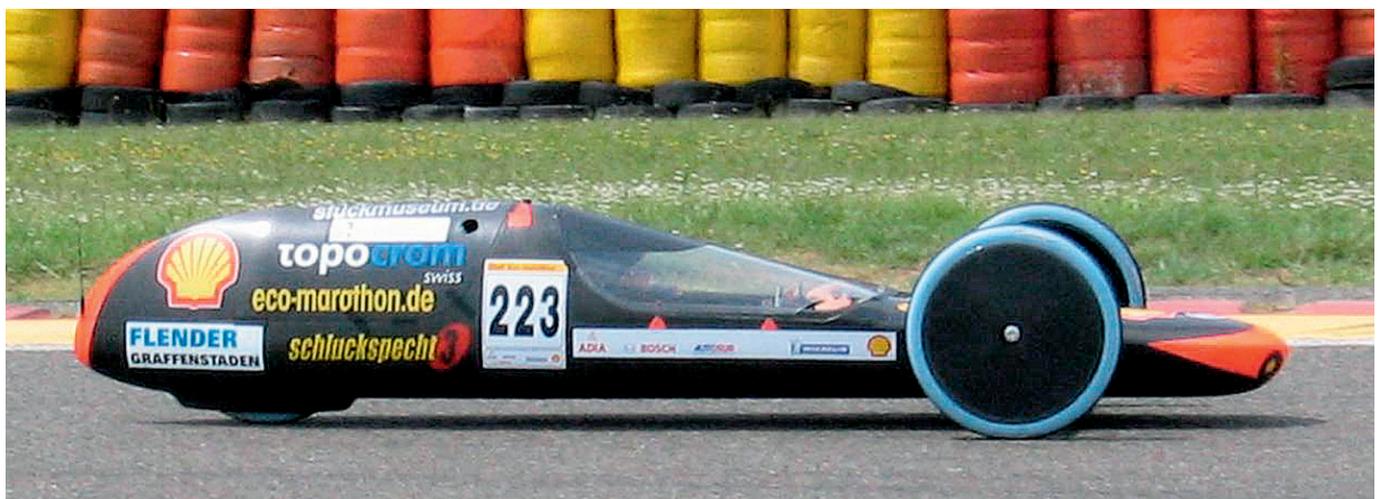


Abb. 1.7-1: Der „Schluckspecht“ auf der Rennstrecke

Die technischen und wissenschaftlichen Ergebnisse konnten von Jahr zu Jahr gesteigert werden. Begonnen mit einem Benzinmotor (0,366 l/100 km), umgebaut auf Dieselantrieb (2 verschiedene Ansätze), wurde das verbrauchsärmste Dieselfahrzeug überhaupt gebaut. (0,055 l/100 km), siehe Abb. 1.7-2. Im derzeitigen „Schluckspecht“ ist eine Wasserstoffbrennstoffzelle eingebaut, im Rennen 2007 wurde damit das zweitbeste deutsche Team (Universität Chemnitz) zum 3. Mal in Folge geschlagen. Das Fahrzeug legte mit umgerechnet 1 Liter Treibstoff eine Strecke von 2.716 km zurück.

Als unmittelbare Folge des Projekts wurden an der Hochschule Offenburg wissenschaftliche Projekte initiiert (z. B. Untersuchung der Verzweigung der Lösung der Navier-Stokes-Gleichungen, Bau der ersten Direktethanolbrennstoffzelle zum Einsatz in einem Fahrzeug), ebenso wie Arbeiten in Kooperation mit der ortsansässigen Industrie (z. B. Entwicklung eines Motors zum Antrieb einer Kugelumlaufmutter, Konzeptstudien für einen Radnabenmotor).

Auch dieses Jahr soll das Fahrzeug weiter verbessert werden (Abb. 1.7-3). Zahlreiche Details am Fahrzeug werden dazu modifiziert. Eine Studentengruppe des Fachbereichs Medien und Informationswesen wird dabei unter der Anleitung von Herrn Prof. Dr. Curticapean und Herrn Georg Huber live aus Nogaro berichten. Der Shell Eco-Marathon ist jetzt eine feste Größe im Wettbewerb von Schulen und Universitäten untereinander um die Entwicklung und Anwendung neuer Technologien zur Energieeinsparung auf dem Verkehrssektor und wird gern zur Motivation in der Lehre genutzt. Nächstes Jahr wird wegen der großen Resonanz das Rennen von der eher unbekannteren Rennstrecke in Nogaro (Frankreich) auf eine große Rennstrecke in Deutschland verlegt, voraussichtlich den Hockenheimring.



Abb. 1.7-2: Siegerehrung nach der Präsentation des sparsamsten Dieselfahrzeugs



Abb. 1.7-3: Vorbereitung auf den Wettbewerb 2008

1.8 Entwicklung und Bau der ersten alkalischen Direkt-Ethanol-Brennstoffzelle zum Antrieb eines Fahrzeugs

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Hochberg
Dipl.-Ing. (FH) Andreas Hug

Brennstoffzellen, bei denen Wasserstoff als Energieträger eingesetzt wird, sind relativ weit entwickelt. Im Einsatz sind meist Brennstoffzellen mit protonenleitfähigen Membranen. Nachteilig an Wasserstoff als möglichem Energieträger der Zukunft ist, dass Lagerung und Transport relativ aufwendig sind. Flüssige Energieträger wie Methanol und Ethanol haben hier Vorteile. Ethanol hat die weiteren Vorteile, dass es nach Gefahrstoffverordnung als ungiftig eingestuft ist und dass es aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden kann. Sollten die Forschungen zum enzymatischen Celluloseaufschluss erfolgreich sein, wird Ethanol auch in großer Menge aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden können.

Brennstoffzellen, in denen Ethanol direkt oxidiert werden kann, könnten eine besondere Bedeutung gewinnen. Insbesondere zur dezentralen Stromversorgung elektrischer Geräte wäre eine Ethanolbrennstoffzelle von Vorteil, da die Wiederbefüllung der Brennstoffzelle sehr leicht erfolgen kann.

Beim Einsatz von Ethanol kommt dem katalytischen Aufbrechen der C-C-Bindung des Ethanols besondere Bedeutung zu. Untersuchungen zu Katalysatoren weisen darauf hin, dass auf der Anodenseite PtSn als Katalysator dem bei Direkt-Methanolzellen eingesetzten PtRu überlegen ist [1], [2]. Nachteilig an PtSn ist, dass es im sauren Milieu nur bedingt stabil ist. In unserem Vorhaben haben wir uns daher auf Anionenleitende Membranen konzentriert, die bei höheren pH-Werten eingesetzt werden können und müssen. Hier können sogar nicht-edelmetallhaltige Katalysatoren verwendet werden, die wesentlich billiger in der Herstellung sind und – unsere Ergebnisse vorweggenommen – auch kein Acetaldehyd als Reaktionsnebenprodukt erzeugen.

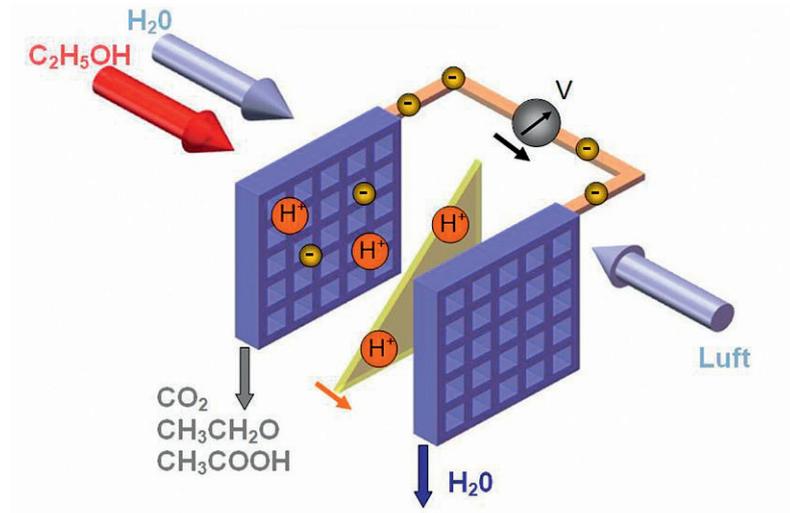


Abb. 1.8-1: Direkt-Ethanol-Brennstoffzelle mit protonenleitfähiger Membran

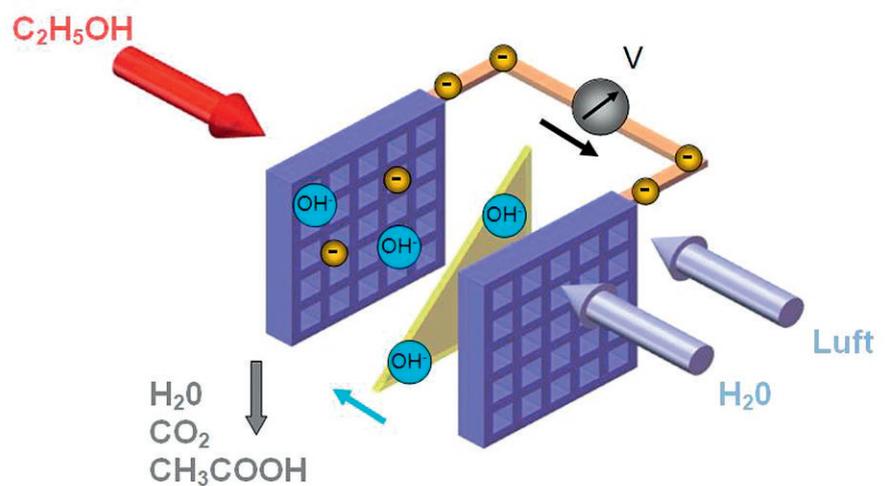


Abb. 1.8-2: Direkt-Ethanol-Brennstoffzelle mit Anionenaustauschermembran

In Abb. 1.8-1 und Abb. 1.8-2 ist die Direkt-Ethanol-Brennstoffzelle mit protonenleitfähiger Membran und Anionenaustauschermembran gegenübergestellt. Während im ersten Fall an der Kathode Luftsauerstoff katalytisch mit durch die Membran diffundierenden Protonen reduziert wird, wird im zweiten Fall Wasser zu OH-Ionen oxidiert. Diese OH-Ionen diffundieren dann durch die Membran und oxidieren Ethanol.

Vor über 20 Jahren wurden Brennstoffzellen für Wasserstoff entwickelt, die in alkalischem Milieu betrieben werden. Die Entwicklung dieses Brennstoffzellentyps wurde eingestellt, da keine alkalischen Membranen verfügbar wa-

ren. Zwischenzeitlich sind jedoch Membranen verfügbar, die OH-Ionen leiten. Diese Membranen wurden hauptsächlich für die Abwasserindustrie und für Dialysezwecke entwickelt. Die möglichen Vorteile beim Einsatz einer solchen Membran sind deutlich, auch wenn noch viel Entwicklungsarbeit bis zu einer möglichen Kommerzialisierung geleistet werden muss (vgl. Tabelle 1).

Vor dem Bau der Zelle musste eine geeignete Paarung aus Katalysator und Membran gefunden werden.

Untersucht wurden potentiostatisch 5 Katalysatoren, beigestellt von ZSW (Ulm), PEMEAS (USA) und Acta (Italien) in der Kombination mit 3 Membranen, beigestellt von ZSW, Fumatech (St. Ingbert) und Tokuyama (Japan). Dabei lieferten nichtedelmetallhaltige Katalysatoren von ACTA die höchste Zellspannung.

Die Brennstoffzelle (Stack) wurde vollständig an der Hochschule gefertigt. Sie besteht im Wesentlichen aus ca. 60 MEAs (Membrane Electrode Assemblies) sowie den Endplatten. Die Zufuhr der Reaktionsluft erfolgt dabei über handelsübliche Lüfter (vgl. Abb. 1.8-3).

Das mit dieser Brennstoffzelle versehene Fahrzeug ist das erste Fahrzeug weltweit, das von einer Direktethanolbrennstoffzelle angetrieben wird. Die Entwicklung der Zelle und des Fahr-

	Saure DEFC	alkalische DEFC
Katalysator, Typ	nur im sauren Milieu stabile Katalysatoren verwendbar	auch edelmetallfreie Katalysatoren verwendbar
Aufbrechen der C-C-Bindung des Ethanol	tendenziell schwieriger, auch PtSn als Katalysator könnte instabil sein	vermutlich im Alkalischen besser möglich
Membran	Membran, Beschichtung etc. sind Stand der Technik	Membran, Beschichtung etc. sind am Anfang der Entwicklung
Abführen des entstehenden CO ₂	vermutlich mit bekannten Technologien beherrschbar	muss noch detailliert untersucht werden

Tabelle 1: Vergleich der Vor- und Nachteile der DEFCs

zeugs erfolgte durch eine Studentengruppe, finanziert wurde das Vorhaben zu großen Teilen vom E-Werk Mittelbaden. Das notwendige Know-how wurde vom Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW) in Ulm bereitgestellt. Ohne diese selbstlose Unterstützung wäre das Vorhaben nicht realisierbar gewesen.

Die Arbeiten haben gezeigt, dass es sich lohnt, alkalische Brennstoffzellen weiter zu untersuchen. Neben der Problematik der teilweisen Adsorption des entstehenden Kohlendioxids in der Membran müssen auch die Katalysatoren und die Technologie zur Fertigung der MEAs verbessert und dazu weitere Forschungsarbeiten durchgeführt werden.

- [1] Zhu, K.; Chen, Y., Zhang, J.: State-of-the-art and prospect of direct ethanol fuel cell. Chinese Journal of Power Sources. 28 (3) 188-190, 2004
- [2] Krausa, M.: Direkt-Ethanol-Brennstoffzelle. F-cell, 6th forum for producers and users. Stuttgart, 2006
- [3] Direct-ethanol fuel cell. http://en.wikipedia.org/wiki/Direct-ethanol_fuel_cell, Stand Januar 2008

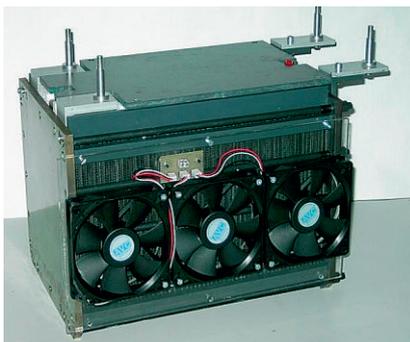


Abb. 1.8-3: Brennstoffzellenstack



Abb. 1.8-4: Das Team nach der erfolgreichen Testfahrt in Nogaro (Südfrankreich) mit Ethanol-Brennstoffzelle und Radnabenmotor, beide in Offenburg entwickelt

1.9 Entwicklung eines permanent erregten bürstenlosen Gleichstrommotors mit integrierter Kugelumlaufmutter

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Hochberg
Dipl.-Ing. (FH) Nils-Malte Jahn

Kugelumlaufmuttern werden eingesetzt, wenn Rotationsbewegungen in Linearbewegungen umgesetzt werden sollen. Bei dieser Technik dreht sich eine Spindel in einer Mutter, die Mutter führt dabei eine Linearbewegung aus. Die Antriebseinheit der Spindel hat einen relativ großen Platzbedarf; zudem ist es bei besonders langen Spindeln vorteilhaft, wenn nicht die Spindel gedreht wird, sondern die Mutter. Ziel der Entwicklungsarbeit war es daher, einen Motor zu entwickeln, dessen Rotor eine Kugelumlaufmutter ist.

Die Arbeit gliederte sich in 9 Schritte:

1. Auswahl eines geeigneten Motortyps
2. Magnetfeldsimulation
3. Evaluation geeigneter Magnete und Klebstoffe
4. Konstruktion des Motors
5. Fertigung des Motors
6. Entwicklung der Elektronik
7. Fertigung der Elektronik
8. Programmierung der Mikrocontroller
9. Test des Motors

Die Arbeiten wurden in enger Zusammenarbeit mit der Firma Nussbaum Lifts GmbH & Co KG durchgeführt, der Motor wurde unter den Rahmenbedingungen zum Einsatz in Hebebühnen entwickelt.

Auswahl eines geeigneten Motortyps

Der Motor sollte ein konstantes Drehmoment liefern, er sollte robust und wenig störungsanfällig sein. Die Positioniergenauigkeit sollte besser als 0,5 mm betragen. Die Linearkraft der sich in ihm drehenden Mutter sollte 15.000 N betragen, Rechts- und Linkslauf sollten möglich sein, auch sollte das volle Moment bei kleinsten Drehzahlen und im Stillstand aufgebracht werden können.

Vor diesem Hintergrund wurde entschieden, einen permanent erregten, bürstenlosen Gleichstrommotor zu entwickeln.

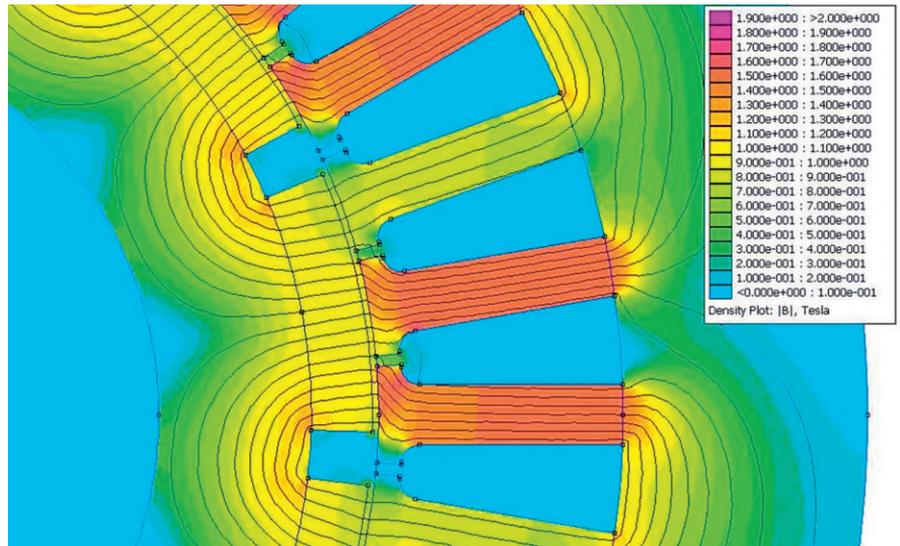


Abb. 1.9-1: Magnetfeldsimulation mit ausgeprägt überhängenden Statorblechen

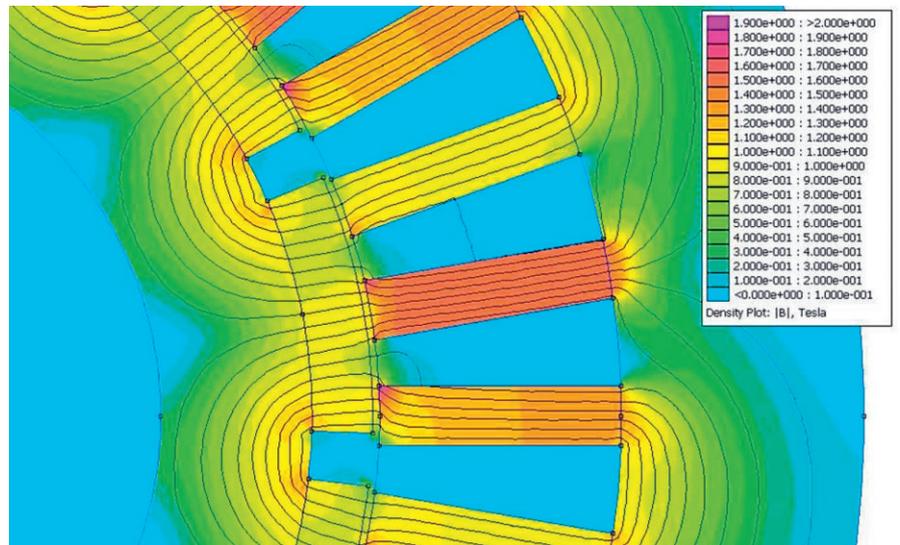


Abb. 1.9-2: Magnetfeldsimulation ohne überhängende Statorbleche

Magnetfeldsimulation

Die Simulation des Magnetfelds wurde mit dem 2D Freewaretool FEMM 4.2 durchgeführt. Um mehrere Motorvarianten simulieren zu können, wurde mit der Skriptsprache LUA ein Skript erstellt, das die Erstellung der Geometrie und die anschließende Simulation unter Vorgaben wie der Statorlänge etc. automatisiert. Besonders interessant hierbei ist, dass auf diese Art eine Rotation simuliert werden kann. Nach dieser Simulation konnte die Geometrie des Motors festgelegt werden. In Abb. 1.9-1 und 1.9-2 sind beispielhaft die Simulationen mit und ohne überhängenden Statorblechen verglichen.

Evaluation geeigneter Magnete und Klebstoffe

Aufgrund der benötigten Feldstärken wurden NdFeB-Magnete ausgewählt. Um die Entwicklungskosten des ersten Prototypen möglichst niedrig zu halten, wurden die Magnete direkt in China beschafft. Eine besondere Problematik lag in der Auswahl und Verarbeitung des Klebstoffs, mit dem die Magnete unmittelbar auf der Mutter befestigt werden sollten. In Dauerversuchen wurde der ausgewählte Klebstoff getestet.

Konstruktion des Motors

Im Motor sollte die komplette Elektronik integriert werden. Eine weitere Anforderung an die Konstruktion war, dass die Lager des Motors eine axiale Kraft von über 15.000 N aufnehmen müssen. Es wurde eine Konstruktion gewählt, bei der die Statorbleche mit den Seitenteilen verspannt sind; die Elektronik konnte im Deckel integriert werden (Abb. 1.9-3).

Fertigung des Motors

Die wichtigsten Komponenten, die bei lokalen Zulieferern und der Firma Nussbaum gefertigt wurden, sind: Statorpaket mit integrierten Hallensoren (Abb. 1.9-4), Kugelumlaufmutter mit Magneten, Wicklung sowie Gehäuse mit integrierten Lagersitzen.

Entwicklung der Elektronik

Die Elektronik besteht im Wesentlichen aus 2 Mikrocontrollern, von denen der eine zur Kommunikation und Berechnung der Motorströme und -ansteuerung eingesetzt wird und der andere zur Kommutation der Phasen. In einem ersten Schritt sollte der Motor mit maximal 48 V angesteuert werden, die Leistungselektronik wurde mit MOSFETs realisiert.

Fertigung der Elektronik

Die Platinen wurden bei einem lokalen Zulieferer gefertigt, die Bestückung erfolgte im Labor für Mess- und Regelungstechnik der Hochschule.

Programmierung der Mikrocontroller

Die Programmierung der Mikrocontroller erfolgte in C. Softwareentwicklung und Test erfolgte ebenfalls an der Hochschule.

Test des Motors

Bei ersten Tests des Motors zeigte sich, dass die berechnete Back-EMF mit einer Genauigkeit von 4 % (!) mit den Messungen übereinstimmt. Die Tests wurden ebenfalls im Labor für Mess- und Regelungstechnik der Hochschule durchgeführt, ein geeigneter Versuchsstand steht hier für Laborversuche zur Verfügung. Dieser Versuchsstand musste geringfügig modifiziert werden (Abb. 1.9-5).

Der neue Motor wurde innerhalb von nur 6 Monaten vollständig an der Hochschule entwickelt. In Dauertests muss er jetzt seine Leistungsfähigkeit beweisen, dazu muss zunächst der Teil des Mikrocontrollerprogrammes, der für die Berechnung der Ansteuerung der Kom-

mutation dient, für diese Leistungstests modifiziert werden.

Referenzen

- [1] Hendershot, J.R.: Design of brushless permanent-magnet motors, Magna Pysics Pub, 1994



Abb. 1.9-3: Konstruktion des Motors in 3D-Ansicht

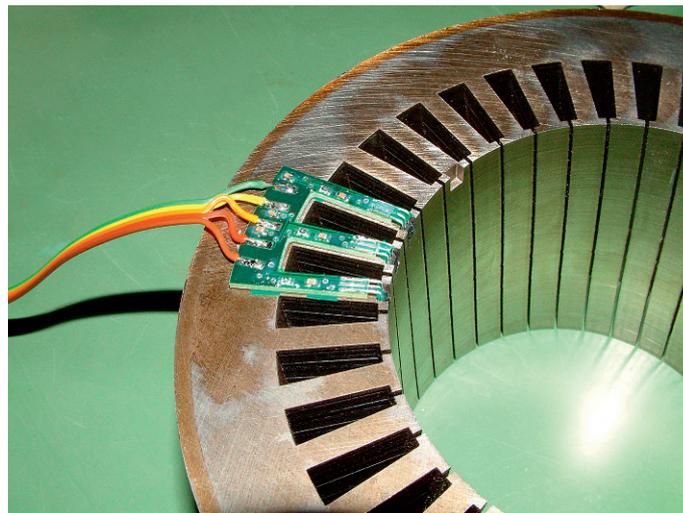


Abb. 1.9-4: Statorpaket mit integrierten Hallensoren

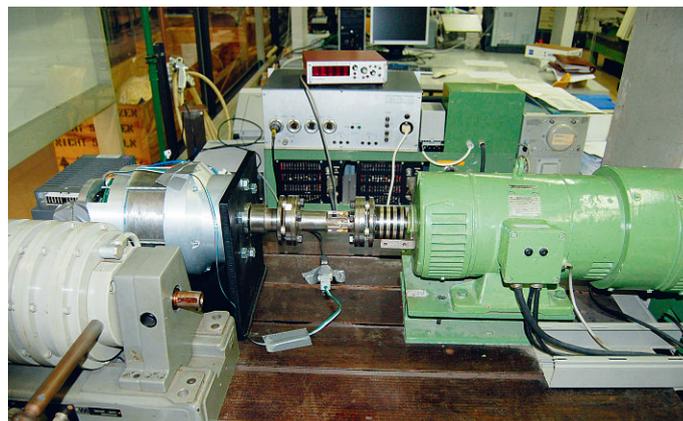


Abb. 1.9-5: Der neu entwickelte Motor auf dem Prüfstand

**1.10 Transition to Chaos
in Reyleigh-Bénard Convection**

*Prof. Dr.-Ing. Ulrich Hochberg
Prof. Dr.-Ing. habil. Karl Bühler
Boris Kubrak*

Nonlinear differential equations can have different solutions for the same initial and boundary conditions. This phenomenon plays an important role for the evaluation of numerical solutions for the differential equations. For example, the Navier-Stokes equations, which describe how the velocity, pressure, temperature and density of a moving fluid are related, are nonlinear. Even for a laminar flow there might be aperiodic results for the same regime, this behaviour is called chaotic.

As an example, the local weather will never be predictable for a longer period of time, as it is not foreseeable to which solution the equations will bifurcate.

However, there is a wide area, where the equations do not bifurcate, e.g. where the dynamic flow is totally predictable. By changing some flow parameters, the flow might become more and more unpredictable. The knowledge of the routes to chaos might help to understand transition conditions.

**Three main routes to chaos
are reported in literature**

1. Feigenbaum

The Feigenbaum scenario involves a series of successive period-doubling bifurcations of the periodic flow: as the Rayleigh Number is increased, the periodic regime with the period T is replaced by a regime with the period $2T$, which will be replaced by another with period $4T$ and so on. The amplitude spectrum shows additional peaks left to the fundamental frequency f_0 at a half, a quarter, a eighth and so on which leads to a broadening of the spectrum and finally to chaos.

2. Manneville-Pomeau

There is an intermitted transition to chaos.

3. Ruelle-Takens-Newhouse

A second incommensurate frequency is added to the frequency spectrum. As a third frequency sets in the regime becomes aperiodic.

This study focuses on the experimental and numerical routes to chaos for the Rayleigh-Bénard-Convection.

Experimental Analysis

The Bénard cell for the experimental analysis was a rectangular box (Size $X = 160$ mm, $Y = 80$ mm, $Z = 40$ mm) with plates made of 15 mm copper on top and bottom. The sidewalls were made of 10 mm glass which was thermally isolated to the outside. The temperature of the top and bottom plates could be adjusted by thermostats. Their temperature was measured by two Pt 100 platinum thermometers with an accuracy < 30 mK each placed within the center of each plate.

Laser-Doppler-Anemometry (LDA) measurement was carried out to measure the up- and downstream flow velocity along the horizontal centre line within the box and compared to the results of the computation. To observe the motion of the convective rolls when the flow becomes periodic a quick response temperature measurement is an appropriate way. A high precision resistance thermometer was made of a tungsten wire of 5 μ m diameter. The resolution of the thermometer is better than 1 mK, the response time is appr. 2 ms. Fig. 1.10-1 shows the experiment, Fig. 1.10-2 is an outline of a steady-state flow and a periodic-nonchaotic flow. Fig. 1.10-3 is a visualization of a steady flow. FFT-analysis of the signals were executed with MATLAB.

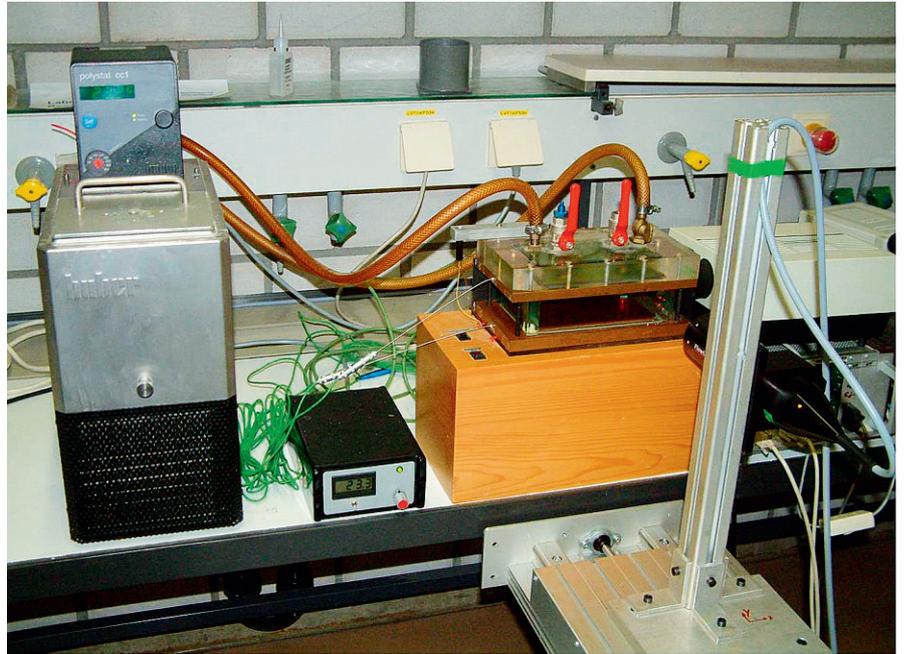


Fig. 1.10-1: Rayleigh-Bénard-Experiment

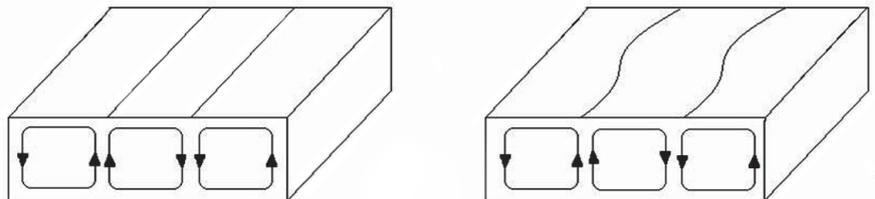


Fig. 1.10-2: Steady state flow (left) and non-periodic flow in a Rayleigh-Bénard-Cell

At low temperature differences (low Raleigh-numbers), there are 3 convective rolls as expected. Increasing the temperature difference, the rolls begin to oscillate. At higher temperature differences, the oscillation began to change, we observed 3 period-doubling bifurcations between $Ra = 31.000$ and $Ra = 35.000$ and a quasiperiodic mode before the onset of chaos:

steady state \rightarrow periodic T
 \rightarrow periodic 2T \rightarrow periodic 4T
 \rightarrow periodic 8T \rightarrow quasiperiodic
 \rightarrow Chaos.

Numerical analysis

The CFD-Simulation was examined in ANSYS CFX 11.0 using a transient scheme with adaptive time stepping. The mesh contains 64.000 hexahedral elements with an edge length of 2 mm. The solver used a second order Euler backward advection scheme. The flow was set to be laminar. Fig 1.10-4 shows a vector plot of the flow on the vertical centre plane in the box for $Ra = 33.800$.

The transition to chaos seen in the simulation was:

steady state \rightarrow periodic
 \rightarrow quasiperiodic
 \rightarrow Chaos.

Summary

Low Raleigh-numbers ($Ra < 31.000$: steady-state flow, low temperature differences): excellent agreement between experimental and computational results.

Elevated Raleigh-numbers (periodic oscillation of the rolls): excellent agreement between experimental and computational results.

Mediums Raleigh-numbers (route to chaos): poor agreement between experimental and computational results: while the experiment showed at least 3 sub harmonic periodic doubling, we found only a quasiperiodic behavior in the simulation.

High Raleigh-numbers ($Ra > 40.000$: chaotic oscillation of the rolls): excellent agreement between experimental and computational results.



Fig. 1.10-3: Visualisation of a steady-state flow in Rayleigh-Bénard-Cell

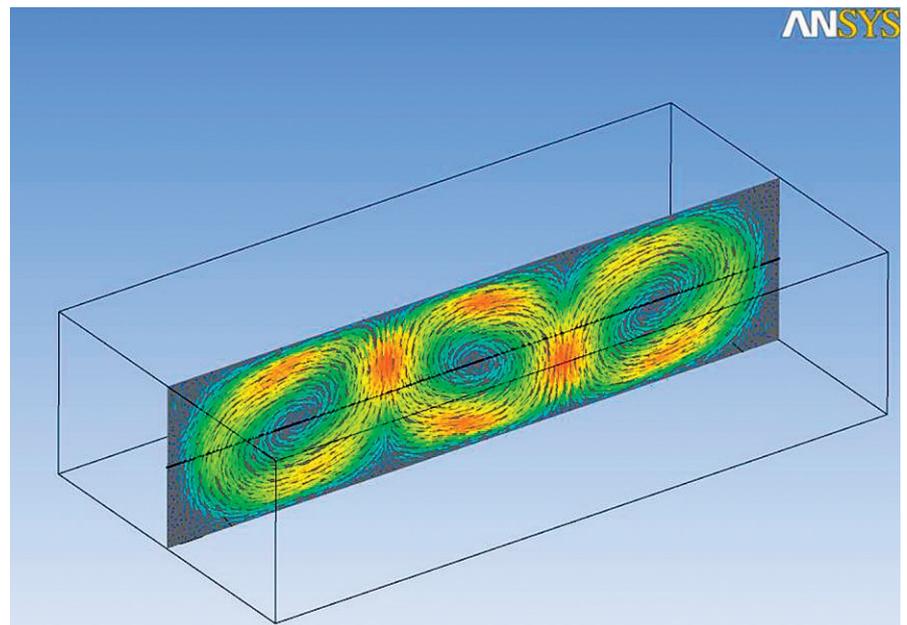


Abb. 1.10-4: Vector plot of the flow on the vertical centre plane

References

- [1] J. Zierep, K. Bühler, Strömungsmechanik, Springer-Lehrbuch Berlin, 1991
- [2] Robert C. Hilborn, Chaos and Nonlinear Dynamics, Oxford University Press, 1994
- [3] K. G. T. Hollands, "Multi-Prandtl Number Correlation Equations for Natural Convection in Layers and Enclosures", Int. J. Heat Mass Transfer (27/3): 466-468, 1984.
- [4] W.M. Rohsenow, J.P. Harnett and Y.I. Cho, Handbook of Heat Transfer – 3rd ed.: 4.40 -4.44, McGraw Hill, 1998
- [5] W. Wagner, Wärmeübertragung, Vogel Buchverlag, 2004
- [6] P. Cvitanovic, Universality in Chaos 2nd ed., Adam Hilger, 1989

3D-Feldsimulationen im Mikrowellenbereich

Prof. Dr.-Ing. Lothar Schüssele

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

Badstraße 24, D-77652 Offenburg
Tel.: 0781 - 205 296
E-Mail: l.schuessele@fh-offenburg.de

1950: Geboren am 28.08. in Freiburg i.Br.

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

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

1984: Promotion auf dem Gebiet der optischen Nachrichtentechnik

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

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

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

Seit 1991: Mitglied des Instituts für Angewandte Forschung (IAF) der Hochschule Offenburg

1996–2000: Gewähltes Mitglied des Senats der Hochschule

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

Seit 2000: Wissenschaftlicher Leiter der Graduate School der Hochschule Offenburg

Seit 2000: Mitglied des Hochschulrats

Forschungsgebiete: Hochfrequenztechnik
Elektromagnetische Verträglichkeit



1.11 3D-Feldsimulationen im Mikrowellenbereich

*Prof. Dr.-Ing. Lothar Schüssele
Nikolay Fedurin*

1. Einführung

Bei elektronischen Geräten kommen immer höhere Frequenzen zur Anwendung. Das gilt nicht nur bei den PCs, die mit Taktfrequenzen im GHz-Bereich arbeiten, sondern überall, wo Signale übertragen und verarbeitet werden. Übertragungssysteme wie WLAN, Bluetooth oder RF-IDs arbeiten ebenso im Hochfrequenzbereich wie eine Vielzahl von Sensoren und Mess-Systemen. Typische Fragestellungen sind dabei das HF-Abstrahlungsverhalten von Antennen und Strukturen, die elektromagnetische Beeinflussung von Schaltungsteilen oder das HF-Verhalten von Sensoren. Grundsätzlich lassen sich alle daraus ergebenden Problemstellungen durch Maxwellgleichungen lösen.

Allerdings ist dies aufgrund der meist unsymmetrischen Strukturen und den sich daraus ergebenden komplexen Randbedingungen in geschlossener Form nur selten möglich. In der Praxis werden solche Problemstellungen heute numerisch gelöst. In diesem Beitrag sollen einige Beispiele für Feldsimulationen, wie sie im Hochfrequenzlabor der Hochschule Offenburg zur Anwendung kommen, gezeigt werden. Die Simulationen wurden durchgeführt mit dem weit verbreiteten Simulationstool MICRO-

WAVE STUDIO® von CST, das die Hochschule für Lehrzwecke verwendet.

2. Kapazität einer Spule

Bei manchen Messgeräten werden als Sensoren Spulen mit hoher Resonanzfrequenz eingesetzt (z. B. Kernspin). Die bei Spulen immer auftretende parasitäre Kapazität, die durch Potenzialdifferenzen zwischen den nicht verlustlosen Windungen entsteht, reduziert die Resonanzfrequenz, verschlechtert die Güte und ist daher unerwünscht. Das zu lösende Problem besteht also darin, die Kapazität einer Messspule durch konstruktive Maßnahme zu minimieren. Bei der Berechnung ist zu beachten, dass die Kapazität, bedingt durch den Skineffekt und der damit verbundenen Verän-

derung der Potenziale, frequenzabhängig ist. Die Simulationen wurden an einer einlagigen Spule durchgeführt. Parameter sind Drahtquerschnitt, Windungsabstand, Spulenkörper, Leiterückführung, und Leitfähigkeit, siehe hierzu Abb. 1.11-1.

Die einzelnen Windungen wurden aus 10 Segmenten zusammengesetzt. Dadurch kann die Rechenzeit erheblich verkürzt werden. Die Simulation erfolgte im Frequenzbereich und benötigte mit einem 3,4 GHz-PC knapp 90 Minuten. Als Ergebnis erhält man die Ortsverteilung des elektrischen Felds bei einer gewünschten Frequenz (nicht dargestellt). Für die Kapazitätsbestimmung ist aber vor allem der Frequenzgang der

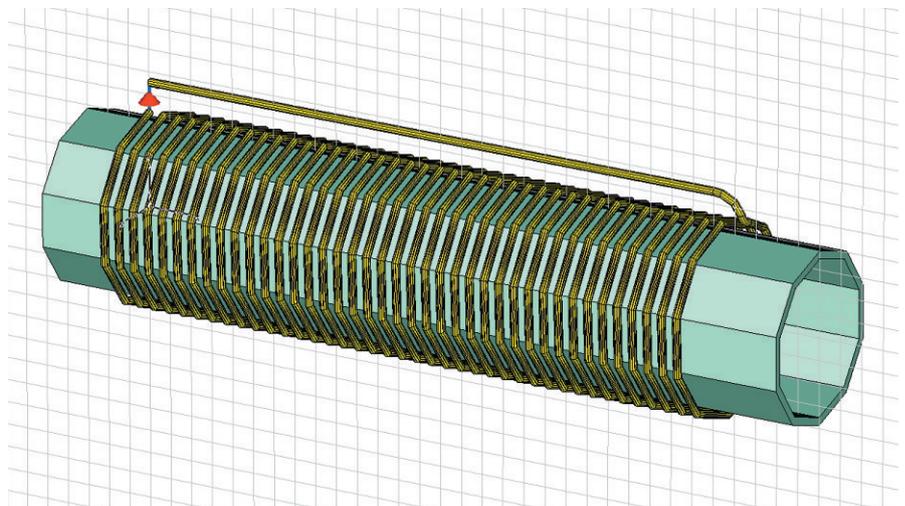


Abb. 1.11-1: Einlagige Spule mit Leiterückführung. Eigenschaften: 40 Windungen, 5 mm Innendurchmesser, 0,35 mm Drahtdurchmesser, Spulenkörper aus Keramik, Leiterückführung mit 0,5 mm Abstand zur Spule

Ersatzkapazität der Spule wichtig (siehe Abb. 1.11-2), da daraus die Resonanzfrequenz abgelesen werden kann. Sie beträgt in diesem Beispiel 132 MHz. Daraus lässt sich mit der frequenzunabhängigen Induktivität von $3,2 \mu\text{H}$ die Kapazität bestimmen. Sie beträgt demnach bei der Arbeitsfrequenz $0,45 \text{ pF}$. Es stellte sich heraus, dass der Abstand der Leiterrückführung zur Spule diese Kapazität stark beeinflusst.

3. Magnetfeld bei RF-IDs

Bei den heute vielfältig verwendeten Short-Distance-Funksystemen, bei denen sich die Empfänger im Strahlungsnahfeld des Senders befinden, ist die Kenntnis über die tatsächliche Feldkonfiguration oft von entscheidender Bedeutung. An dem Beispiel eines $13,56\text{-MHz}$ -Systems, bei dem für die Datenübertragung das Magnetfeld benutzt wird, soll dessen Verteilung gezeigt werden. Die Anordnung besteht aus sechs gleichen Spulen, die alle mit gleichen Strömen gespeist werden. In Abb. 1.11-3 ist das Vektorfeld des Magnetfeldes in der Umgebung von zwei Spulen dargestellt. Der Empfänger bewegt sich zwischen den Spulen. Die maximale Feldstärke befindet sich wie erwartet in der Achse zwischen den beiden Spulen.

4. Arrayantenne

Häufig stellt sich Frage nach den Emissionseigenschaften von Antennen und Antennenstrukturen. Die im Hochfrequenzlabor verwendete Software ermöglicht die Simulation von beliebigen geometrischen Anordnungen. Exemplarisch wird hier die Simulation einer linearen, fünfstufigen Patchantenne gezeigt. Auf einem Substrat mit $\epsilon_r=4,2$ befinden sich im Abstand (Mitte zu Mitte) von 30 mm fünf gleiche Kupferflächen der Größe $12 \text{ mm} \times 16 \text{ mm}$ vertikal übereinander. Sie werden mit 20° Phasenverschobenen Signalen der Frequenz $f=5,36 \text{ GHz}$ gespeist. Die sich ergebende Strahlcharakteristik ist in Abb. 1.11-4 dargestellt.

Das vertikale Richtdiagramm der Antenne ist in Abb. 1.11-5 zu sehen. Es ist die erwartete starke Bündelung in der vertikalen Richtung im Vergleich zu dem großen Abstrahlungswinkel in horizontaler Richtung zu sehen. Außerdem sind die typischen Nebenzipfel sowohl in der 3D-Darstellung als auch im vertikalen Richtdiagramm gut zu erkennen. Durch

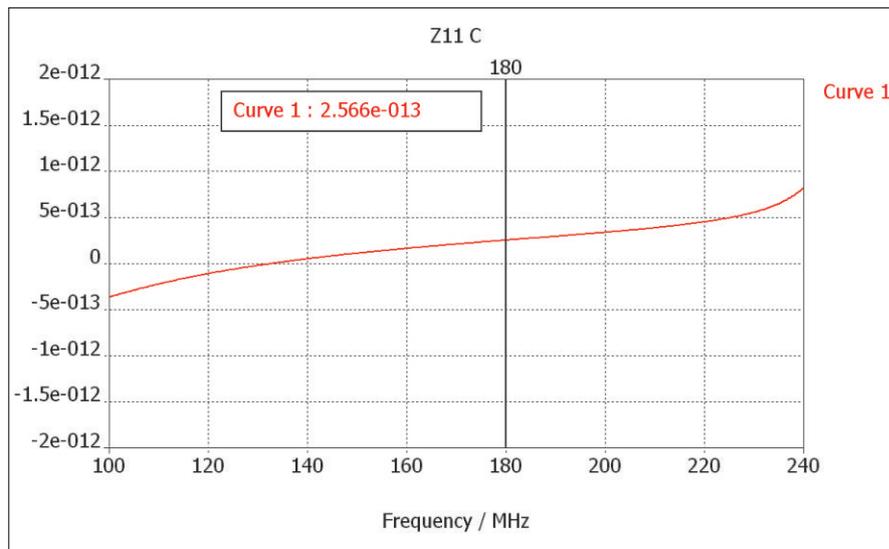


Abb. 1.11-2: Ersatzkapazität der Spule über der Frequenz. Ihre Resonanzfrequenz liegt bei 132 MHz

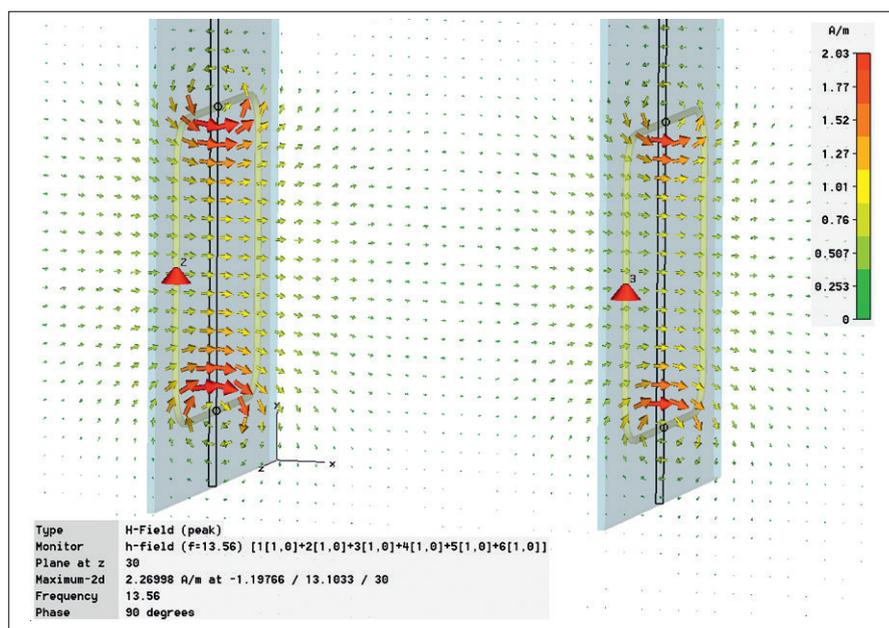


Abb. 1.11-3: Vektorfeld des Magnetfeldes zwischen zwei Spulen bei 13,56 MHz

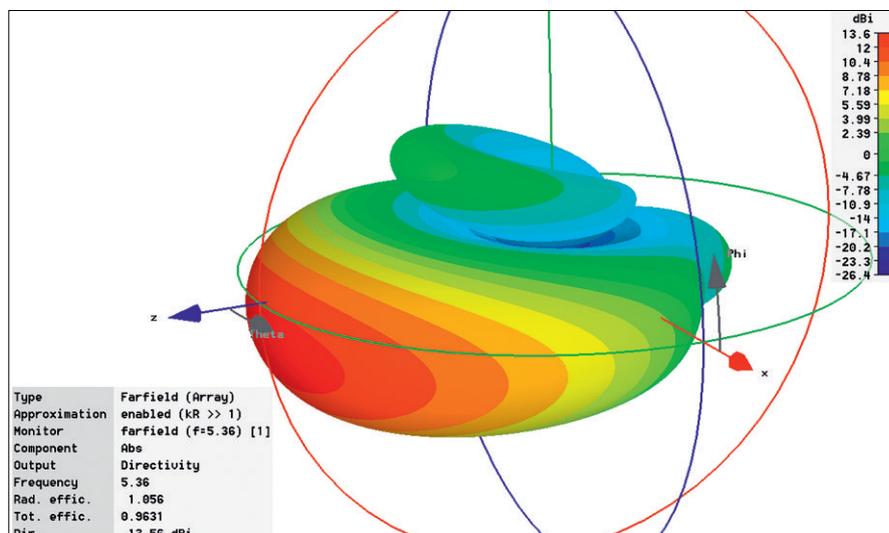


Abb. 1.11-4: Strahlcharakteristik eines Antennen-Arrays bei 5,36 GHz. Der maximale Gewinn beträgt 13,6 dBi

die Phasen verschobene Ansteuerung der Antennen kann ein „Schielen“ der Antenne, im Beispiel um 6° , eingestellt werden.

5. Zusammenfassung

An einigen wenigen Beispielen – Mess-Spule, RF-ID und Arrayantenne – wurde gezeigt, dass mit der im Hochfrequenzlabor verwendeten Software „Microwave Studio“ komplexe Feldberechnungen jeder Art möglich sind. Dieses Tool hat sich im Hochfrequenzlabor als wichtiges Hilfsmittel bei der Entwicklung von Hochfrequenzsystemen etabliert. Die Studierenden lernen das Simulationstool in den Master-Studiengängen Elektrotechnik und Informationstechnik (EIM) und Communication and Media Engineering (CME) näher kennen, so dass sie in der Lage sind, auch komplexe Aufgabenstellungen zu lösen.

Nikolay Fedurin, mein Co-Autor, ist aus Moskau und studiert hier CME im 4. Semester.

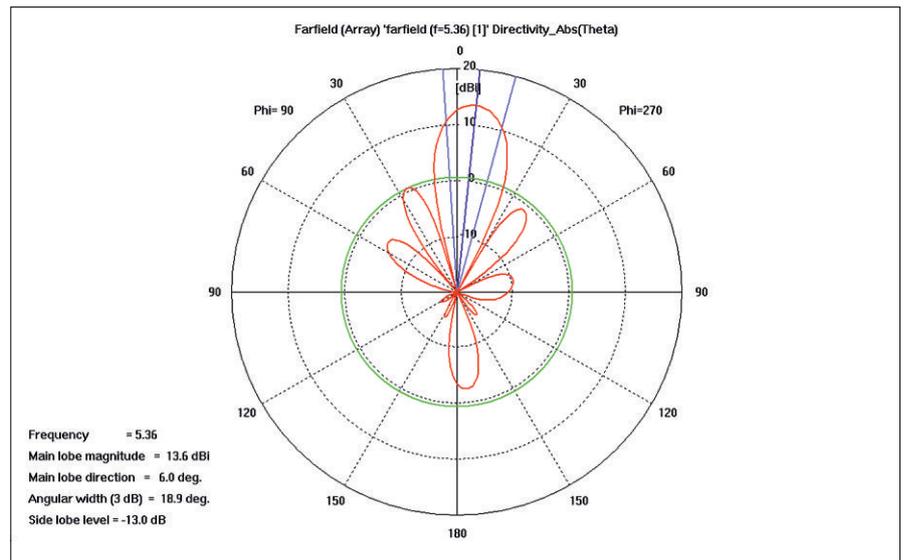


Abb. 1.11-5: Vertikales Richtdiagramm der Antenne

Umformtechnik..

...interes **SANDER**



Firmengruppe

Sander Umformtechnik
GmbH & Co. KG
Reiersbacher Straße 34
77871 Renchen-Ulm

Telefon: 07843 / 705-902
Telefax: 07843 / 705-669
torsten.berger@sander-metall.de

Wollen Sie Ihre Zukunft mit uns
gestalten?

Im Zuge des Ausbaus unserer Marktposition
suchen wir

Dipl.-Ingenieure (m/w)
Dipl.-Betriebswirte (m/w)

für unser Unternehmen!

Zur Verstärkung unserer Teams brauchen wir
Ihre engagierte Unterstützung als Praktikanten
/innen.

Studenten/innen verschiedenster Studiengänge
bieten wir immer wieder interessante Aufgaben
und Projekte in verschiedenen Unternehmens-
bereichen an. Die Möglichkeit zur Anfertigung
von Diplomarbeiten und Bachelor-Thesis in den
unterschiedlichsten Bereichen runden unser
Angebot ab.

Sander ist ein weltweit anerkanntes Unternehmen im
Bereich der spanlosen Umformung als Zulieferant
hauptsächlich für die Automobilindustrie.
Unsere Schwerpunkte liegen in der Entwicklung neuer
Technologien und technisch anspruchsvollen Problem-
lösungen

www.sander-metall.de

Zukunft ist formbar

Ihre möglichen Aufgaben als
Jungingenieur, Diplomand, Trainee
oder Praktikant (m/w):

- Betreuen neuer Fertigungsverfahren zusammen
mit unseren Produktionswerken, Entwicklungsabteilung
und Kunden
- Selbständiges Bearbeiten von Projekten, Mitarbeit
in Projektteams
- Teammoderation bez. Qualitätstechniken,
Problemlösungsmethoden, Wertanalyse, Auditieren
von Produktionsprozessen
- Definition, Beschaffung, Inbetriebnahme von
Maschinen und Anlagen als Dienstleister für unsere
Produktionswerke



Ihre Persönlichkeit erfüllt unser Unternehmen mit Leben

ERNST

U M F O R M T E C H N I K

Am Wiesenbach 1
77704 Oberkirch-Zusenhofen
www.ernst.de • karriere@ernst.de

**Im Blickpunkt -
Förderung des
Mittelstandes**

Als Bank des Mittelstandes bieten wir eine Vielzahl von **Finanzdienstleistungen**

- Vermittlung öffentlicher Fördermittel und Zuschüsse
- maßgeschneiderte Finanzierungspläne
- umfangreiche Bilanzanalysen
- innovative Zahlungssysteme
- Auslandszahlungsverkehr
- individuelle betriebliche Altersvorsorgemodelle
- Unternehmensnachfolge



Volksbank Offenburg

Untersuchung der Frequenzantwort für unterschiedliche Anregungsbedingungen in Multimodeglasfasern

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

1997: Fachgruppenleiter in der ITG

Seit 1997: Rektor der Hochschule Offenburg

Seit 2007: Vorsitzender der Rektorenkonferenz der Fachhochschulen Baden-Württembergs

Forschungsgebiete: Physik, Optoelektronik, Optische Nachrichtentechnik, Kommunikationsnetze



2.1 Untersuchung der Frequenzantwort für unterschiedliche Anregungsbedingungen in Multimodeglasfasern

Prof. Dr. Winfried Lieber

Prof. Dr. Dan Curticapean

Dr. Christian-Alexander Bunge

Die Autoren haben am 16. September 2007 die unten dargestellten Forschungsergebnisse in einem Postervortrag beim Kongress "Frontiers in Optics 2007" in San Jose, California vorgestellt. Diese Veranstaltung wird von der Optical Society of America jährlich organisiert. Der Mitautor Dr. Christian-Alexander Bunge forscht und lehrt an der Technischen Universität Berlin im Bereich Hochfrequenztechnik und optische Lichtwellenleiter.

1. Theoretical considerations

Data rates in local-area networks have been increasing from several Mb/s to 10 Gb/s, while the latter can only be provided by modern, high-quality fibers. In order to keep legacy for high bit rate links, new concepts like particular launching schemes [1] or equalizers have been proposed and found their way into standardization. Another promising approach is the parallel transmission of frequency-multiplexed low-bit rate channels. This can either be done in an Orthogonal-Frequency Division Multiplex (OFDM) system with all channels at a fixed, but close spacing leading to efficient usage of bandwidth, or by sub-carrier multiplexing, by which the channels are separately multiplexed on radio-

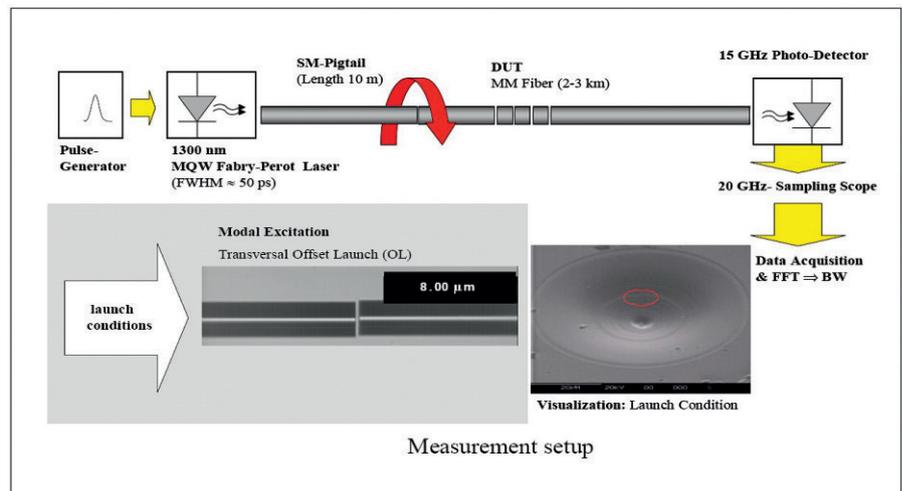


Abb. 2.1-1: Measurement setup

frequency carriers [2]. We present a measurement technique for the launch dependent measurement of the fiber's frequency response and show that the frequency response is very irregular and highly dependent on launching conditions. Thus we propose a SCM technique with a flexible and adaptive grid of carrier frequencies, which can adapt on changes of the launching conditions.

2. Measurements

The frequency response is measured in the time domain with a multiple quantum well Fabry-Perot laser diode as a short-pulse source. The light is injected into a pigtail, which is laterally shifted. At the receiving end, a high-speed PIN detector is used capable of accepting all guided modes. The frequency responses are measured at different offsets, Fig. 2.1-2.

3. Evaluation

The figures show measured [3] Fig. 2.1-2 and theoretically predicted frequency responses Fig. 2.1-3 for different offsets. One can see the strong variations even for small changes of launching conditions. There are some distinct frequencies far beyond the base band, at which the frequency response becomes substantially flat and exhibits relatively low attenuation.

One can show that for offsets of 10 μm to 20 μm the fiber shows the flattest frequency response, which is in agreement with the proposed offset launching technique to improve the bandwidth for base band transmissions.

References

- [1] W. Lieber, X. Yi, N. Nontasut, D. Curticapean, "Differential mode delay (DMD) in graded-index multimode fiber: effect of DMD on bandwidth tuned by restricted launch conditions." *Appl. Phys. B.* 2002; Vol. 75: pp. 487–491.
- [2] E. Tyler, P. Kourtessis, M. Webster, E. Rochart, T. Quinlan, S. Dudley, S. Walker, V. Penty, I. White, "Toward terabit-per-second capacities over multimode fiber links using SCM/WDM techniques", *J. of Lightwave Technol.*, Vol 21, No. 12, pp. 3237-3243, 2003.
- [3] C-A. Bunge, W. Lieber, D. Curticapean, "New aspects in bandwidth measurements considering the effects of DMD," *Optics & Laser Technology* 39, pp. 61–67, 2007

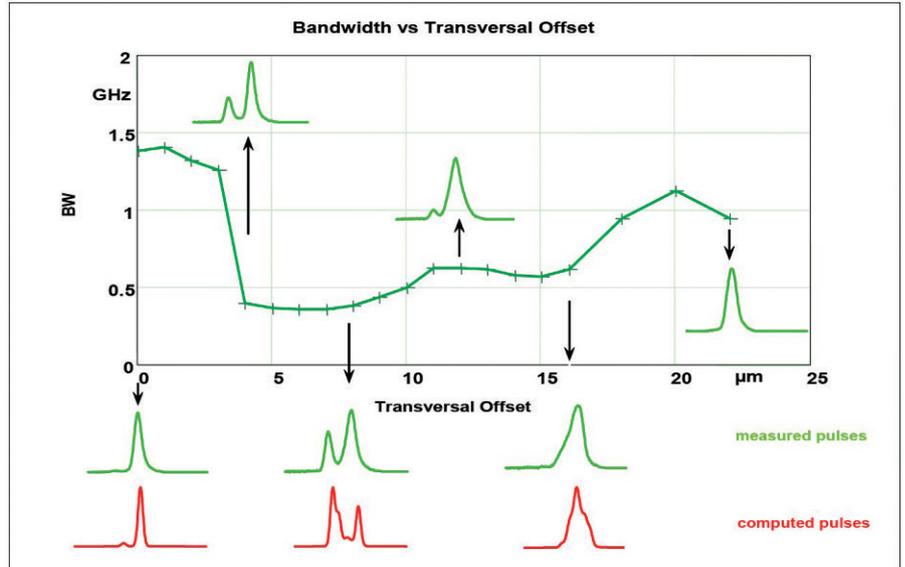


Abb. 2.1-2: Bandwidth vers. Transversal Offset

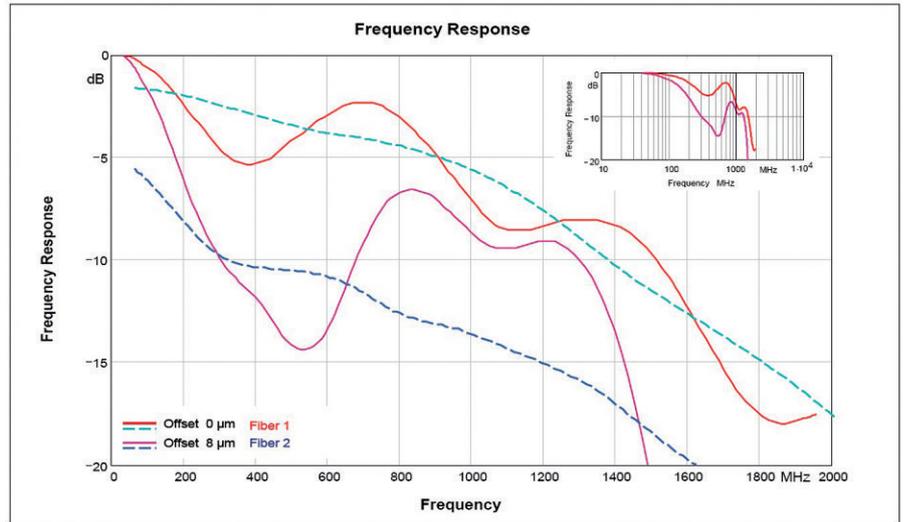


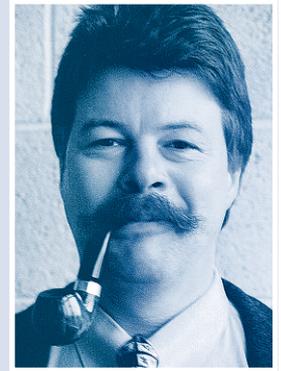
Abb. 2.1-3: Frequency responses

Ein autonomes Fahrzeug, genannt RON; Neuronale Netze steuern Roboter

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
1983–88: 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

2.2 Ein autonomes Fahrzeug, genannt RON; Neuronale Netze steuern Roboter

Prof. Dr. rer. nat. Werner Schröder

Überblick

Im Wintersemester 04/05 fand sich eine Gruppe von Studenten des 3. Semesters zusammen (Andreas Weber, Boris Tscherbakowski, Raimund Lehmann und Stefan Staiger), die ein autonom agierendes Fahrzeug entwickeln wollten. Neu an dem Konzept war, dass seine Verhaltenssteuerung selbstlernend sein sollte. Das Fahrzeug wird „Roboter ohne Name“ genannt.

Abbildung 2.2-1 zeigt das Ergebnis der Entwicklungsarbeiten. Die beiden seitlichen Räder des Fahrzeugs werden durch unabhängige Getriebemotoren angetrieben und erlauben damit enge Kurvenfahrten, ein drehbares Stützrad (nicht sichtbar) verhindert das Umkippen des Fahrzeugs. Ein Scanner der Fa. Sick wird durch einen oszillierenden Spiegel betrieben, so dass sich ein Entfernungsbild der Umgebung mit etwa 2 Hz Wiederholfrequenz ergibt. Auf dem Fahrzeug befinden sich mehrere ATMEGA-Mikroprozessoren für die Hardware-Steuerung, ein Single-board-PC übernimmt die Betriebsroutinen, eine WLAN-Verbindung erlaubt das Mitlesen der Daten während der Fahrt. Die gesamte Hard- und Software wurde von den Studenten im Haus entwickelt. Die Abbildungen 2.2-2 und 2.2-3 geben einen Überblick über die Elektronik.

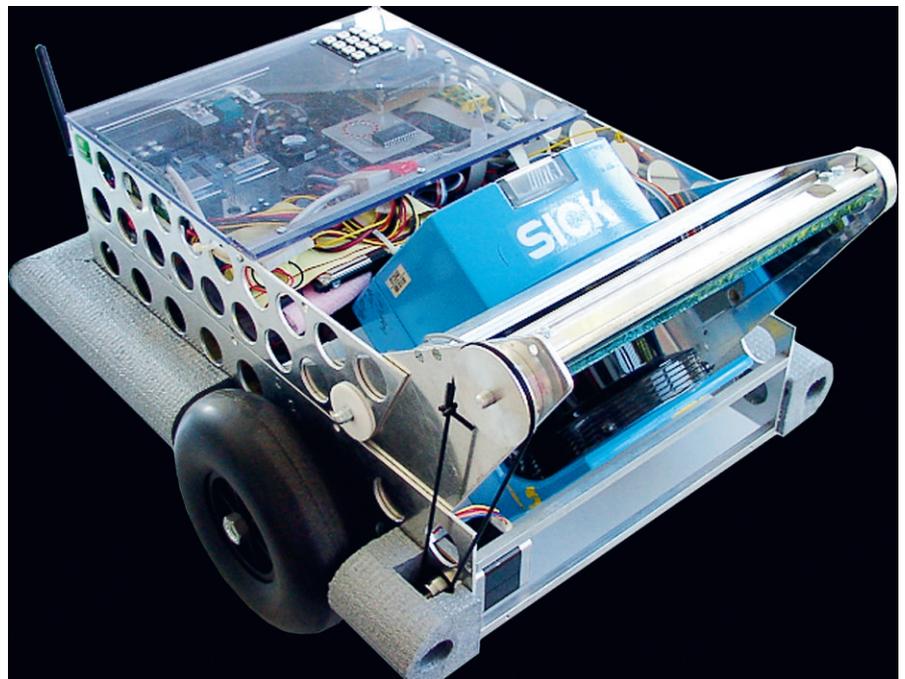


Abb. 2.2-1: Der entwickelte Roboter RON

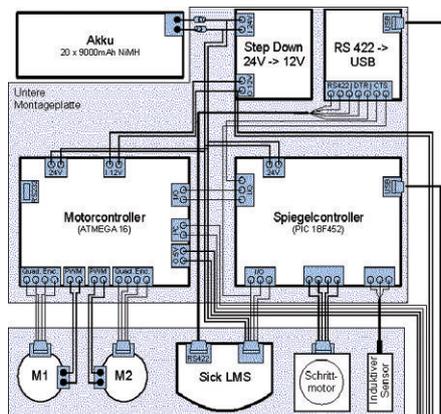


Abb. 2.2-2: Elektronik des Roboters,
wesentliche Baugruppen

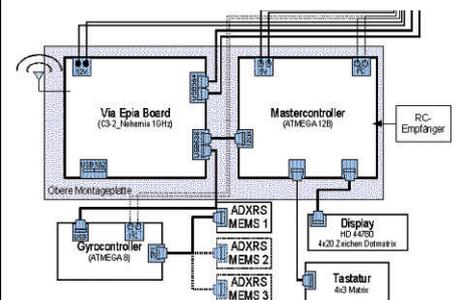


Abb. 2.2-3: Das Hirn von RON:
Sensorik und Kommunikation

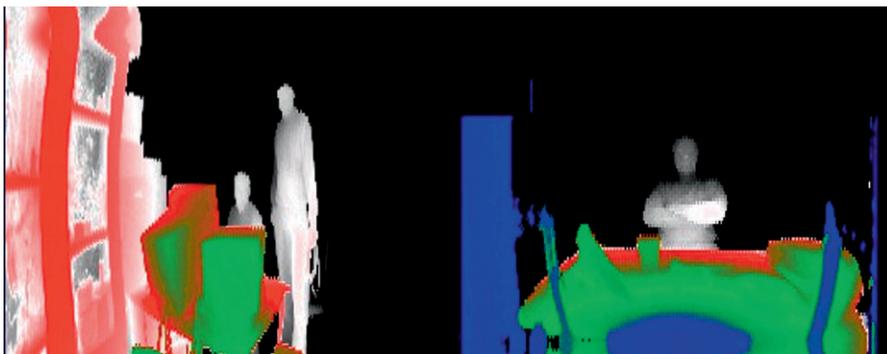


Abb. 2.2-4 In der Entfernung falschfarbenkodierte Bild des modifizierten Scanners, Basis für die Navigation von RON

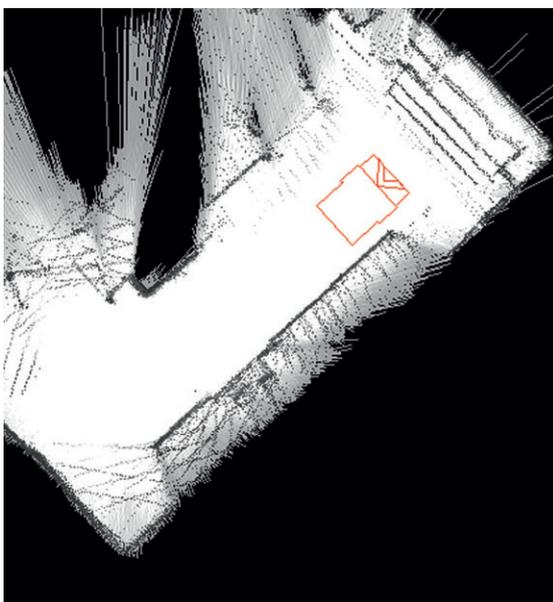


Abb. 2.2-5: Laufendes Bild der Umgebung von RON, weiße Bereiche sind „zulässige“ Orte, in denen sich der Roboter störungsfrei bewegen darf

Sensorik

Aus der Odometrie über die Räder ergibt sich über Koppelnavigation in Näherung die jeweilige aktuelle Position des Fahrzeugs.

Abbildung 2.2-4 zeigt ein für die Entfernung falschfarbenkodierte Bild des modifizierten Scanners. Die Verzerrung durch den Umlenkspiegel wird in der Software herausgerechnet. Die 3-D-Daten des Scanners werden in Hindernissen in Höhe über Grund umgerechnet. Aus den bekannten Daten des Fahrzeugs werden nun nur die Bereiche in 2-D zugelassen, in die der Roboter fahren kann: zu niedrige Bereiche oder Treppenabsätze werden als nicht befahrbar angesehen. Die Erstellung der Karte wird durch die Odometrie gestützt. Daraus ergeben sich laufend Bilder wie in Abbildung 2.2-5 (weiße Bereiche sind „zulässig“).

Verhaltenssteuerung

Das Fahrzeug sollte sich nun so bewegen, dass es automatisch den auf die zuvor beschriebene Weise erkannten Hindernissen ausweicht. Für die Steuerung wurde ein neuronales Netz nach Art eines bipolaren Multilayer-Perceptrons mit Sigmoid-Funktion programmiert. Die Eingänge in das Netz sind die Mindestentfernungen zu Hindernissen in Sektoren des 2-D-Bilds, Ausgänge sind Fahrgeschwindigkeit und Steuerwinkel für die Motoren.

Die Gewichtsparameter des neuronalen Netzes wurden in einer Simulation des RON in einer Zufallsumgebung mit Genetischer Optimierung ermittelt. Der Algorithmus startet mit einer Anzahl von simulierten RON mit zufälligen Gewichtsparametern. Die Fahrt durch die simulierte Zufallsumgebung wird mit einer

Zahl bewertet. Vorteilhaft ist, in kurzer Zeit möglichst weit zu kommen, ohne an Hindernissen anzustoßen. Die besten simulierten RON werden ermittelt, ihre zu einer DNA umgerechneten Gewichtsparameter werden gekreuzt und mutiert und der Vorgang wird wiederholt. Nach einigen hundert Generationen ergibt sich ein nahezu ideales Verhalten und die Parameter werden in den PC des RON geladen. Die tatsächlichen Fahrgenergebnisse stimmen mit den simulierten im Wesentlichen überein.

Das genaue Verhalten des Fahrzeugs hängt nun stark von der Bewertungsfunktion ab. Wird beispielsweise „Anecken“ stark negativ bewertet, verhält sich das Fahrzeug „ängstlich“. Es wurden unterschiedliche Größen des Netzwerks sowie die zusätzliche Verwendung von älteren Aus- bzw. Eingangsdaten untersucht. Mit Gedächtnis ist das Fahrzeug beispielsweise in der Lage zu lernen, aus der Sackgasse herauszumanövrieren.

Es wurde auch untersucht, wie das Fahrzeug auf einen zusätzlichen Term in der Bewertungsfunktion reagiert, wenn das Befahren schon gesehener Bereiche negativ eingeht. Das Fahrzeug reagiert dann ausgesprochen „neugierig“ und vermeidet bereits bekannte Bereiche.

Das Verfahren zur Genetischen Optimierung geht auf John Holland (1975) zurück und ist stark an die Evolution in der Natur angelehnt. Seit einiger Zeit werden Neuronale Netze damit optimiert. Sind gewünschte Ausgänge des Netzes bei gegebenen Eingangsdatenvektoren bekannt, so werden Multilayer-Perceptrons üblicherweise durch den backpropagation-Algorithmus gelehrt (überwachtes Lernen). In unserem Fall ist kein optimaler Zusammenhang zwischen den Ein- und Ausgängen des Netzes ab initio bekannt; erst die Simulation liefert im Nachhinein eine Information, ob das Verhalten gut oder schlecht war (unüberwachtes Lernen). Hier ist für die Optimierung des Netzes eine genetische Optimierung nahezu ideal geeignet.

Interessant ist, dass der Denkaufwand für diese Art der Auslegung der Verhaltenssteuerung bemerkenswert gering ist: nur die Bewertungsfunktion und die Größe des Netzes ist zu definieren.

Wettbewerb

Die Firma Sick hatte zu einem Roboterwettbewerb im Oktober '07 eingeladen. Aufgabe war es, in möglichst kurzer Zeit einen vorher unbekanntes Parcours von 25 m Länge mit seitlichen senkrechten Begrenzungen von 40 cm Höhe in möglichst kurzer Zeit zu durchfahren. RON war für einen solchen Zweck nicht gebaut – insbesondere von der mechanischen Seite – und die zur Verfügung stehende Zeit war knapp. Dennoch haben wir uns zu dem Wettbewerb angemeldet und haben auf eine intelligente Steuerung gesetzt.

Unser Konzept für diesen Wettbewerb sah vor, dass in den erlaubten Trainingsfahrten RON eine 2-D-Karte der Bahn erstellt, in dieser Karte eine optimale Bahn berechnet und diese Bahn dann im eigentlichen Rennen fährt. RON verhält sich damit wie ein professioneller Rennfahrer: Training, Einprägen der Strecke und der Ideallinie, Fahren. Da die Odometrie allein für diesen Zweck nicht ausreichend genau ist, hat der Autor ein Partikelfilter – Nachfolger der bekannten Kalman-Filter – programmiert, das eine effiziente und sichere Stützung der Odometrie durch die Scannerdaten und der bekannten Karte erlaubt. Dieses Filter wurde zuerst auf einem Lego-Roboter, vorgestellt auf den Science-Days in Rust 2007, erfolgreich implementiert und getestet.

Die Zeit für die Softwareentwicklung für das Rennen war wegen der Diplomarbeiten der beteiligten Studenten denkbar knapp. Mit einigen Vereinfachungen in der Software ist das Fahrzeug zum Renn-tag dennoch pünktlich fertig geworden.

Das Rennen selbst hat RON in der Spitzengruppe als **viertschnellstes Fahrzeug** weit vor den Nächstplatzierten absolviert und einen Sonderpreis gewonnen. Seine Fahrweise war von allen Fahrzeugen wohl die eleganteste, was man bei dem Softwarekonzept natürlich auch erwarten konnte.

Um in der Wettbewerbsklasse ganz vorn mitzumischen, wären wesentliche

mechanische Modifikationen an RON erforderlich. Man macht sich leicht klar, dass die Fahrgeometrie sehr ungünstig für hohe Drehraten um die Hochachse in schnell gefahrenen engen Kurven ist. Neben den Kräften für die Seitenbeschleunigung und der tangentialen Beschleunigung müssen die Räder auch noch die Drehmomente bei Drehbeschleunigungen um die Hochachse abfangen. Wegen der Schwerpunktlage ergibt sich zudem über die Fliehkraft ein kräftiger Drehmoment um die Hochachse in engen Kurven. Das Softwarekonzept lehnt sich an das Verhalten von Rennfahrern an und ist somit als optimal anzusehen.

Reinforced learning

Es wäre natürlich wünschenswert, dass der Roboter selbstständig während der Fahrt sein Verhalten optimiert, er online lernt. Der Roboter fährt und stößt beispielsweise irgendwo an, dies wird mit Taster registriert. Natürlich ist dieses Verhalten als schlecht zu bewerten, andere Verhaltensweisen (Politiken) wären besser. Das Problem ist – wie oben auch – dass das Ergebnis des aktuellen Verhaltens in der Zukunft liegt. Seit etwa 20 Jahren gibt es nun Algorithmen, die die Bewertung aus der Gegenwart über die Zustands-Aktions-Abfolge in die Vergangenheit zurückpropagieren und eine Bewertungsfunktion, die über die Aktionen in den Zuständen entscheidet, so ändern, dass das Verhalten im Sinn einer optimalen Belohnung immer besser wird. Es ist wiederum ähnlich wie bei Lebewesen: Das Belohnungssystem entscheidet über das zu lernende Verhalten.

Problematisch bei den einfachen Ausführungsformen des reinforced learning ist die recht langsame Lernrate. Wird nun ein Modell der Aktions-Zustandsfolge der Umgebung mitgelernt, so kann die Lernrate drastisch verbessert werden: Der Roboter lernt zusätzlich „im Kopf“ auf den bisher gelernten Reaktionen der Umgebung auf seine Aktionen.

Es sind inzwischen einige weitere algorithmische Verbesserungen dieses Lernverfahrens bekannt, sodass ein praktischer Versuch mit RON recht erfolgversprechend sein dürfte.

RON könnte dann „dumm“ und „holprig“ losfahren, allein getrieben durch seinen „Bewegungsdrang“. Mit zuneh-

mender Erfahrung lernt er, sich dann „angepasster“ zu verhalten. Die Entfernung zwischen Mathematik und Verhaltenspsychologie scheint nicht so groß zu sein, wie man vielleicht annehmen würde.

Fazit

Das Lernen von Verhalten – ein komplexer Regler – über ein neuronales Netz durch Genetische Optimierung in der Simulation optimiert, funktioniert hervorragend und sicher. Die Größe des Netzes muss durch Versuch und Irrtum ermittelt werden und erfordert ein wenig Fingerspitzengefühl. Nachteilig kann bei großer Zahl der Gewichte die erforderliche Rechenzeit sein. In einem solchen Fall kann es sinnvoll sein, die Aufgabe in mehrere, hierarchisch gegliederte Teilaufgaben aufzuspalten, die einzeln von unten nach oben optimiert werden. Die Natur scheint Lernen übrigens im Gehirn in analoger Weise hierarchisch zu bewerkstelligen.

Zukunft

Eine Weiterentwicklung von RON durch Studenten – z. B. im Hinblick auf reinforced learning – und/oder für die weitere Teilnahme an Wettbewerben ist geplant. Derzeit wird RON so dokumentiert, dass nachfolgende Gruppen auf der bisherigen Basis weitermachen können.

Dank

Der Autor bedankt sich herzlich bei der Robotermannschaft für die sehr gute Zusammenarbeit. Diese hat Freude gemacht. Es sei angemerkt, dass diese Entwicklungsarbeiten neben dem Studium durchgeführt wurden und die Freude an der Arbeit der alleinige Motor der Entwicklung von RON war. Die Mitglieder der Robotermannschaft kann man vor diesem Erfahrungshintergrund trotz frischen Diploms im Oktober 2007 wohl kaum noch als Berufsanfänger ansehen. Vom pädagogischen Standpunkt aus gibt es wohl kaum eine bessere und effektivere Art der Lehre, Studenten mit solchen Konzepten vertraut zu machen.

Natürlich sei auch allen Mitarbeitern im Haus gedankt, die direkt oder indirekt zu dieser Entwicklung und seinem Erfolg beigetragen haben. Der Erfolg hat viele Väter.



**ALU
MOCK** GmbH
Aluminiumbearbeitung

**Mechanische Bearbeitung
von Aluminiumprofilen**

*Aluminium...
... wir machen was draus!*

AluMock GmbH
77749 Hohberg-Hofweier
Im Schwaderloch 2
Tel.: +49 (0)781-95 65 0
Fax: +49 (0)781-95 65 39
www.alumock.de
info@alumock.de

Abfülltechnik mit System

Komplettlösungen für die Verpackungsindustrie.

„Das wahre Geheimnis des Erfolgs ist die Begeisterung.“

Walter Chrysler



Wir bieten für Maschinenbau und Automatisierungstechnik Projektarbeit oder Praxissemester für Studenten (m/w)

ICOMA | ZGS

Systemlieferant
Fülltechnik
Verschleißtechnik

I.C.O.M.A. ZGS GmbH | Im Hesselbach 89 | D-77855 Achern
Tel. +49(0)7841 6015-0 | info@icoma-zgs.de | www.icoma-zgs.de

Zukunft erfolgreich gestalten

DOLL



DOLL ist ein stark wachsendes und international ausgerichtetes Unternehmen. Wir sind spezialisiert auf die Produktion hochwertiger Holz- und Schwertransportfahrzeuge sowie Mobile Systeme. DOLL bietet Absolventen technischer oder wirtschaftlicher Studiengänge berufliche Perspektiven mit Gestaltungsfreiräumen. Wir freuen uns auf Sie!

DOLL Fahrzeugbau GmbH
D-77728 Oppenau
Tel. +49 (0)7804-49-0
www.doll-oppenau.com

2.3 Ab Initio Calculation of the Behaviour of a Model Helicopter

Prof. Dr. rer. nat. Werner Schröder

Introduction

At the University of Applied Science Of-fenburg, the development of a flight control system for a model helicopter of type Align T-REX 600 is under way. The helicopter has a flight mass of about 3 kg, a rotor diameter of about 1.35 m, a brushless torquer motor and is electrically powered using lithium-polymer-cells. For the flight control development, a simulation of the model aircraft is required. Mathematical models for model aircrafts are generally not available. These models for helicopters are quite involved and are not very accurate, because it is hard to model the airflow, especially during hover, near ground and at fast descend rates. Despite these expected inaccuracies, a mathematical model would give much insight into the helicopters behaviour – especially in order to decouple the steering axis in a feed forward controller part – and can serve as a test-bed for testing the flight control software.

In order to avoid wind tunnel testing, an ab-initio-model is tried, using all available data of the helicopter like masses and dimensions. It turns out, that the main rotor thrust is well modelled, giving some trust into the model. However, it is very tedious to calculate the time constant of the Bell-Hiller-bar, therefore this value is left to be measured in the true model. All other values required can be estimated from the air-frame itself.

Helicopter model

The T-REX 600 frame without motor and accumulator is shown in Fig. 2.3-1. As it is the case with most classic type two-bladed helicopters, the blades are linked to the rotor head with a teeter hinge, a Bell-Hiller stabilizer bar is involved to stabilize roll and pitch movements somewhat.

In full-size helicopters, the blades are hinged in two axis near the rotor head and can be rotated along their length in order to change the attack angle of the blades during rotation. For these large blades, free movement of the blades is mandatory in order to avoid excessive torques at the rotor head.



Abb. 2.3-1 Model-Helicopter T-REX 600 frame without motor and accumulator

The blades are allowed to flap up and down during rotation while seeing strong centrifugal forces. The resonance frequency of this flapping motion is almost equal to the rotation speed of the rotor, the exact value is depending on the position of the flapping hinge. The flapping of the blades introduce Coriolis-forces, which move the blades for and back in the rotor plane. That's why the blades are also allowed to move freely in the rotor plane. Centrifugal forces actually strengthen the blades into a conically shaped rotor "plane". A tilted swash-plate changes the air inflow angle to the blades via appropriate mechanical links cyclically during rotation. The flapping motion lags the feathering motion by about 90 degrees, thereby tilting the rotor tip-plane. The flapping motion is heavily damped; the damping coefficient being governed by Lock's number. The outcome of a quite involved theory about these movements is, that the rotor plane is tilted fast in respect to the rotor shaft axis according to the position of the swash-plate. Normally, the links from the swash-plate to the blades are offset in such way that the phase lag is accounted for. In this case, swash-plate and rotor tip plane become parallel.

In this model helicopter, the teeter hinge of the two blades is made of a pair of offsetted O-rings in the rotor head. These O-rings yield torques to be transferred from the rotor to the frame allowing effective 3D-stunt flieght. The O-rings also serve for the purpose of additionally damping the flapping and the lagging motion and provide a teeter hinge stop. The tail rotor is linked to the main gear with a tooth belt, autorotation is possible.

The operational blade tip velocity of the main rotor is about 130 m/s allowing safe forward velocities of several 10 m/s. Blades and the main parts of the frame are made of carbon reinforced composite and aluminium, ball bearings and well-fitting ball links are used throughout.

Forces and moments in the body frame

In this model all forces and moments due to the rotor, tail rotor, mars, inertia and air drag are included. The inflow velocities of the rotors are implemented as well. The helicopter model is calculated in the body frame and is transferred using the cosinus-matrix via roll, pitch and yaw angles into the navigation frame.

Refinements

The transfer functions of the servos used in the helicopter have to be modelled. The servos typically make a 45 degree turn within 0.15 s and could be modelled as output rate limited, first order low pass filters.

The motor needs some time to speed up and slow down due to the large moment of inertia of the rotor. The torque of the motor can be modelled depending on the rotation speed and mean voltage behind the PWM-controller. Knowing the angular momentum of the rotor, the rotational acceleration can be modelled.

Rotors in US-helicopters are rotating counter clockwise, the T-Rex rotor is rotating clockwise. This has to be accounted for in using available mathematical models. Several signs have to be reversed.

Simulations and test

The first approximation to the flight control system has been successfully designed using a model, linearized around hover-mode.

This more elaborate model presented has been implemented in MathCAD for the refined layout of the flight control scheme of the helicopter and will be implemented in C in order to test the flight control software. The issues of this model are:

- defining the feed forward part of the flight controller,
- checking the control stability for excessive flight states,
- defining safe operating regimes for the helicopter.

At large forward speed a sudden collective pitch change will lead to a strong sudden roll moment change, for which the roll controller has to account for. A low-g manoeuvre – sudden reduction of pitch – will also require a sudden roll input change. These flight regimes stress the hardware hardly and are furthermore hard to control; they should be therefore avoided.

This model will be tested during flight tests with the model-helicopter.

References

- [1] A.R.S. Bramwell et al.: Bramwell's Helicopter Dynamics; Butterworth-Heinemann, 2001
- [2] P.D. Talbot, L.D. Corliss: A mathematical force and moment model of a UH-1H helicopter for flight dynamics simulations; NASA technical memorandum, 1978
- [3] D.H. Titterton and J.L. Weston: Strap-down Inertial Navigation; Progress in Astronautics and Aeronautics, vol. 207

Analyse der Kanal- kapazität in Funksystemen mit MIMO-Architektur

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

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

1965: Geboren in Heidelberg
Studium der Elektrotechnik/Nachrichtentechnik
an der Universität Kaiserslautern

1990: Diplom

1990–1994: wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für hoch-
frequente Signalverarbeitung der Universität Kaiserslautern

1994: Promotion über neuartige Verfahren zur hochgenauen Ver-
messung von Funkkanälen mit Bandspreizsignalformen

1994–1999: Labor- und Projektleiter im Zentralbereich Technik
der DaimlerChrysler Aerospace AG, Ulm

1994: Literaturpreis der ITG für eine Veröffentlichung in IEEE AES.

1997: Best Paper Award des amerikanischen
Institutes of Navigation (ION)

Seit 1999: Professor an der Hochschule Offenburg für das Fachgebiet
Telekommunikationstechnik, Leiter des Labors Telekommunikationstechnik

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

Forschungsgebiete: Digitale Funkkommunikation und Satellitennavigation



2.4 Analyse der Kanalkapazität in Funksystemen mit MIMO-Architektur

Prof. Dr.-Ing. Tobias Felhauer

Im Rahmen dieses Projekts wurde im Labor Telekommunikationstechnik der Hochschule Offenburg die Kanalkapazität von Funksystemen mit Mehrantennenkonfigurationen im Sender und Empfänger (MIMO-Systeme) durch theoretische Analysen und Simulationen unter verschiedenen Randbedingungen ermittelt. Die Ergebnisse verdeutlichen das enorme Potenzial der MIMO-Technologie in der Funkkommunikation und geben Hinweise, wie dieses Potenzial in praktischen Systemen effizient genutzt werden kann. Bereits heute zeichnet sich ab, dass die MIMO-Technologie aufgrund dieses enormen Potenzials in nahezu allen Funktechnologien, bei denen hohe Datenraten angestrebt werden, zukünftig zum Einsatz kommen wird bzw. bereits kommt (z. B. im neuen WLAN-Standard IEEE 802.11n).

Abstract:

Within this project performed in the Telecommunication Lab of the "University of Applied Sciences" Offenburg, the channel capacity of radio communication systems with multiple antennas at the transmitter and at the receiver (MIMO systems) has been evaluated by theoretical analysis and simulations under different constraints. The presented results show the significant potential of the MIMO technology in radio communication and give some advice how to use this potential efficiently in practical applications.

There is a clear tendency that due to this high potential, the MIMO technology will be used in almost all high data rate radio technologies in future (or is already used e.g. in the new WLAN standard IEEE 802.11n).

Einleitung

In der Funkkommunikation werden verschiedene Architekturprinzipien unterschieden. Bei konventionellen Funksystemen erfolgt die Kommunikation ausgehend von einer Sendeantenne über den Funkkanal zu einer Empfangsantenne – solche Systeme werden auch als Single-Input-Single-Output (SISO)-Systeme bezeichnet. Bei Funkkanälen mit zeitvariantem und frequenzselektivem Verhalten aufgrund von Mehrwegeausbreitung kann durch Antennensysteme mit intelligenter Signalverarbeitung z. B. im Empfänger eine deutlich bessere Übertragungsqualität, z. B. durch Diversitätsgewinn, erreicht werden – solche Antennensysteme werden in sogenannten Single-Input-Multiple-Output (SIMO) oder Multiple-Input-Single-Output (MISO) – Systemen als Smart (engl. intelligente) – Antennen

bezeichnet. Eine logische Erweiterung von Funksystemen mit Smart-Antennen führt zu Funksystemen mit gleichzeitig mehreren Sende- und mehreren Empfangsantennen: Multiple-Input-Multiple-Output (MIMO)-Systemen. Die Analyse der mit solchen MIMO-Systemen in der Funkkommunikation erreichbaren Übertragungskapazitäten ist Gegenstand dieses Beitrags.

1. MIMO-Systemmodell

Bei den nachfolgenden Betrachtungen wird angenommen, dass nach Abb. 2.4-1 im Sender (TX) insgesamt N_t Sendeantennen und im Empfänger (RX) insgesamt N_r Empfangsantennen zur Verfügung stehen. Weiterhin wird angenommen, dass die Funkübertragung über einen zeitvarianten Funkkanal mit Mehrwegeausbreitung erfolgt, wobei jedoch die Kohärenzbandbreite des Kanals deutlich größer als die Signalbandbreite ist (flat fading), sodass der Einfluss des Kanals zwischen der j -ten Sendeantenne und der i -ten Empfangsantenne durch einen komplexen Kanalübertragungsfaktor h_{ij} charakterisiert werden kann.

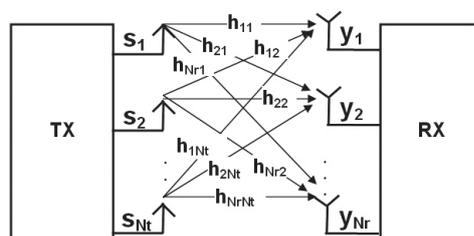


Abb. 2.4-1: MIMO-Systemmodell

Werden die zu einem bestimmten Zeitpunkt an den N_t Sendeantennen gesendeten Datensymbole zu einem Vektor $s=(s_1, s_2 \dots s_{N_t})^T$ zusammengefasst, so ergeben sich die ebenfalls in einem Vektor y angeordneten und durch die Rauschwerte n_i verfälschten Empfangswerte y_i an den N_r Empfangsantennen nach der MIMO-Systemgleichung zu

$$y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ \vdots \\ y_{N_r} \end{pmatrix} = \underbrace{\begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} & \dots & h_{1N_t} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} & \dots & h_{2N_t} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} & \dots & h_{3N_t} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ h_{N_r1} & h_{N_r2} & h_{N_r3} & \dots & h_{N_rN_t} \end{pmatrix}}_{\text{MIMO-Kanalmatrix } H_{N_r \times N_t}} \begin{pmatrix} s_1 \\ s_2 \\ s_3 \\ \vdots \\ s_{N_t} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} n_1 \\ n_2 \\ n_3 \\ \vdots \\ n_{N_r} \end{pmatrix} \quad (1.1)$$

MIMO-Kanalmatrix $H_{N_r \times N_t}$

Der Einfluss des Funkkanals in einem MIMO-System wird also systemtheoretisch durch die Kanalmatrix $H_{(N_r \times N_t)}$ beschrieben.

2. Analyse der Kanalkapazität

Nachfolgend wird die Kanalkapazität in Funksystemen mit MIMO-Architektur analysiert. Nach Shannon ist die Kanalkapazität ein Maß für die maximale Informationsbitrate, die über einen vorgegebenen Übertragungskanal fehlerfrei übertragen werden kann. In konventionellen SISO-Systemen ist die Kanalkapazität C durch die zur Verfügung stehende Bandbreite B und das empfangenseitige Signal-zu-Rausch-Verhältnis SNR nach

$$C / \text{bit/s} = B \cdot \text{ld}(1 + \text{SNR}) \quad (2.1)$$

gegeben. Häufig wird die auf die Bandbreite B normierte Kanalkapazität $C' = C/B$ als spektrale Effizienz in der Einheit (bit/s)/Hz betrachtet. Bei einem Fadingkanal ändert sich die Kanaldämpfung ständig und damit auch das SNR. In diesem Fall werden die mittlere oder ergodische Kanalkapazität $E(C')$ und die Verteilungsfunktion $\text{cdf}(C')$ der normierten Kanalkapazitätswerte C' zur Bewertung bestimmt.

Durch umfangreiche informationstheoretische Betrachtungen, siehe z. B. [1], kann die Kanalkapazität C' bei Funksystemen mit MIMO-Architektur zu

$$C' / \text{bit/s/Hz} = \max_{P_s = \text{const.}} \left(\text{ld} \left(\det \left(I_{N_r} + H \cdot R_{ss} \cdot H^{*T} \cdot R_N^{-1} \right) \right) \right) \quad (2.2)$$

↓
Determinante

berechnet werden, wobei I_{N_r} die Einheitsmatrix der Dimension $(N_r \times N_r)$, H die Kanalmatrix nach (1.1), R_{ss} die Kovarianzmatrix des Sendesignalvektors s und R_N die Kovarianzmatrix des Rauschens n sind. Bei additivem unkorrelierten Rauschen mit der Varianz σ_n^2 , d.h. $R_N = \sigma_n^2 \cdot I_{N_r}$ und unter der Annahme, dass die gesamte Sendeleistung P_s gleichmäßig auf alle N_t -Sendeantennen aufgeteilt wird (was insbesondere ohne Kenntnis der Kanaleigenschaften im Sender sinnvoll ist), vereinfacht sich (2.2) zu

$$C' / \text{bit/s/Hz} = \text{ld} \left(\det \left(I_{N_r} + \frac{P_s}{\sigma_n^2 N_t} H \cdot H^{*T} \right) \right) \quad (2.3)$$

Welche Charakteristika muss der Funkkanal und damit die Kanalmatrix H aufweisen, damit die Kanalkapazität C' möglichst groß ist? Um diese Frage beantworten zu können, wird zunächst eine Singulärwertzerlegung (SVD) der Kanalmatrix H nach

$$H = U \cdot \Sigma \cdot V^{*T} \quad (2.4)$$

vorgenommen, wobei U und V unitäre Matrizen und Σ eine Diagonalmatrix mit den Singulärwerten $\lambda_i, i=1 \dots r = \text{rank}(H)$, der Kanalmatrix H auf der Hauptdiagonalen sind. Durch Einsetzen von (2.4) in (2.3) ergibt sich die zu (2.3) äquivalente Berechnungsformel für die Kanalkapazität C' zu

$$C' = \sum_{i=1}^r \text{ld} \left(1 + \frac{P_s}{\sigma_n^2 \cdot N_t} \lambda_i^2 \right) \quad (2.5)$$

Durch die Singulärwertzerlegung wird das stark verkoppelte MIMO-Systemmodell nach Abb. 2.4-1 in ein systemtheoretisch äquivalentes System mit r entkoppelten Funkübertragungsstrecken laut Abb. 2.4-2 überführt.

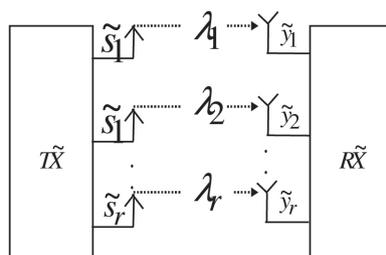


Abb. 2.4-2: Systemtheoretisches Ersatzmodell mit entkoppelten Übertragungsstrecken

Die Gesamtkanalkapazität eines MIMO-Systems ist somit gleich der Summe der Kanalkapazitäten der r entkoppelten Funkübertragungsstrecken in Abb. 2.4-2. Die Gesamtkapazität eines MIMO-Systems ist also dann groß, wenn einerseits der Rang r und andererseits die Singulärwerte λ_i bzw. die Eigenwerte λ_i^2 der Kanalmatrix H groß sind.

Zunächst wird der Fall betrachtet, dass zwischen Sender und Empfänger Mehrwegeausbreitung ohne Sichtverbindung herrscht – in diesem Fall sind die Beträge $|h_{ij}|$ der komplexen Kanalübertragungsfaktoren h_{ij} in der Kanalmatrix H Rayleigh-verteilt. Unter dieser Rayleigh-Fading-Annahme zeigt Abb. 2.4-3 die normierte ergodische Kanalkapazität C' , aufgetragen über dem empfangenseitigen $\text{SNR} = P_s / \sigma_n^2$ für Konfigurationen mit unterschiedlicher Antennenanzahl im Sender (N_t) und Empfänger (N_r). Der Abstand d zwischen den Antennen wird als ausreichend groß angenommen, d. h. $d > \lambda$, sodass das Rayleigh-Fading an den einzelnen Empfangsantennen als unkorreliert angenommen werden kann.

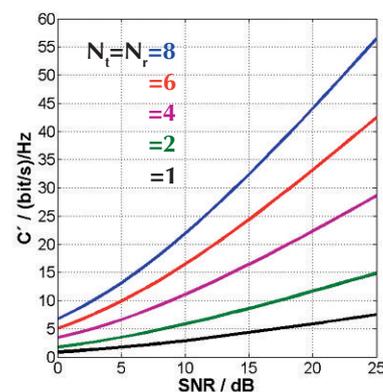


Abb. 2.4-3: Normierte ergodische Kanalkapazität C' in Abhängigkeit vom empfangenseitigen SNR für unterschiedliche MIMO – Antennenkonfigurationen in Sender und Empfänger

Man erkennt, dass – wie erwartet – die Kanalkapazität und damit die theoretisch erreichbare Datenrate bei vorgegebener Bandbreite mit zunehmendem SNR ansteigt. Die in Abb. 2.4-3 dargestellten Ergebnisse verdeutlichen aber auch, dass mit zunehmender Antennenanzahl im Sender und Empfänger die Kanalkapazität deutlich erhöht werden kann. Beispielsweise wird in einem konventionellen SISO-System ($N_t=N_r=1$) bei einem SNR=20 dB eine normierte Kanalkapazität von ca. 6 (bit/s)/Hz erreicht. In einem MIMO-System mit $N_t=N_r=4$ dagegen kann diese Kanalkapazität bereits bei einem SNR von ca. 4 dB erreicht werden, d. h. z. B. bei konstanter Rauschleistung mit einer um ca. 16 dB (ca. Faktor 40) geringeren Sendeleistung. Bei einem SNR von 20 dB kann im betrachteten MIMO-System ($N_t=N_r=4$) die normierte Kanalkapazität und damit die theoretisch erreichbare Datenrate bei konstanter Bandbreite um nahezu Faktor 4 auf ca. 23 (bit/s)/Hz erhöht werden.

Wird die Gesamtzahl ($N_t + N_r$) der Antennen im Sender und Empfänger eines MIMO-Systems konstant gehalten, so zeigt Abb. 2.4-4 a), dass bei gleichmäßiger Aufteilung der Antennen auf Sender (N_t) und Empfänger (N_r) die beste Kanalkapazität erreicht wird. Weiterhin wird bei Betrachtung der Ergebnisse in Abb. 2.4-4 a) deutlich, dass bei einer ungleichen Aufteilung der Antennenzahl auf Sender und Empfänger eine größere Antennenzahl N_t im Empfänger immer zu besseren Ergebnissen führt als umgekehrt, was durch den zusätzlichen Diversitätsgewinn im Empfänger erklärt werden kann. In Ergänzung zu Abb. 2.4-4 a) zeigt Abb. 2.4-4 b) die Verläufe der Wahrscheinlichkeits-Verteilungsfunktion $\text{cdf}(C')$ bei einem SNR von 20 dB. Man erkennt wiederum, dass die bei Rayleigh-Fading auftretenden normierten Kanalkapazitätswerte bei $N_t=N_r$ am höchsten sind, aber auch stärker streuen. Dies bedeutet, dass mit einer ungleichmäßigen Aufteilung der Antennen auf Sender und Empfänger zwar im Mittel eine geringere Kanalkapazität erreicht wird, dass aber aufgrund der geringeren Streuung der Werte insgesamt eine stabilere Verbindungsqualität bei Rayleigh-Fading zu erwarten ist.

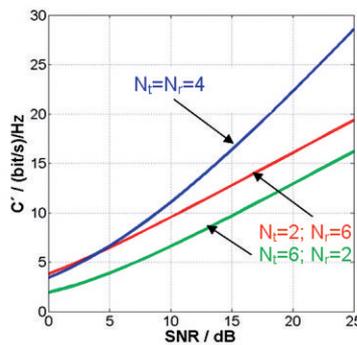


Abb. 2.4-4 a): nominierte ergodische Kanalkapazität als Funktion des SNR für $N_t+N_r=8=const.$

Wie bereits oben erwähnt, ist nach (2.5) die Kanalkapazität in einem MIMO-System tendenziell groß, wenn der Rang r der Kanalmatrix H groß ist. Der Rang r einer Matrix ist mathematisch gleich der Anzahl der unabhängigen Zeilen- bzw. Spaltenvektoren der Matrix. Daraus folgt, dass die Kanalkapazität in einem MIMO-System tendenziell immer dann groß ist, wenn die Übertragungseigenschaften zwischen einer Sendeantenne und den Empfangsantennen bzw. umgekehrt möglichst unkorreliert sind. Dies ist insbesondere bei ausgeprägter Mehrwegeausbreitung ohne Sichtverbindung (Rayleigh-Fading) zwischen Sender und Empfänger der Fall. Bei der Betrachtung von MIMO-Systemen tritt somit hinsichtlich des Effekts der Mehrwegeausbreitung ein Paradigmenwechsel auf: Während in konventionellen SISO-Systemen die Mehrwegeausbreitung ohne Sichtverbindung stets als unvorteilhaft betrachtet wurde, ist dies in MIMO-Systemen zum Erreichen einer hohen Kanalkapazität geradezu erforderlich. Um diese interessante Feststellung durch quantitative Analyseergebnisse zu belegen, wird nachfolgend der Fall betrachtet, dass zwischen Sender und Empfänger weiterhin Mehrwegeausbreitung besteht, jedoch zusätzlich nun auch Sichtverbindung (line-of-sight, LOS). Aufgrund der Sichtverbindung sind die Übertragungsverhältnisse zwischen z. B. einer Sendeantenne und den Empfangsantennen stark korreliert, und damit ist die Kanalmatrix H schlecht konditioniert. Bei Mehrwegeausbreitung und Sichtverbindung sind die Beträge $|\underline{h}_{ij}|$

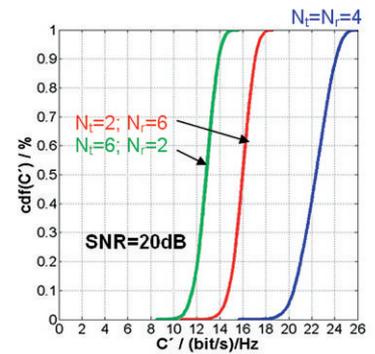


Abb. 2.4-4 b): Wahrscheinlichkeitsverteilung $\text{cdf}(C')$ bei SNR=20 dB für $N_t+N_r=8=const.$

der komplexen Kanalübertragungsfaktoren \underline{h}_{ij} in der Kanalmatrix H Rice-verteilt. Der sogenannte Rice-Faktor k_{eff} ist dabei definiert als das Verhältnis der Empfangsleistung, die im Mittel über den direkten LOS-Pfad empfangen wird, zur Empfangsleistung, die im Mittel über die Mehrwegepfade am Empfänger ankommt – d. h., je größer der Rice-Faktor k_{eff} ist, desto ausgeprägter ist der direkte LOS-Pfad. In Abb. 2.4-5 ist nun die mittlere ergodische Kanalkapazität eines MIMO-Systems mit $N_t=N_r=4$ Antennen bei einem angenehmen SNR von 20 dB über dem Rice-Faktor k_{eff} aufgetragen. Man erkennt, dass bei $k_{\text{eff}}=0$, d. h. keine Sichtverbindung und damit Rayleigh-Fading, die Kanalkapazität am größten ist und mit zunehmendem dominanten LOS-Pfad die Kanalkapazität deutlich absinkt.

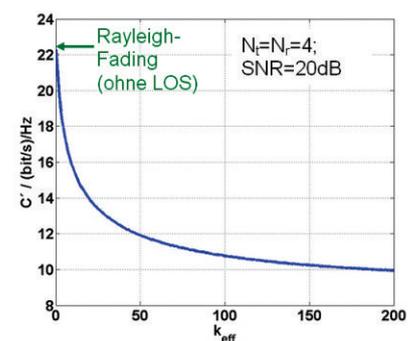


Abb. 2.4-5: Mittlere ergodische Kanalkapazität in Abhängigkeit vom Rice-Faktor k_{eff} (Annahme: MIMO-System mit $N_t=N_r=4$ Antennen; SNR=20 dB)

Den bisher diskutierten Analysen lag die Annahme zugrunde, dass im Sender keinerlei Informationen über die Kanaleigenschaften in Form der Koeffizienten h_{ij} der Kanalmatrix H vorliegen – unter dieser Annahme ist es optimal, die insgesamt zur Verfügung stehende Sendeleistung P_s gleichmäßig auf alle N_t -Sendeantennen zu verteilen. Sind die durch entsprechende Kanalschätzung im Empfänger gewonnenen Kanalkoeffizienten h_{ij} über einen Rückkanal im Sender bekannt, so kann die Verteilung der Sendeleistung P_s auf die einzelnen Sendantennen optimiert werden: Sendantennen, zwischen denen aktuell gute Verbindungseigenschaften zu den Empfangsantennen bestehen, werden mit höherer Sendeleistung betrieben, während Sendantennen, zwischen denen aktuell schlechte Verbindungseigenschaften zu den Empfangsantennen bestehen, mit geringerer Sendeleistung betrieben oder gar temporär ganz abgeschaltet werden.

Die Optimierung der Sendeleistungsanteile, die den verschiedenen Sendantennen bei bekannter Kanalinformation im Sender zugewiesen werden müssen, um eine möglichst hohe Kanalkapazität des MIMO-Systems zu erreichen, ist mathematisch betrachtet eine Extremwertaufgabe mit Nebenbedingung. Die Extremwertaufgabe besteht in der Maximierung der Kanalkapazität durch Optimierung der Sendeleistungsanteile an den verschiedenen Sendantennen (Diagonalelemente der Matrix R_{ss} in Gl. (2.2)); die Nebenbedingung besteht in der Forderung nach konstanter Gesamt-sendeleistung. Dieses Optimierungsproblem ist mathematisch durch den Lagrange-Ansatz lösbar und führt letztendlich zum sogenannten Waterpouring-Algorithmus, siehe [2].

Abb. 2.4-6 zeigt die normierte ergodische Kanalkapazität eines MIMO-Systems mit $N_t=N_r=4$ -Antennen, aufgetragen über dem mittleren empfängerseitigen SNR, zum einen ohne Kanalinformation im Sender (d.h. gleichmäßiger Sendeleistungsverteilung) und zum anderen mit Kanalinformation im Sender (d.h. die optimierte Sendeleistungsverteilung nach dem Waterpouring-Algorithmus) im Fall von Rayleigh-Fading. Man erkennt, dass durch Nutzen der Kanalinformation im Sender bei geringen SNR-Werten ein Gewinn von $\Delta\text{SNR}=1\text{dB}$

erreicht werden kann, der allerdings mit zunehmendem SNR abnimmt. Dieser gemessen am Aufwand zur Bereitstellung der Kanalinformationen im Sender relativ geringe Gewinn ist dadurch begründet, dass bei Rayleigh-Fading (ohne LOS-Pfad) die mittlere Übertragungsqualität zwischen den einzelnen Antennen nahezu gleich ist.

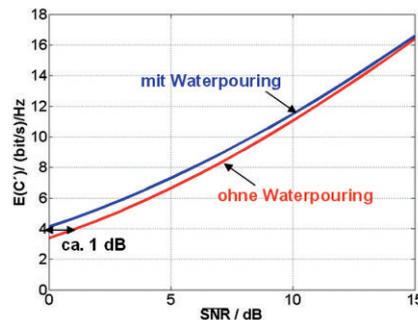


Abb. 2.4-6: Normierte ergodische Kanalkapazität eines MIMO-Systems mit $N_t=N_r=4$ -Antennen, abhängig vom mittleren SNR bei Rayleigh-Fading mit und ohne Kenntnis der Kanalübertragungsfaktoren im Sender

Die im Rahmen dieses Projekts gewonnenen Erkenntnisse zeigen das enorme Potenzial von Funkssystemen mit MIMO-Mehrantennensystemen im Hinblick auf z. B. mögliche Datenraten im Vergleich zu konventionellen SISO-Systemen. Im weiteren Verlauf dieses Projekts werden verschiedene sende- und empfängerseitige Algorithmen analysiert, mit denen das theoretisch erreichbare Potenzial aufgezeigt durch die Kanalkapazität, in praktischen Systemen tatsächlich auch näherungsweise und mit vertretbarem Aufwand genutzt werden kann. Erste Anwendungen der MIMO-Technologie finden sich z. B. bereits im zukünftigen WLAN-Standard IEEE 802.11n, der eine maximale Bruttodatenrate von 248 MBit/s ermöglicht. Bereits heute ist aber auch absehbar, dass die MIMO-Technologie aufgrund ihres enormen Potenzials in nahezu allen zukünftigen Funktechnologien, bei denen hohe Datenraten angestrebt werden, zum Einsatz kommt.

Der Autor dankt allen Studierenden, die im Rahmen von Studien- und Projektarbeiten zum Gelingen dieses Projekts beigetragen haben. Um die Forschungsergebnisse im Bereich der MIMO-Technologie 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

- [1] Bengt Holter: On the capacity of the MIMO channel -A Tutorial Introduction. Proc. of IEEE Norwegian Symposium on Signal Processing, pp.167-172, Trondheim, Norway, Oct.18-20, 2001
- [2] Paulraj, A. et al.: Introduction of Space-Time Wireless Communications. Cambridge University Press, S. 68, 2003

Eine gaschromatografische Kopplung mit einem UV- und einem massenselektiven Detektor

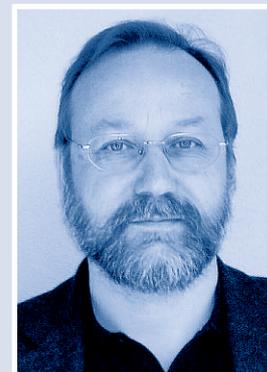
Prof. Dr. rer. nat. Bernd Spangenberg

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

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 1998: stellvertretender Leiter IAF. Lehrgebiete: Analytik, Umweltanalytik, Abfall- und Recyclingtechnik
Mitglied des Instituts für Angewandte Forschung (IAF) der Hochschule Offenburg

Forschungsgebiete: Chemometrie, Trenntechniken, Dünnschichtchromatographie



3.1 Eine gaschromatografische Kopplung mit einem UV- und einem massenselektiven Detektor

Prof. Dr. rer. nat. Bernd Spangenberg
Regina Brämer
Hans Simon Eckart*
Karl-Friedrich Klein*

Hochschule Offenburg, Badstraße 24,
77652 Offenburg

* Fachhochschule Gießen-Friedberg,
Wilhelm-Leuschner-Straße 13,
61169 Friedberg

Einleitung

Michail Tswett erfand 1903 die Chromatografie als Technik zur Abtrennung von Einzelsubstanzen aus einem Gemisch. Er packte dazu ein fein verteiltes Pulver als stationäre Phase in eine Glassäule und gab oben zu dem Pulver das Substanzgemisch auf. Dann ließ er ein Lösungsmittel durch die Säule fließen. Die verschiedenen Substanzen des Gemischs lösten sich unterschiedlich gut in dieser Flüssigkeit und wurden so unterschiedlich schnell durch die Säule transportiert. Auf diese Weise konnte Tswett Gemische aus mittelpolaren Substanzen auftrennen.

In den 40er-Jahren des letzten Jahrhunderts ersetzte man die Flüssigkeit durch einen Gasstrom und konnte so auch leicht flüchtige Substanzen und Gase trennen. Diese Methode ist heute unter dem Begriff Gaschromatographie (GC) bekannt. Im Jahr 1957 stellte M. J.

E. Golay die erste Kapillarsäule vor, die die Gaschromatografie revolutionierte. In der Kapillar-GC wird ein Gasstrom durch offene Kapillaren mit Innendurchmessern zwischen 0,2 mm und 0,7 mm geleitet. Die offenen Kapillaren sind an ihrer Innenwand mit einer viskosen Flüssigkeit überzogen, die als stationäre Phase fungiert. Es werden meistens Polysiloxane, aber auch aromatische Polyether oder Carbowachse in einer Dicke von etwa 0.1 mm verwendet. Die aufgegebene Probe verteilt sich zwischen der Gasphase und der Oberfläche dieses viskosen Flüssigkeitsfilms. Unterschiedliche Substanzen zeigen unterschiedliche Verteilungen zwischen Gasphase und Flüssigkeitsfilm. Sie verbringen damit unterschiedliche Zeiten in der Gasphase. Da die Gasphase gegenüber dem viskosen Flüssigkeitsfilm bewegt wird, wandern Substanzen mit einer erhöhten Aufenthaltszeit in der Gasphase schneller durch die Kapillarsäule, als es Substanzen mit kleineren Aufenthaltszeiten tun. Neben der enormen Trennfähigkeit von mehr als 100 Substanzen in einer einzigen Trennung ist es insbesondere die Verfügbarkeit vieler verschiedener Detektoren, die entscheidend zum Siegeszug der Kapillar-GC beigetragen haben.

Detektoren in der Kapillar-Gaschromatografie

In der Pionierzeit der GC-Entwicklung wurde der Wärmeleitfähigkeitsdetektor (WLD) als erstes Detektionssystem benutzt. Mit dem Flammenionisationsdetektor (FID), eine Art Leitfähigkeitsdetek-

tion in der Wasserstoffflamme, können kohlenstoffreiche Verbindungen sehr empfindlich detektiert werden. Der FID ist heute der Standarddetektor für einfache GC-Geräte. Der Elektroneneinfangdetektor (ECD) kann sehr empfindlich chlorierte, bromierte und nitrierte Verbindungen nachweisen und findet eine breite Anwendung in der Umweltanalytik zur Detektion z. B. von Chlorpestiziden. Der thermoionische PND-Detektor misst selektiv nur die Elemente Phosphor (P) und Stickstoff (N) und wird für Spezialanalysen eingesetzt. Heute wird in immer stärkerem Umfang der massenselektive Detektor (MS-Detektor) zur Analyse benutzt. Die UV-Detektion, die bei flüssigchromatografischen Trennsystemen wie z. B. der HPLC (High Performance Liquid Chromatography) oder der HPTLC (High Performance Thin Layer Chromatography) dominiert, spielt in der Gaschromatographie erstaunlicherweise keine Rolle.

GC-Detektoren können in zwei unterschiedliche Gruppen unterteilt werden. Substanzzerstörende Detektoren liefern ein massenabhängiges Signal, während nicht destruktive Detektoren ein konzentrationsabhängiges Signal liefern. Dabei sind die nicht destruktiven Detektortypen wie ECD oder WLD zahlenmäßig eindeutig in der Minderheit gegenüber destruktiv arbeitenden Systemen wie MS, FID, PND, PID (Photoionisationsdetektor) oder FPD (Flammenemissionsdetektor). Die Kombination eines nicht zerstörenden Detektors, in Reihe mit einem destruktiven Detektor geschaltet, hat

sich in der GC bis heute nicht durchsetzen können. Der WLD ist für moderne Kapillarsäulen viel zu unempfindlich, und der Einsatz eines ECDs macht nur bei Spezialanalysen im Umweltbereich Sinn. Die an sich sinnvolle Kombination eines IR-Detektors mit einem MS-Detektor scheiterte kommerziell an der Unempfindlichkeit der IR-Detektion.

Hier wird erstmals die Kombination eines UV-Detektors mit einem MS-Detektor vorgestellt. Diese Kombination aus einem nicht destruktiven und einem destruktiven Detektor ist unserer Meinung nach für die Kapillar-GC äußerst sinnvoll und wird den Anwendungsbereich der Gaschromatographie entscheidend erweitern.

Technische Daten der GC-MS-UV-Apparatur

Der schematische Aufbau der Apparatur ist in Abb. 3.1-1 zu sehen. Als gaschromatografisches Trennsystem wurde ein HP5890 Serie II, ausgerüstet mit dem massenselektiven Detektor HP 5971A, benutzt. Das verwendete UV-Gerät wurde gefertigt aus einer Hamamatsu 1024 Pixel Diodenzeile S-3904, einem holographischen Gitter mit einer Auflösung entsprechend 1200 Linien/mm, einem faseroptischen Querschnittswandler und einer 16-bit-TSpec4-Elektronik (Fa. J&M, Aalen).

Als Trennsäule wurde eine Quarzglas-Kapillarsäule (MN FS-SE-54-DF-0.10 der Fa. Macherey-Nagel, Düren) mit der Länge 25 m und des Innendurchmessers 0,32 mm verwendet. Als Trägergas wurde Helium benutzt. Es wurde 1 µl eines Substanzgemischs bei einem Splitverhältnis von 1:28 injiziert. Das Splitverhältnis beschreibt, welcher Anteil des Aufgabevolumens tatsächlich auf die Säule gelangt.

Die Ofentemperatur des Gaschromatografen wurde zur Trennung für 4 Minuten auf 40 °C gehalten, mit 50 °C pro Minute auf 200 °C erhöht und dann für 2 Minuten auf diesem Temperaturniveau gehalten. Die Temperatur der UV-Detektorzelle betrug 180 °C, damit dort keine Substanzen auskondensieren. Alle 0,9 Sekunden wurde ein UV-Spektrum im Bereich von 173,1 nm bis 293,4 nm aufgenommen. In den ersten drei Minuten nach der Injektion wurde mit dem MS-Detektor nicht gemessen, weil das

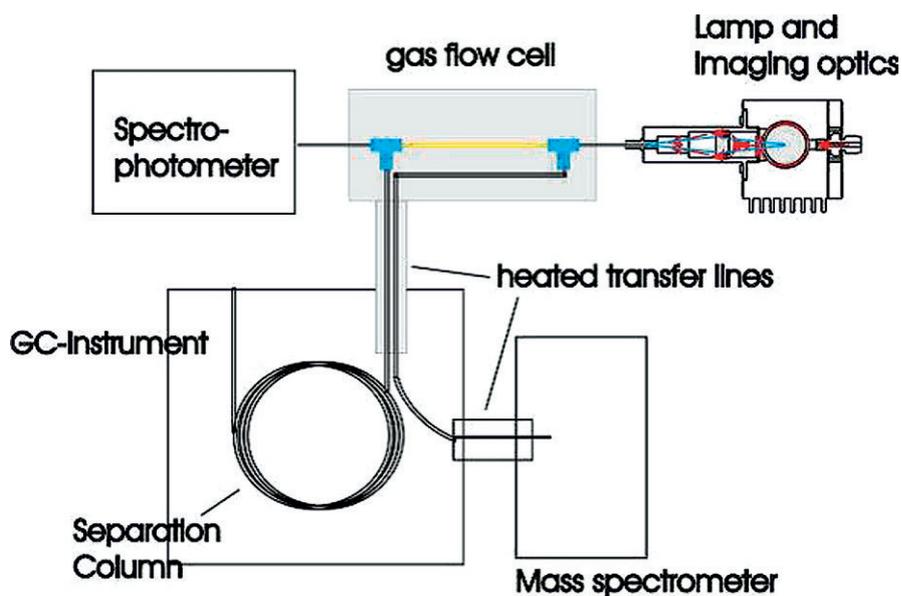


Abb. 3.1-1 Schematischer Aufbau der Kombination eines Gaschromatographen mit einem UV- und einem Massenspektrometer

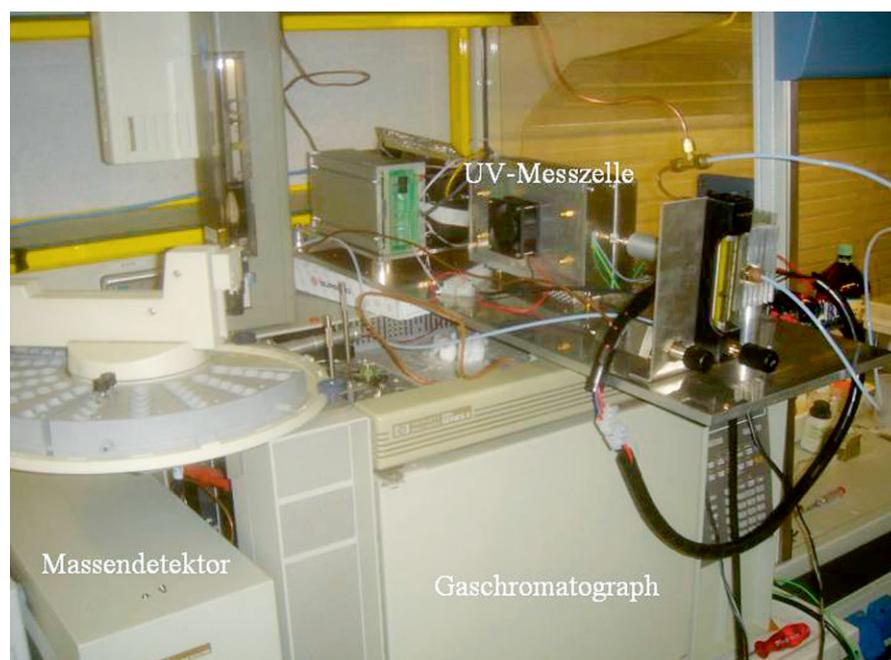


Abb. 3.1-2 Gesamtmessapparatur

Lösungsmittel, in dem das Substanzgemisch gelöst ist, den Detektor beschädigen könnte.

Ergebnisse

Mit dem in Abb. 3.1-2 gezeigten Aufbau wurden im Labor für Umweltanalytik der Hochschule Offenburg erste Mes-

sungen durchgeführt. Es wurde ein Testgemisch in die Säule injiziert, das folgende Verbindungen (in CS₂ gelöst) enthielt: Ethylbenzol (1 mg/mL), Brombenzol (0,9 mg/mL), cis- und trans-De-kalin (je 0,5 mg/mL), Butyrophenon (0,98 mg/mL) und Diphenylsulfoxyd (0,9 mg/mL).

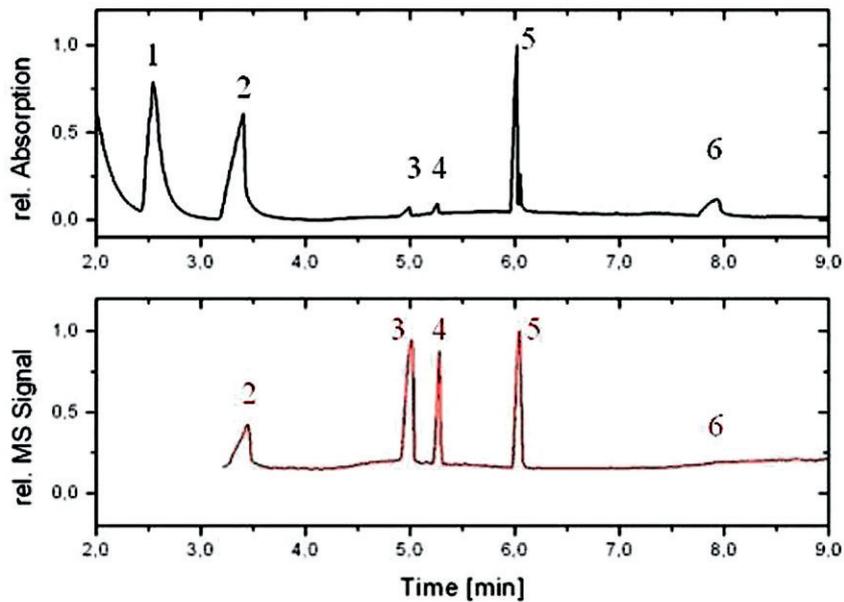


Abb. 3.1-3 Chromatogramm des Testgemischs, aufgenommen oben mit dem UV-Detektor und unten mit dem Massendetektor. Es sind im UV-Detektor oben, von links nach rechts, die Signale der Substanzen Ethylbenzol (1), Brombenzol (2), cis- und trans-Decalin (3+4), Buthyrophenon (5) und Diphenylsulfoxid (6) zu erkennen

In Abb. 3.1-3 ist ein kombiniertes UV-MS-Gaschromatogramm zu sehen. Es stellt grafisch die Ergebnisse der ersten GC-Trennung mit einer kombinierten Messung aus Massen- und UV-Detektion dar.

Der UV-Detektor zeigt – aufgenommen im Spektralbereich 174 bis 178 – die Signale der Substanzen Ethylbenzol, Brombenzol, cis- und trans-Decalin, Buthyrophenon und Diphenylsulfoxid. Der Massendetektor erkennt die Substanzen Brombenzol, cis- und trans-Decalin so-

wie Buthyrophenon. Während der MS-Detektor die beiden Signale des cis- und trans-Decalins mit größerem Response als der UV-Detektor misst, geht das Massensignal von Diphenylsulfoxid im Rauschen unter.

Bemerkenswert ist jedoch, dass sowohl der Massen- als auch der UV-Detektor im selben Messbereich empfindlich sind. Die Signalbreiten des Massenchromatogramms, ohne UV-Detektor aufgenommen, sind nur unerheblich schmaler. Beide Befunde zeigen, wie sinnvoll die hier vorgestellte Detektorkombination ist.

Referenzen

- [1] H. S. Eckhardt, H. Dominick, K. T. V. Grattan, K. Graubner, K.-F. Klein, B. Spangenberg, and T. Sun: "Fiber-optic detection device for GC-UV", Proc. SPIE Vol. 6433, (2007)
- [2] B. Spangenberg, R. E. Kaiser, "The water content of stationary phases", J. Planar Chromatogr. **20** (2007), 307 – 308
- [3] M. Bleichert, H. S. Eckardt, K.-F. Klein, B. Spangenberg, Vortrag: "A Simple and reliable method to quantify glucosamine in various nutritional supplements". 7th Balaton Symposium, 5–7. August in Siófok, Ungarn



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

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.

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



Vielseitige KRONEN-Maschinen für grenzenlose Verarbeitungsmöglichkeiten:

Weltweit in der Nahrungsmittelindustrie, Gastronomie und GV im Einsatz!

KRONEN®
Nahrungsmitteltechnik

KRONEN GmbH
Römerstraße 2a
D-77694 Kehl am Rhein
Tel. 07854 9646-0
Fax 07854 9646-50
www.kronen.eu
info@kronen-gmbh.de

Waschen, trocknen, schälen, schneiden oder verpacken - immer auf dem neuesten Stand der Technik! KRONEN entwickelt und produziert Einzelmaschinen, Sondermaschinen und komplette Verarbeitungslinien für die Verarbeitung von Nahrungsmitteln.

Appetitlich frisches Obst, knackiges Gemüse oder zarten Salat maschinell aber schonend wie von Hand verarbeiten oder präsentieren - mit modernen Maschinen von KRONEN.

schneiden | waschen | trocknen | schälen | teilen | mischen | verpacken



Numerical Simulation of the Secondary Flow due to the Coaxial Rotation of two Spheres

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: 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

3.2 Numerical Simulation of the Secondary Flow due to the Coaxial Rotation of two Spheres

*Prof. Dr.-Ing. habil. Karl Bühler
Johannes Louw B. Eng.*

*Prof. Dr. rer. nat. Josef Rosenberger
dedicated to his 80th birthday*

Abstract

The structure of the secondary meridional separation bubble generated by two coaxially rotating spheres in viscous fluid flow is considered.

The study was motivated by the analytical and experimental investigations of Davis, Bühler and Weidman (2003) described in [1].

A special situation with two spheres on a vertical axes is considered. The flow pattern development around the two rotating spheres is simulated using COMSOL Multiphysics. The flow structure depends on the geometry and the Reynolds number. The influence of the finite box geometry, the rotation axes, the diameter and the distance of the spheres are studied in detail.

At finite Reynolds numbers the flow exhibits the qualitative features of the low Reynolds number predictions for the rotationally symmetric separation bubble that encloses two toroidal vortices symmetrically disposed above and below the mid-plane of sphere separation.

The numerical solutions also confirm the experimental results at higher Reynolds numbers.

For low Reynolds numbers the simulation confirms the analytical results [1] based on an infinite fluid domain, concerning the separation recirculation flow near the axes between the two spheres.

Keywords: Rotating spheres, interaction, separation angle, recirculation zone.

1. Introduction

Flow generation by rotating bodies is of interest both in nature and technology. Many investigations concern the fluid flow induced by a single rotating sphere. An extensive review of laboratory experiments on the flow induced by uniformly rotating spheres over a wide range of Reynolds number from creeping flow to fully developed turbulent boundary layer flow has been compiled by Sawatzki [2].

The low Reynolds number flow induced by two identical spheres of radius a rotating at angular velocity Ω about a common axes, distance h apart, in an infinite fluid domain was studied by Arunachalam and Majhi [3]. Their study gave rise to the analytical and experimental investigation of Davis, Bühler and Weidman [1]. The experimental results for a finite Reynolds number range in a finite domain and the analytical results for the low Reynolds number case gave rise to this numerical study using COMSOL MULTIPHYSICS [4].

2. Problem description

A principal sketch of the geometrical situation is given in Figure 3.2-1 with the symbols employed to define the geometry of the tank and characteristic features of the circulation bubble. Two spheres

of diameter $d = 2 \cdot a$ are fixed on the hollow steel shaft of diameter d_s aligned with the central axes of the outer cylinder. The two spheres are symmetrically positioned with separation distance h about the middle plane.

The goal of the numerical simulations is to observe the structure of separated flows induced by the rotating spheres in the meridional plane. Characteristic features of the separation bubbles observed in the finite container are then compared with experimental results. The two features readily observed are the separation bubble diameter d_b and the angles Θ_1 and Θ_2 of flow separation from the upper and lower spheres as defined in Figure 3.2-1. Consistent with earlier in-

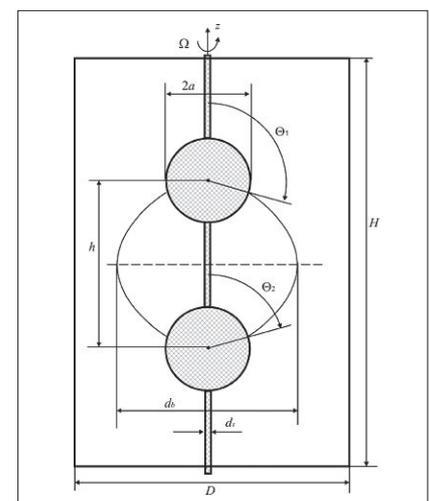


Fig. 3.2-1: Principal geometry of the coaxial rotating spheres centered in the outer cylindrical box and nomenclature of geometry and flow field characteristics

vestigations we use $e = d_s/2a$ for the dimensionless horizontal extend of the recirculation bubble and $c = h/a$ as the dimensionless sphere separation distance, noting that the spheres touch when $c = 2$. The Reynolds number is defined with radius a of the sphere as characteristic length parameter as follows $Re = \Omega \cdot a^2/\nu$.

The geometry was given by the values $d = 50$ mm, $d_s = 12$ mm, $D = 190$ mm and $H = 260$ mm.

A large outer container is investigated to compare the results with predictions from the asymptotic theory in an unbounded domain [1]. In this case we use a large container with the geometry given by the large values $d = 50$ mm, $D = 1000$ mm and $H = 660$ mm while the shaft diameter was set to zero $d_s = 0$.

3. Numerical Method

The numerical simulations are restricted to rotationally symmetric flows in cylindrical coordinates. The time-dependent Navier-Stokes equations for incompressible fluids with constant viscosity are used to obtain an initial value. This solution is then used to parametrically compute the flow for increasing Reynolds number Re .

The velocity components of the solution are used to calculate the stream function [5] analogous to the method described by Zimmerman [6]. Hence the flow field can be viewed by lines of constant stream function in the meridional plane. The advantage of this visualization method is that we get closed streamlines with $\Psi = \text{const}$.

To determine the exact location of the separation point on the spheres, the expression for the stress tensor is evaluated. The flow separates from the sphere when the tangential stress changes sign.

4. Numerical Simulation Results

The flow structure in the meridional plane around the rotating spheres and surrounded by the cylindrical outer boundary is shown in Figure 3.2-2 for fixed sphere distance $c = 3$ and increasing Reynolds number. The special streamline $\Psi = 0$ characterizes the boundary of the recirculation zone and the symmetry plane between the two spheres. The outer flow rotates counter

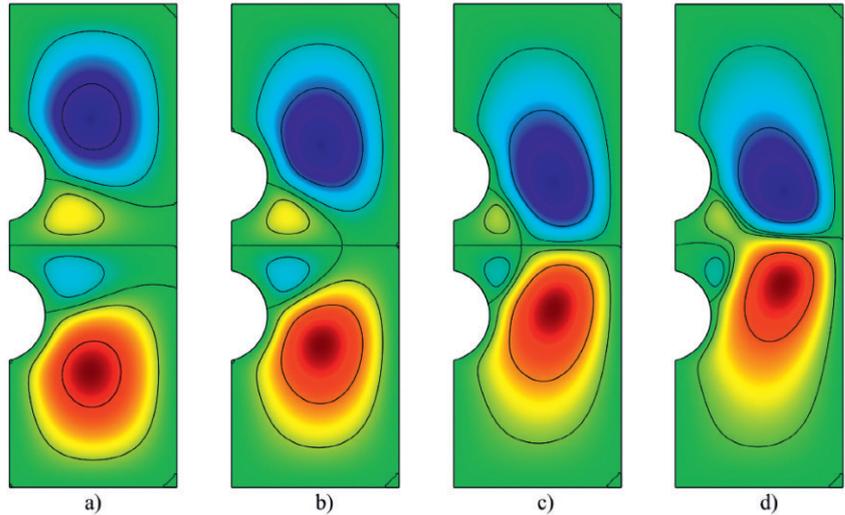


Fig. 3.2-2: Flow structure in the r,z -plane at sphere distance $c = 3$ for increasing Reynolds number Re with a) $Re = 6.25$, b) $Re = 27.6$, c) $Re = 54.7$ and d) $Re = 93.8$ with $f = d/D = 0.263$ and $i = d/H = 0.192$

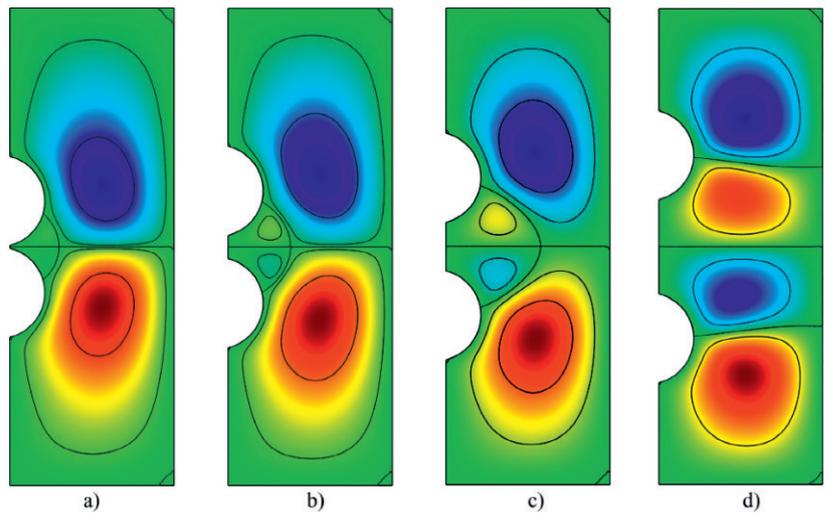


Fig. 3.2-3: Flow structure in the r,z -plane at a Reynolds number $Re = 31.25$ for different sphere distances c with a) $c = 2$, b) $c = 2.45$, c) $c = 3$ and d) $c = 4$ with $f = d/D = 0.263$ and $i = d/H = 0.192$

clockwise in the upper part and clockwise in the lower part. The horizontal extension of the recirculation area shrinks with increasing Reynolds number. In connection with this fact the separation angles decrease.

The increasing Reynolds number leads to a stronger secondary flow, so that the center of the circulation moves towards the centerplane between the two spheres. The case d) with Reynolds number $Re=93.8$ shows the asymmetry of the flow structure with respect to the horizontal centerplane between the two spheres.

The influence of the sphere distance c on the flow in the meridional plane is shown in Figure 3.2-3. The Reynolds number $Re = 31.25$ is constant while the sphere distance c increases from left to right. It can be seen that the horizontal extension e increases with the distance of the spheres. In the case $c = 4$ the recirculation zone touches the outer cylinder. The flow in the r,z -plane is directed counter-clockwise in the blue region and clockwise in the yellow region.

The variation of the separation angle Θ_2 with the Reynolds number is shown in Figure 3.2-4 for different sphere distances c as parameter. The separation angle decreases with increasing Reynolds number. For $c = 2$ the spheres touches each other at the centerline while for $c = 1.5$ the two spheres intersect.

For low sphere distances c the separation angle increases again at higher Reynolds numbers. This fact is strongly influenced by the outer cylindrical boundary and the top and bottom plate. The simulations are restricted to rotationally symmetric flows, which are dominant in the Reynolds number range up to $Re = 100$.

The horizontal extension of the recirculation zone is shown in Figure 3.2-5 as function on the Reynolds number. The sphere distance is the parameter and with increasing c the horizontal extension e increases. For $e = 3.8$ the bubble touches the outer cylindrical boundary. This is true for the sphere distance $c = 3$ for Reynolds numbers smaller than 20.

For the case $c = 4$ with a large distance of the spheres the recirculating bubble touches the outer cylinder over the whole Reynolds number range considered up to $Re = 100$.

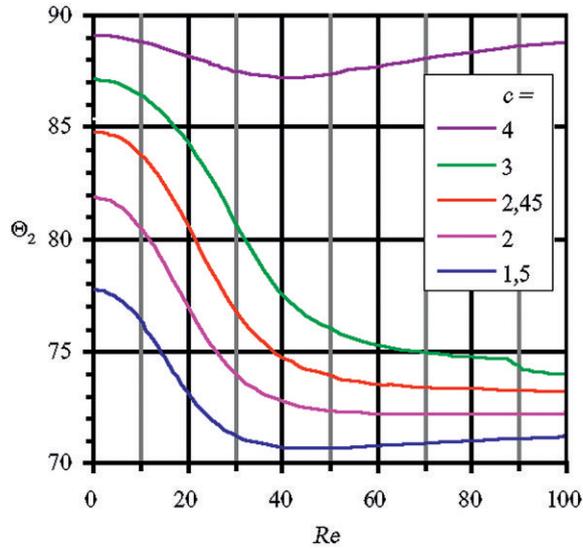


Fig. 3.2-4: Separation angle Θ_2 for different sphere distances c as function of the Reynolds number Re with $f = d/D = 0.263$ and $i = d/H = 0.192$

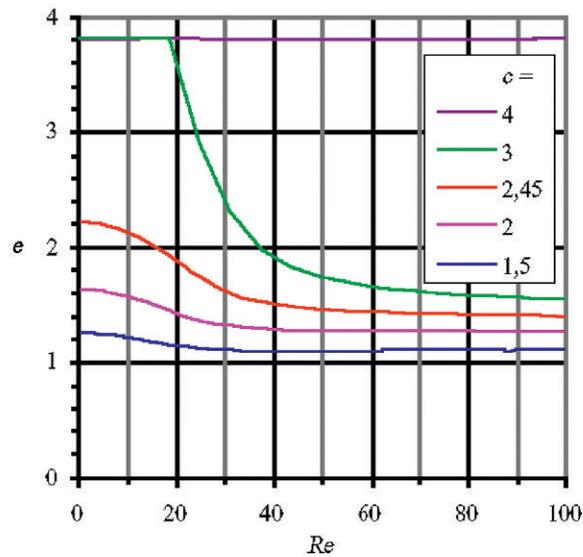


Fig. 3.2-5: Horizontal extension e of the recirculation zone for different sphere distances c as a function of the Reynolds number Re with $f = d/D = 0.263$ and $i = d/H = 0.192$

5. Comparison of numerical Solutions with Experiments

Experimental results are described in detail in the investigation of Davis, Bühler, Weidman (2003) in [1].

The visualized flow pattern is shown in Figure 3.2-6 on the left for the Reynolds number $Re = 27.6$ and sphere distance $c = 3$.

The recirculation zone embedded in the outer recirculation flow is clearly visible. Neutrally buoyant dye was injected through the hollow rotating shaft and is emitted through tiny holes in the middle between the spheres.

The separation angle is clearly visible below the equator on the upper sphere and above the equator on the lower sphere. The outer flow is directed from the top downwards to the pole and then along the sphere surface to the separation line. The flow field is then separated between the inner recirculation zone and the outer secondary flow.

The stagnation point in the centerplane between the spheres is clearly observed in the meridional plane. The meridional flow is superimposed by the circumferential velocity, so that the absolute flow is spiralling about the vertical axes.

The numerical simulation result is shown in Figure 3.2-6 on the right. The visualization shows plots of the stream function. The special lines with $\Psi = 0$ shows the boundary of the recirculation zone and the symmetry plane.

The blue colour identifies counter-clockwise rotation and the yellow colour identifies clockwise rotation of the secondary flow in the meridional plane.

The stagnation point on the symmetry plane marks the largest horizontal extension of the recirculation zone. The intensity of the outer recirculating flow is much more intensive compared with the intensity of the recirculation flow inside the bubble.

The recirculation zone is clearly visualized by the ink technique. The simulated boundary of the recirculation zone is plotted in the experimental observed flow structure. Three different Reynolds numbers are addressed in Figure 3.2-7.

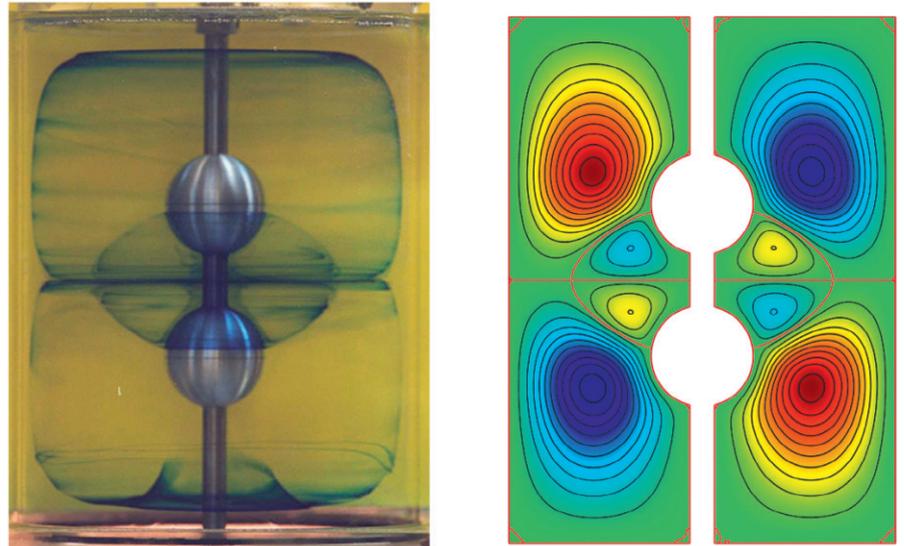


Fig. 3.2-6: Visualized flow structure on the left and numerical simulation on the right with the lines of constant stream function in the r,z -plane. The Reynolds number is $Re = 27.6$ and the sphere distance $c = 3$. The outer cylindrical geometry is given with $f = d/D = 0.263$ and $i = d/H = 0.192$

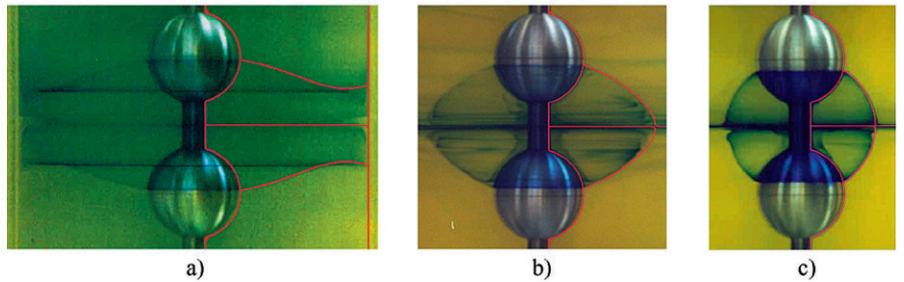


Fig. 3.2-7: Verification of agreement between numerical solutions and experimental results for $c = 3$ with $f = d/D = 0.263$ and $i = d/H = 0.192$ at different Reynolds number: a) $Re = 9.5$, b) $Re = 27.6$ and c) $Re = 54.7$

The sphere distance is given with $c=3$. In the left picture a) of Figure 3.2-7 the recirculation zone touches the outer cylinder. The red line marks the numerically observed boundaries for the recirculation area above and below the midplane between the spheres. With increasing Reynolds number the intensity of the outer secondary flow becomes larger and a stagnation point is formed in the centerplane.

Picture b) in Figure 3.2-7 shows, that the predictions by the numerical simulation agree with the experimental observations. Increasing the Reynolds number further, the horizontal extension of the recirculation zone shrinks as can be seen in picture c) of Figure 3.2-7. The numerically observed boundaries of the

recirculation zone displays the experimental results.

The quantitative comparison between numerical simulation results and experimental observations are given in Figure 3.2-8 for the separation angle Θ_2 as function of the Reynolds number.

The separation angle Θ_2 decreases with increasing Reynolds number and stabilises around $\Theta_2=75^\circ$ for Reynolds numbers $Re>60$. With respect to the experimental accuracy there is a good agreement between the numerical results and the experiments.

The geometry of the recirculation zone given by the horizontal extension e is plot-

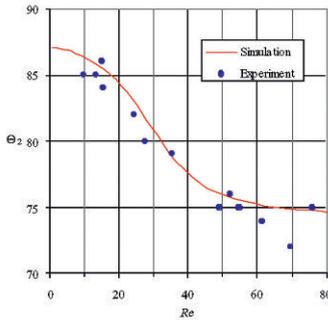


Fig. 3.2-8: Separation angle Θ_2 for different sphere distances c as function of the Reynolds number Re with $f = d/D = 0.263$ and $i = d/H = 0.192$

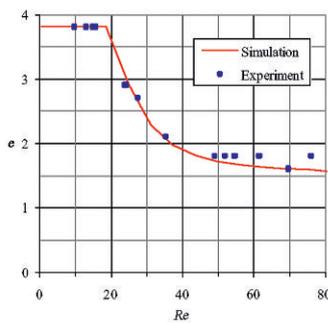


Fig. 3.2-9: Comparison between the results of the experiment and simulation for the horizontal extension e of the recirculation zone

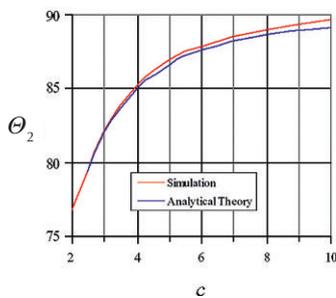


Fig. 3.2-10: Separation angle Θ_2 as a function of the sphere distance c for the geometry $f = d/D = 0.05$ and $i = d/H = 0.0758$

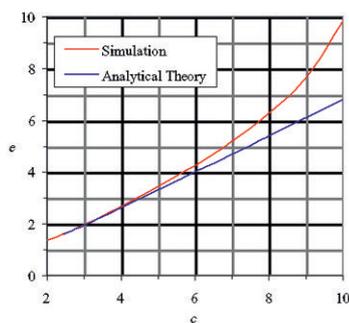


Fig. 3.2-11: Horizontal extension e as a function of the sphere distance c for the geometry $f = d/D = 0.05$ and $i = d/H = 0.0758$

ted over the Reynolds number in Figure 3.2-9. There is a good agreement between numerical results and experimental observations. The horizontal extension tends to a lower limit around $e=1.5$ at the Reynolds number $Re=80$. The maximum extension is given with $e=3.8$ by the outer cylinder geometry. The Figure 3.2-9 shows, that the recirculation zone touches the outer cylinder for Reynolds numbers $Re < 20$.

6. Numerical Simulations and analytical Theory for $Re \rightarrow 0$

To proof the analytical results for an infinite domain by numerical simulations we investigated a large container with the dimensions of diameter $D=1000$ mm and height $H=660$ mm. The diameter d_s of the shaft were set to zero.

The comparison of the analytical solution with the numerical result in Figure 3.2-10 shows that the influence of the outer boundary decreases with decreasing sphere distance c . In the case of small c the numerical solution and the analytical observed expression agree. In the case of $c=2.5$ the agreement between numerical simulation and analytical theory is fulfilled. The slightly higher separation angles for $c > 3$ are influenced by the outer boundary.

The results for the horizontal extension are given in Figure 3.2-11. For the sphere distance $c=2.5$ there is a full agreement between the analytical theory and the numerical simulations. The horizontal extension e of the recirculation zone increases with the sphere distance c . The influence of the outer boundary increases with increasing sphere distance c .

7. Conclusions

The numerical simulations represent the flow field induced by two rotating spheres in a cylindrical box. The physical phenomena like recirculation zone are well predicted for different sphere distances and a Reynolds number range up to $Re=150$. The analytical solution is confirmed with a large outer cylindrical box.

This includes the separation angle on the spheres and the diameter of the recirculation zone between the two spheres. Further, it is found that the finite geometry of the cylindrical box strongly influences the results. This explains the differences between low Reynolds number theory and finite Reynolds number experiments.

With these numerical results we are able to calculate the influence of the flow pattern on the transport properties of the flow like torque and power for the simulated flow regime.

Further investigations could address the transition to non-rotationally symmetric flows and into the time-dependent regime at high Reynolds numbers.

8. References

- [1] Davis A.M.J., Bühler K., Weidman P.D.: On the secondary flow due to the coaxial rotation of two spheres: Low Reynolds number theory and finite Reynolds number experiment. Q.Jl. Mech. Appl. Math. 56, (4), 547–569 (2003)
- [2] Sawatzki O.: Das Stromfeld um eine rotierende Kugel, Acta Mech. 9 159–214 (1970)
- [3] Arunachalam P.V., Majhi S.N., Secondary flow due to slow rotation of two spheres, Q.Jl. Mech. Appl. Math. 40, 48 (1987)
- [4] COMSOL MULTIPHYSICS rel. 3.3 (2007)
- [5] Bird R.B., Stuart W.E., Lightfoot E.N., Transport Phenomena 2nd ed New York: Wiley 2002
- [6] Zimmerman W.: High definition streamline plots with the stream function. (<http://www.comsol.com/support/knowledgebase/129.php>)

9. Appendix

Table 1: Dimensional Parameters

a	Radius of the sphere
d	Diameter of the sphere
d_s	Diameter of the shaft
d_b	Diameter of the bubble
D	Diameter of outer cylinder
r	Coordinate in radial direction
z	Coordinate in vertical direction
h	Distance between the spheres
H	Height of the outer cylinder
Θ_1	Separation angle on upper sphere
Θ_2	Separation angle on lower sphere
Ω	Angular velocity of the spheres
Ψ	Stream function
ν	Kinematic viscosity

Table 2: Non-dimensional Parameters

$e = d_s/(2 \cdot a)$	Bubble diameter
$c = h/a$	Sphere distance
$f = d/D$	Radial cylinder geometry
$i = d/H$	Axial cylinder geometry
$Re = \Omega \cdot a^2/\nu$	Reynolds number

This paper was presented at the European COMSOL Conference 2007 Grenoble, France



Mit dieser Technik spült die Welt!

Geschirr- und Gläserspülautomaten · Topf-
und Universalwaschautomaten · Salat- und
Gemüsewaschautomaten · Vollautomati-
sche Spülanlagen · Förderanlagen · Speise-
reste-Anlagen · Reinigungs- und Desinfektions-
automaten für Krankenhäuser und Heime



MEIKO Maschinenbau GmbH & Co. KG · Englerstraße 3
77652 Offenburg · Tel.: 0781/203-0 · Fax: 0781/203-1179
www.meiko.de · e-mail: info@meiko.de

WIR ÖFFNEN MÄRKTE!

Der Kresse & Discher Medienverlag ist spezialisiert
auf Corporate Publishing und produziert cross-
mediale Kunden- und Mitarbeiter-
medien für namhafte Unterneh-
men. Im Südwesten zählen wir
zu den führenden Unterneh-
men dieser Branche.



kresse & discher
MEDIENVERLAG

CORPORATE PUBLISHING
FÜR DEN MITTELSTAND

In der Spöck 2 · 77656 Offenburg · Fon 0781/9550-0
Fax 0781/9550-50 · www.kd-medienverlag.de

SOLARTHERMIE2000plus – Solare Großanlagen in der Betreuung der Hochschule Offenburg

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: Professur an der Hochschule Offenburg, Studiengang
Versorgungstechnik (Gebäudeautomation)
Seit 2000: Mitglied des Instituts für Angewandte Forschung (IAF)
der Hochschule Offenburg

Forschungsgebiete: Solarthermische Großanlagen, Photovoltaische
Inselversorgung, Energiemanagement in Gebäuden



3.3 SOLARTHERMIE2000plus – Solare Großanlagen in der Betreuung der Hochschule Offenburg am Beispiel des Nahwärmenetzes Holzgerlingen und der Solar-unterstützten Klimatisierung der Festo AG & Co. KG in Esslingen

Prof. Elmar Bollin
Dipl.-Ing. (FH) Klaus Huber
Dipl.-Ing. (FH) Daniel Jödicke

Forschungsgruppe „Nachhaltige
Energietechnik“
der Hochschule Offenburg

Abstract

At the moment, the Solarthermie2000 plus-Group monitors nine large-scale solar thermal systems. Six solar-plants are only for potable hot water heating in MACROBUTTON HtmlResAnchor dwelling MACROBUTTON HtmlResAnchor houses, hospitals and one for an indoor swimming pool. Additionally, one district heating network and two plants for solar cooling are monitored. The CO₂-neutral district heating network in Holzgerlingen has been activated in the end of 2005. The solar assisted cooling of the Technology-Center of the Festo AG & Co. KG in Esslingen has been activated in November 2007. The focus of this article is on the concept of integration of the solar plant in the heating and cooling of the building and on the measurement system.

1. Einleitung

Von der Projektgruppe SOLARTHERMIE 2000plus werden aktuell neun Solar-großanlagen betreut. Hiervon sind sechs Anlagen zur reinen Warmwassererzeugung in Wohngebäuden, Krankenhäusern und eines Hallenbads konzipiert. Außerdem werden ein Solar-unterstütztes Nahwärmenetz und zwei Anlagen zur solaren Klimatisierung betreut. Die CO₂-neutrale Nahwärmeversorgung Holzgerlingen wurde bereits Ende 2005 in Betrieb genommen.

Die Solar-unterstützte Klimatisierung des Technologiecenters der Festo AG & Co. KG in Esslingen wurde im November 2007 in Betrieb genommen. Hier wird auf die Konzeption der Solaranlage und deren Einbindung in die Heiz- und Kühlanlage des Gebäudes und des Mess-Systems eingegangen.

2. Solar-unterstützte Nahwärmeversorgung Holzgerlingen

Anlagendaten

Das Kollektorfeld mit 249 m² Flachkollektoren, einer Neigung von 30° und einer Abweichung von der Südausrichtung um 8° nach Westen ist auf einem Kindergarten in ca. 50 m Entfernung von der Heizzentrale installiert. Dort sind neben dem Pelletskessel und dem Wärmetauscher auch die 3 Pufferspeicher mit je 5 m³ Volumen untergebracht.

Auf Grundlage des Solarertrags von 99.200 kWh/a aus einer Simulation des gesamten Nahwärmenetzes und den geplanten Projektkosten von ca. 153.000,- € wurde ein Nutzwärme-kostenpreis von 0,14 €/kWh errechnet. Auf Abb. 3.3-1 ist das Kinderhaus mit Kollektorfeld zu sehen. Abb. 3.3-1 zeigt das aktuelle Funktionsschema des Solar-systems. Auf die Anlagenkonfiguration wurde bereits ausführlich unter [1] eingegangen.



Abb. 3.3-1: Ansicht des Kollektorfelds auf dem Kinderhaus

Mess-System

Mit dem Mess-System sollen alle Energieströme innerhalb der Solaranlage und Energieströme über die Systemgrenzen hinweg erfasst werden können. Insbesondere die Wärme, die vom Kollektorfeld am Wärmetauscher an den Speicherladekreis übertragen wird, wird auf beiden Seiten des Wärmeübertragers erfasst, um die Übertragungsverluste berechnen zu können. Außerdem wird die Wärme, die von der Nachheizung erzeugt wird, sowie die Wärme, die ins Nahwärmenetz gespeist wird, gemessen.

Darüber hinaus wird die solare Einstrahlung auf das Kollektorfeld horizontal und in Kollektorebene und der Stromverbrauch der Pumpen HP1 bis 3, des Umschaltventils HV1 und des Solarreglers registriert. Neben den Energieströmen und den Temperaturen und Volumenströmen an den Wärmemengenmess-Stellen werden verschiedene andere Temperaturen im System sowie die Statussignale des Ventils und der Pumpen registriert. Durch dieses aufwendige Mess-System wird eine umfassende Beurteilung des Anlagenbetriebs ermöglicht. Neben der Analyse auf Optimierungspotenzial sollen auch Störfallanalysen und die Ermittlung von Anlagenkenndaten wie Solarertrag, Nutzungsgrad, Deckungsanteil und solare Nutzwärmekosten ermöglicht werden. Abb. 3.3-2 zeigt eine Übersicht der erfassten Messgrößen.

Erste Ergebnisse

Der Ertrag einer thermischen Solaranlage ist entscheidend abhängig vom Wärmeverbrauch. Da bis Ende 2007 nicht alle Gebäude angeschlossen bzw. bezogen waren, können die Messwerte bis dahin nicht für die Bestimmung der Anlagenkennwerte herangezogen werden. Anfang 2007 kam es noch zu mehreren Störfällen, sodass es zum Solaranlagenstillstand kam.

Entsprechend konnte das erste Messjahr erst zum 01.03.07 gestartet werden. In Tabelle 1 finden Sie Messergebnisse für den Zeitraum vom 01.03.07 bis 06.11.07 und eine Prognose für das gesamte aktuelle Messjahr bis 29.02.08. Zum Vergleich wurden die Ergebnisse der Simulation des Planers eingefügt.

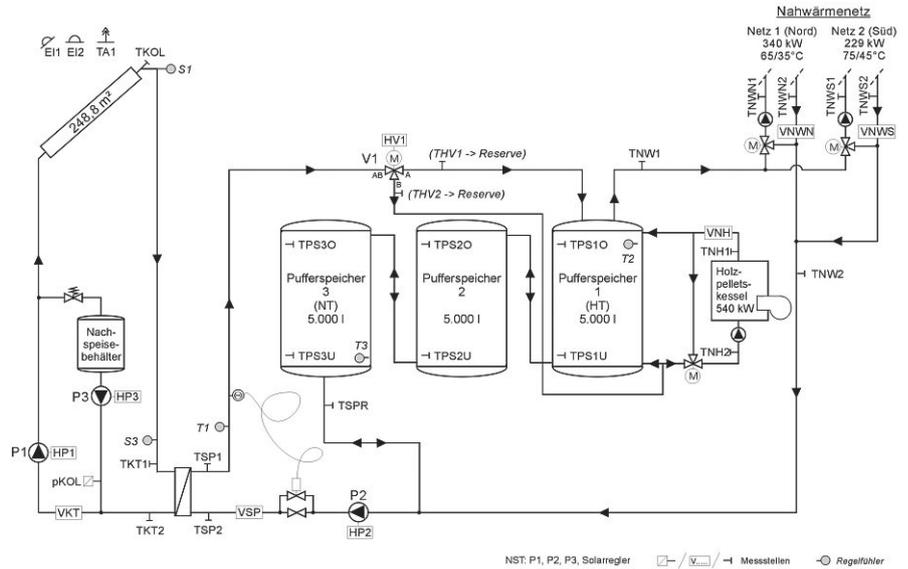


Abb. 3.3-2: Schema der Solar-unterstützten Nahwärmeversorgung Holzgerlingen mit Mess- und Regelfühlern

Von den 292.466 kWh solarer Strahlung, die von der Sonne auf das Kollektorfeld abgegeben wurden, konnten 76.665 kWh bzw. 20,1 % vom Solarsystem in nutzbare Wärme umgewandelt werden. Bis Ende des Messjahres werden voraussichtlich aus 340.000 kWh, 85.000 kWh bzw. 24 % als Wärme genutzt. Von der Heizzentrale wurden bisher 408.523 kWh an Wärme an das Nahwärmenetz abgegeben. Hiervon wurden 76.665 kWh von der Solaranlage erzeugt, was einem Deckungsanteil von 20,1 % ent-

spricht. Der prognostizierte solare Jahresertrag wird bis Ende Februar bei ca. 80.000 kWh liegen und bei einer angenommenen Wärmeabgabe von 650.000 kWh/a einem Deckungsanteil von ca. 13 % entsprechen. Der vorhergesagte Ertrag aus der Simulation von 99.200 kWh/a wird damit sehr wahrscheinlich nicht erreicht.

Ursache hierfür ist ein geringerer Wärmeverbrauch als die 852.100 kWh/a der Simulation.

Bezeichnung	Werte bisherige Messphase 01.03.07 – 06.11.07	Prognose 01.03.07 – 29.02.07	Simulation
Gesamtstrahlung auf Kollektorfeld	292.466 kWh	340.000 kWh/a	274.300 kWh/a
Energie von Kollektorfeld an Pufferspeicher	76.665 kWh	85.000 kWh/a	99.200 kWh/a
Gesamtwärme Heizzentrale an Nahwärmenetz	408.523 kWh	650.000 kWh/a	852.100 kWh/a
Solarer Deckungsanteil	20,1 %	13 %	11,6 %
Solarsystem-nutzungsgrad	26,2 %	24 %	36,2
Elektrische Energie Solarsystem	689 kWh	820 kWh/a	
Arbeitszahl des Solarsystems	111	96	

Tabelle 1: Bisherige Messergebnisse und Prognosen für die aktuelle Messphase im Vergleich zu den Ergebnissen der Simulation

Außerdem vermindern die teilweise im Vergleich zur Simulation hohen Rücklauftemperaturen von 50 °C bis 65 °C den Ertrag. Für die Simulation wurden Rücklauftemperaturen von 35 °C bzw. 45 °C angenommen. Der solare Deckungsanteil fällt aufgrund des Minderverbrauchs etwas höher aus, wobei der Systemnutzungsgrad aus demselben Grund wesentlich schlechter als simuliert liegt. Abb. 3.3-3 bis 3.3-5 zeigen Carpet-Plots der solaren Strahlungsleistung, die vom Solarsystem erzeugte Wärmeleistung (PSP) und die Gesamtleistung, die ins Nahwärmenetz (PNW) während des bisherigen Messzeitraums abgegeben wurde. In den Carpet-Plots wird die Zeitachse auf die X- und Y-Achse aufgeteilt, wobei auf der X-Achse die Messtage nebeneinandergereiht werden und auf der Y-Achse die Tageszeit dargestellt wird. Dadurch werden gleiche Tageszeiten nebeneinander abgebildet und Veränderungen im Tageslauf werden leicht erkennbar. Die Messwertgröße ist farblich skaliert.

3. Solar-unterstützte Klimatisierung der Festo AG & Co. KG in Esslingen

3.1 Systemkonfiguration und Anlagendaten

Mit drei Kältemaschinen vom Typ MYCOM ADR-100 mit je 353 kW Nennleistung betreibt die Firma Festo AG & Co. KG in Esslingen die momentan größte Adsorptionskälteanlage der Welt. Mit der erzeugten Kälte werden 26.760 m² Bürofläche sowie drei Atrien mit 2.790 m² Fläche versorgt.

Die Adsorptionskältemaschinen wurden bisher mit Abwärme von Kompressoren und Wärme aus Gas-/Öl-Kesseln betrieben. Als dritte Wärmequelle wurde nun eine Solaranlage mit 1218 m² Vakuumröhrenkollektoren hinzugefügt. Hierdurch soll der Einsatz von Gas deutlich reduziert werden. Die Vakuumröhrenkollektoren sind auf einem Scheddach installiert. Sie weichen in ihrer Ausrichtung um 17° nach Westen von der Südrichtung ab und sind um 30° zur Horizontalen geneigt.

Eine Besonderheit stellt bei dieser Anlage das Aqua-System dar, bei dem im Kollektorkreis kein Frostschutzmittel zugesetzt wird. Vorteile des „Nur-Wasser-Prinzips“ sind, dass kein Wärmetauscher benötigt wird. Durch eine Frostschutz-

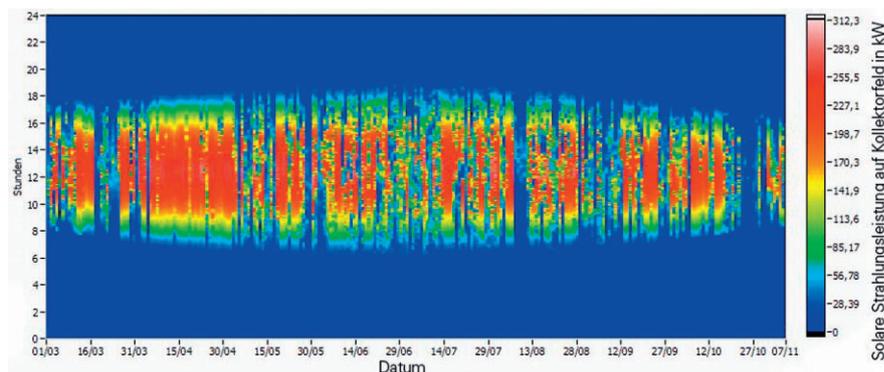


Abb. 3.3-3: Solare Strahlungsleistung vom 01.03.2007 bis 06.11.2007

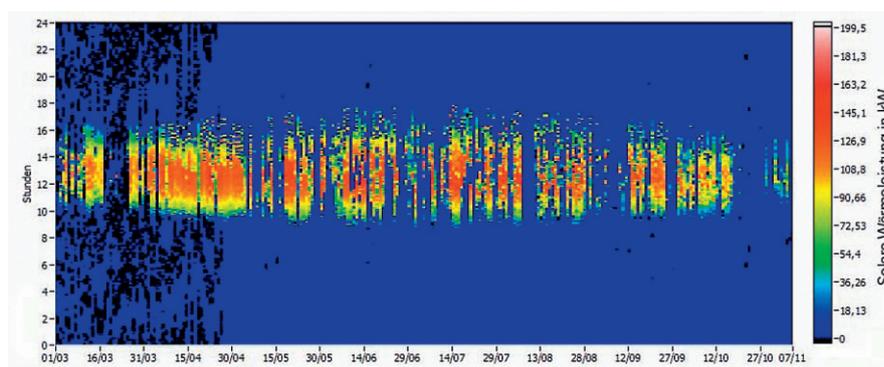


Abb. 3.3-4: Vom Solarsystem erzeugte Wärmeleistung vom 01.03.2007 bis 06.11.2007

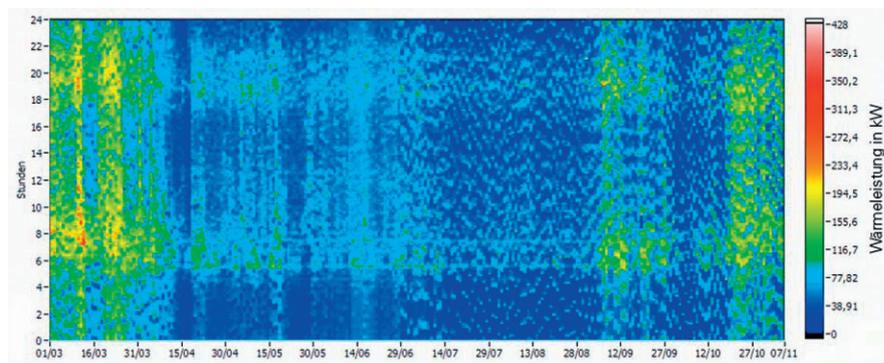


Abb. 3.3-5: Vom Heizsystem ins Nahwärmenetz abgegebene Wärmeleistung vom 01.03.2007 bis 06.11.2007

schaltung wird verhindert, dass das Wasser im Kollektor im Winter einfriert. Hierbei wird bei Unterschreiten einer festgelegten Temperatur warmes Wasser in die Kollektoren gepumpt. Die Wärme wird vom Kollektorkreis an das Heizungssystem übergeben. Ein Vorteil ist die höhere Wärmekapazität im Vergleich zu Wasser/Glykol-Gemischen. Glykol neigt außerdem bei hohen Temperaturen, wie sie in Vakuumröhrenkollektoren auftreten können, zu zersetzen.

Dadurch kann es zum Verstopfen der relativ feinen Flüssigkeitskanäle in den Vakuumröhren kommen. Durch Befüllen mit Wasser werden diese Probleme vermieden.

Das Wasser wird im Kollektorkreis durch die eingestrahlte Sonnenenergie erwärmt und mit der Umwälzpumpe (P1) zu den beiden Solar-Pufferspeichern (je 7000 Liter Inhalt) gefördert. Die im Verhältnis zur Kollektorfläche kleinen Pufferspeichern genügend Wärme, um einen Arbeitszyklus einer Adsorptionskältemaschine abdecken zu können.



Abb. 3.3-6: Blick auf die Verrohrung im Kollektorfeld

Im Winter, wenn keine Kühlung der Gebäude notwendig ist, wird die solare Wärme auf Niedertemperaturniveau in einem zurzeit im Bau befindlichen Gebäude über eine Betonkernaktivierung für die Gebäudeheizung genutzt. In der letzten Ausgabe des IAF-Forschungsberichts [2] wurde die Anlage bereits ausführlich beschrieben. Auf Abb. 3.3-6 ist die Verrohrung zwischen den einzelnen Teilfeldern des Kollektorfeldes zu sehen.

3.2 Mess-System

Für die Auslegung des Mess-Systems in Esslingen gelten die gleichen Zielsetzungen wie in Holzgerlingen. Hier wurden neben den oben genannten Mess-Stellen im Solarsystem auch Mess-Stellen an den Adsorptionskältemaschinen platziert. Dadurch ist es möglich, neben den Wärmemengen, die Vor- und Rücklauftemperaturen, die Volumenströme der drei Kreisläufe (Heizung, Rückkühlung, Kaltwasser) jeder Kältemaschine und den Stromverbrauch zu erfassen.

Das Mess-System lässt somit eine Beurteilung des Gesamtsystems zu, sodass nicht nur innerhalb der Solaranlage Optimierungspotenziale erkannt werden können, sondern auch eine Feinabstimmung zwischen Adsorptionskältemaschinen und Solaranlage möglich ist. Abb. 3.3-7 zeigt das Anlagenschema mit Mess- und Regelfühlern. Insgesamt wurden 82 Mess-Sensoren im Rahmen des wissenschaftlichen Monitorings zusätzlich installiert.

Literatur:

- [1] E. Bollin, S. Himmelsbach, K. Huber, „Solarthermie2000plus CO2-neutrale Nahwärmeversorgung mit Solaranlage im Baugebiet Hülben in Holzgerlingen“, Beiträge aus Forschung und Technik, IAF-Bericht, 2007
- [2] E. Bollin, K. Huber, „Solarthermie 2000plus Solare Klimatisierung von Bürogebäuden“, Beiträge aus Forschung und Technik, IAF-Bericht, 2007

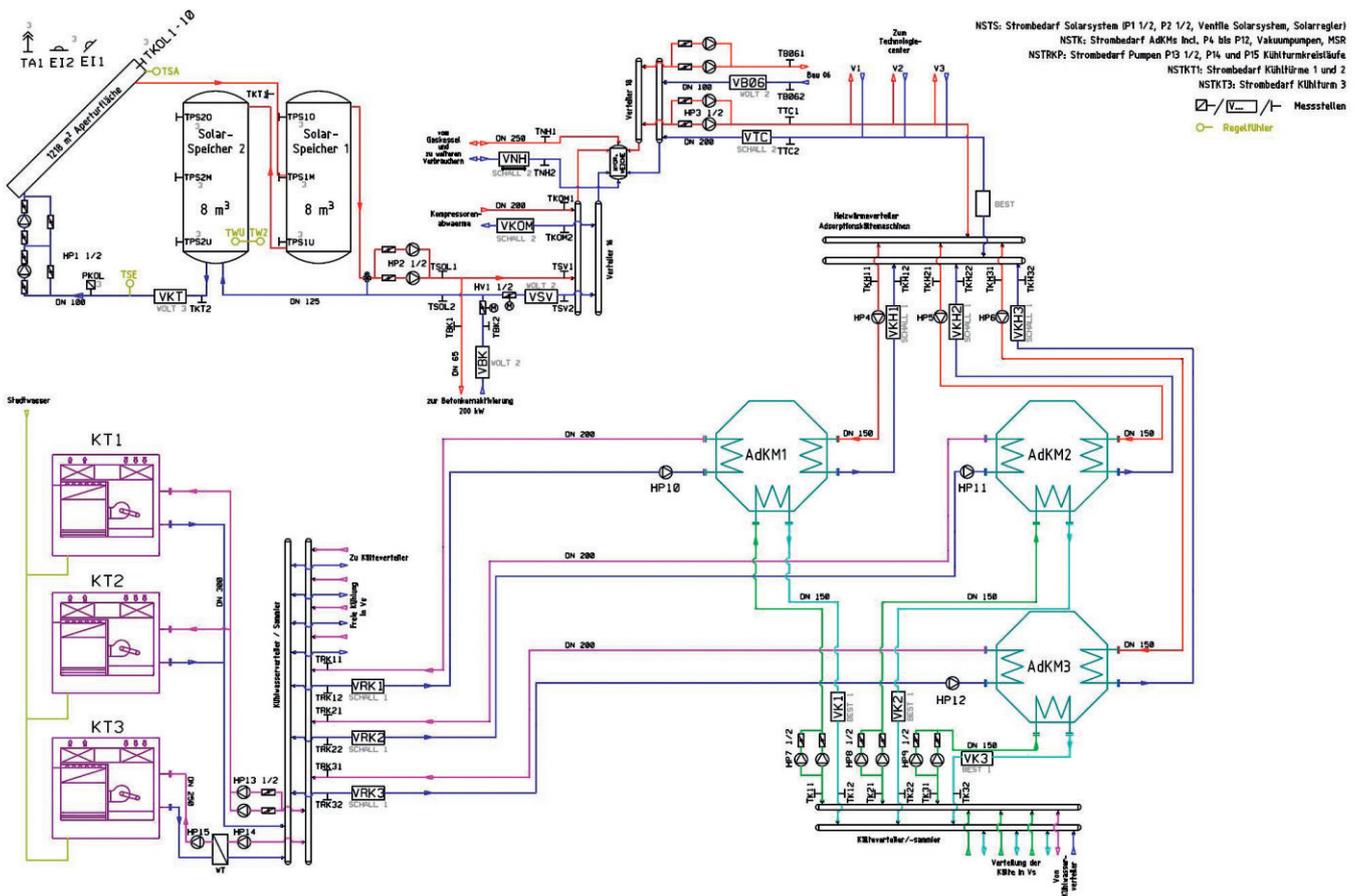


Abb. 3.3-7: Schema der solaren Klimatisierung der Festo AG & Co. KG in Esslingen mit Mess- und Regelfühlern

3.4 Indikation für die Umsetzung nachhaltiger Energietechniken in Siedlungsstrukturen

Prof. Elmar Bollin
Dipl.-Ing. Thomas Feldmann
Dipl.-Ing. (FH) Jesus da Costa
Fernandes M.Sc.

Forschungsgruppe „Nachhaltige Energietechnik“ der Hochschule Offenburg

Der Begriff „Nachhaltigkeit“ wurde in verschiedenen wissenschaftlichen Arbeiten hinreichend erläutert. Eine kontinuierliche Dokumentation der Arbeiten zur nachhaltigen Entwicklung durch die United Nation Commission on Sustainable Development (UNCSD oder CSD) findet sich auf den Internetseiten der Vereinten Nationen.
(<http://www.un.org/esa/sustdev/csd/>)

Mehrere Kommissionen auf internationaler, nationaler und regionaler Ebene beschäftigen sich kontinuierlich mit einer einheitlichen Definition des Begriffs, der sich über die folgenden vier Regeln für eine menschenfreundliche Zukunft ausdrücken lässt:

Substitutionsregel

Erschöpfliche Ressourcen durch unerschöpfliche ersetzen. Die der Natur unbekanntes Schad- und Reststoffe durch bekannte ersetzen.

Abbauregel

Nur die Menge und Qualität an regenerativen Ressourcen abbauen, die wieder nachwächst.

Assimilationsregel

Nur die Menge und Qualität an Schad- und Reststoffen an Umweltmedien abgeben, die auch von den Ökosystemen assimiliert werden kann.

Erhaltungsregel

Schönheit der Natur und Vielfalt der Arten gesunderhalten.

Bedauerlicherweise lässt der Begriff „Nachhaltigkeit“ mit seinen jeweiligen Übersetzungen in die verschiedenen Sprachen so große individuelle Interpretationsspielräume, die nicht zuletzt zu einer sehr kontroversen Auseinandersetzung zur Definition von messbaren Parametern für die Dokumentation einer nachhaltigen Entwicklung führen.

Beschränkt man sich auf den Bereich einer nachhaltigen Energieversorgung, werden als nachhaltige Energietechniken (NET) diejenigen Energietechniken und energietechnischen Verfahren verstanden, die als geeignete Lösungen für die positive Beeinflussung energietechnischer Problemfelder in Frage kommen und somit energie-, umwelt- und kommunalpolitisch gefördert werden sollten. Die jeweiligen Ansätze zeichnen sich durch folgende Eigenschaften aus:

- Konsequente und transparente Ressourcenplanung – bedarfsorientierte Gestaltung der Energiebereitstellung, d. h., die Gestaltung der Nachfrage (Energieeinsparung) beeinflusst die Energiegewinnung und Bereitstellung.
- Produktions- und bereitstellungsseitige Energieeffizienzsteigerung durch Einführung besserer Verfahren der Brennstoffausnutzung sowie Reduzierung von Übertragungs-, Transport- und Verteilverlusten.
- Endverbraucherseitige Energieeffizienzsteigerung durch Maßnahmen der Energieplanung und Modernisierung wie die Verbesserung der Gebäudedämmung, der Einsatz von sparsamen Beleuchtungen, nutzungsabhängige Steuerung von Verbrauchern sowie Raumkomforteinstellungen.
- Verstärkter lokaler Einsatz erneuerbarer Energien zur Schonung oder Vermeidung fossiler oder nuklearer Brennstoffe.
- Nutzung sauberer Technologien, die mit geringem Abfallaufkommen oder minimalen Schadstoffemissionen auskommen.

Für den Energiesektor dient die kontinuierliche Bestimmung von Nachhaltigkeitsindikatoren der Erfassung eines Trends durch eine quantitative Zustandsbewertung der Entwicklung hin zu einer zukunftsfähigeren Energieversorgungsstruktur. Nach dem Verständnis von Regelprozessen wird ein energieversorgungstechnischer Zustand erfasst und hinsichtlich seiner Wirkung auf die Nachhaltigkeit bewertet. Je nach Bedarf werden Maßnahmen zur Beeinflussung des Indikators ergriffen. Neben den bereits bekannten Energiekennzahlen im Bereich des Facility Managements sollten weitere Kennzah-

len über Jahrzehnte hinweg zuverlässig den Trend für ein gewünschtes Energieversorgungsszenario dokumentieren. Um den Umfang der Maßnahmen abschätzen zu können, ist die Definition von Nachhaltigkeitsproblemfeldern erforderlich. Die Maßnahmen, die zur Beeinflussung des jeweiligen Problemfelds beitragen sollen, wirken sich auf die sogenannten NET-Indikatoren aus, die somit den Grad der Durchdringung messbar machen.

Motivation und Realisierbarkeit eines übergreifenden Nachhaltigkeitsindikators

Die Bildung eines universalen Indikators hat den Reiz, dass der komplexe Begriff der Nachhaltigkeit kommunikationswirksam in einem Zahlenwert zum Ausdruck gebracht werden kann. Gerade die Komplexität der Nachhaltigkeit und die damit verbundenen Parameter sowie Wertesysteme der unterschiedlichen Akteure (z. B. Bürger, Unternehmen, Politik und kommunale Träger) erzwingt eine gewichtete Definition der Kennzahl unter Berücksichtigung einer Vielzahl von Kriterien. Jeder Akteur ist in der Regel bestrebt, sein Wertesystem durch eine entsprechende Gewichtung in der Kennzahlbildung abgebildet zu sehen. Ein Konsens über das Nachhaltigkeitsverständnis ist unter anderem aus der Historie der verschiedenen Indikatordefinitionsprozesse erstrebenswert, erscheint jedoch aufgrund wirtschaftlicher, nationaler oder kultureller Aspekte noch über Jahre unrealistisch.

Technisch betrachtet führt die Realität von erforderlichen Datenerhebungen immer zu Informationslücken bei Datenpunkten, die zur Bildung eines sogenannten „Universalindikators“ erforderlich sind. Diese Lücken müssen abgefangen und hinsichtlich ihrer Auswirkung bewertet werden. Anders ist die Kompatibilität des Indikators im Rahmen eines Benchmarking nicht zu erreichen. Ein anderer Aspekt ist die Zusammensetzung des Indikators und die Gewichtung der zusammensetzenden Einzelindikatoren.

Unterschiedliche Maßnahmen haben unterschiedlich starke Auswirkungen und müssen entsprechend gewichtet in die universale Kennzahl eingehen.

Ein weiterer Schwachpunkt eines universalen Indikators ist der Informationsgehalt der Einzelindikatoren, die aufgrund von Datenlücken aus Datenpunkten verschiedener Datenquellen gebildet werden können.

Eine Gewichtung des Informationsgehalts eines aufgenommenen Datenpunkts sorgt für eine qualitative Dokumentation der Datenbasis. Je stärker aufgelöst und häufiger auf gemessene Datenpunkte zugegriffen werden kann, umso höher ist der Informationsgehalt zu bewerten. Dieser Ansatz dient der stetigen Dokumentation mit einer kontinuierlichen Verbesserung der Datenbasis über die Zeit (Lebenszyklus eines Gebäudes). Durch das bestehende Regelwerk im Gebäudeenergiebereich ist eine Datenbasis, die aufgrund von Zählerständen der Objekte eine Jahresbilanzierung ermöglicht, als technisch und wirtschaftlich realistisches Ziel einzustufen. Vergleiche von Einzelindikatoren können in einem Benchmarking besser umgesetzt werden und die Indikatoren selbst werden in ihrem Informationsgehalt nicht durch eine Universalkennzahl verwischt bzw. unscharf abgebildet. Ein weiteres Argument gegen die Bildung einer Universalkennzahl sind die Abhängigkeiten zwischen Datenpunkten, die dazu führen, dass je nach Definition der Einzelindikatoren einzelne Datenpunkte mehrfach genutzt werden. Als Beispiel kann die Wärmegewinnung durch fossile Energieträger genannt werden. Beim Wärmeverbrauch stehen die Indikatoren Primärenergieeinsatz und CO₂-Emissionen aufgrund der eingesetzten Brennstoffmenge (Energieträger) in direktem Zusammenhang.

Ein zweiter Ansatz, der in Offenburg untersucht wurde, geht von einer einfachen Unterscheidung zwischen gemessenen und nicht gemessenen Datenpunkten wie Planungsdaten, typischen Richtwerten oder Schätzwerten aus. Das Verhältnis zwischen der Anzahl gemessener Datenpunkte und der Gesamtzahl verfügbarer Datenpunkte eines Indikatorenatzes dient als Orientierung für den Informationsgehalt. Die Notwendigkeit derartiger qualitativer Nebenindikatoren dient der Bewertung eines Indikatorensystems und ist als zwingend erforderlich einzustufen, wenn die Kommunizierbarkeit von Indikatoren in Verbindung mit einem hohen Maß an Transparenz als politisches Ziel gewährleistet sein soll.

Im Rahmen des bearbeiteten Facility Management-Projekts (FM-Projekt) wurde der Bereich Datenqualität mit den Einzelindikatoren Datenverfügbarkeit und Anteil gemessener Datenpunkte nicht näher untersucht, da hierzu umfangreiche Untersuchungen erforderlich sind, die den vorgegebenen Projektrahmen überschritten hätten. Es wurde viel mehr ein Nutzer bzw. am Verbraucher orientiertes Indikatorensystem entwickelt, dessen Umsetzung mit Unterstützung der Anbieter von CAFM-Systemen (Computer Aided Facility Management) möglich ist.

NET-Indikatorsystem Offenburg

Das Indikatorsystem der Hochschule Offenburg geht von fünf Schwerpunkten bei der Bildung der NET-Indikatoren aus. Bei diesen handelt es sich um:

- Energieverbrauch
- Energiegewinnung und Energietechnik
- Kommunale Gebäude-/Energie-wirtschaft
- Auswirkungen auf die Umwelt
- Energiekosten

Alle fünf Schwerpunkte finden sich in der Schnittmenge zwischen den drei Nachhaltigkeitsdimensionen ökonomisch, ökologisch und sozial. Sie können jedoch je nach Wertesystem des Entscheidungsträgers unterschiedlich gewichtet sein. Bezüglich der Einigkeit zur Wahl von Nachhaltigkeitsindikatoren im kommunalen Themenfeld Energie konnte sich eine bundesweite Expertengruppe lediglich auf zwei Indikatoren einigen. Diese sind zum einen die Anforderung zum niedrigen Energieeinsatz und zum anderen der Deckungsanteil der elektrischen Energie, gewonnen aus erneuerbaren Quellen. Im Fall von Analysen zu Einzelgebäuden gilt die Notwendigkeit, genauere Bewertungskriterien zu identifizieren, die unmittelbar Einfluss auf die Indikatoren Strom- und Wärmeverbrauch nehmen. Als Hauptkategorien für NET-Problemfelder gelten der Strom- und Wärmeverbrauch sowie der Primärenergieverbrauch zur Bereitstellung der Energie. Maßnahmen baulicher, gebäude- oder anlagentechnischer Art sowie Betriebsoptimierungen wirken sich unmittelbar auf die vorgenannten drei Kategorien aus, wirken aber auch auf die Kategorien Umweltauswirkungen und Energiekosten ein. Die Grundlage für die Energiekosten

bilden verbrauchsbezogene Preise, weniger Versorger- bzw. Dienstleisterpreise, da sich die soziale Dimension besser über den Kostendruck auf den Bürger, die Kommune oder den Gewerbebetrieb als Verbraucher abbilden lässt.

Referenz-/Bezugsgrößen für Indikatoren

Der Bewohner oder Energieverbraucher in einem Siedlungsgebiet ist der wichtigste Bezugspunkt, um eine nachhaltige Entwicklung zu dokumentieren, da er als Verursacher einer negativen Entwicklung hinsichtlich Ressourceneinsatz und Klimawandel zu sehen ist. Durch die nachhaltige Entwicklung greifen die Maßnahmen unmittelbar in das Lebensumfeld einer Einzelperson ein. Bei kommunalen Indikatoren eröffnet häufig nur der Bewohner als Bezugsgröße die Durchführung eines Benchmarking für Siedlungsformen. Hierzu nachstehend eine kleine Erläuterung zu wichtigen energetisch relevanten Größen, ohne auf die umfangreichen Definitionen von Einzelindikatoren einzugehen.

Wärme

Wärmemenge in kWh bzw. MWh, weitgehend unabhängig von der genauen Anzahl der Bewohner, d. h. geeignete Bezugsgröße ist die Energiebezugsfläche.

Strom

Strommenge in kWh, stark abhängig von der Anzahl der Nutzer. Hier wird der Verbraucher/Nutzer als Bezugsgröße gewählt. Unterschieden wird bei Nichtwohngebäuden häufig zwischen dem nutzungsabhängigen und nicht nutzungsabhängigen Strom, der für den Gebäudebetrieb eingesetzt werden muss. Der nichtnutzungsabhängige Strom wird mit der Energiebezugsfläche als Bezugsgröße angegeben und bezieht sich auf Leistungen, die unabhängig vom unmittelbaren Einfluss des Nutzers zu sehen sind und auch bei Nichtanwesenheit des Nutzers bereitgestellt werden. Weitere Einflüsse sind in Abb. 3.4-1 veranschaulicht.

Wasser

Stark nutzerabhängig, typisch ist die Angabe des Verbrauchs in m³ oder Liter je Nutzer und Tag(d), typische Werte für Baden-Württemberg: 130 – 140 Liter/d.

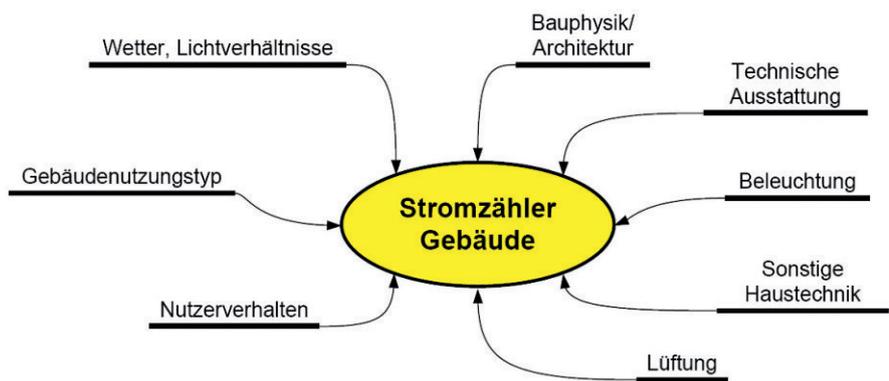


Abb. 3.4-1: Einflüsse auf den Stromverbrauch im Gebäude

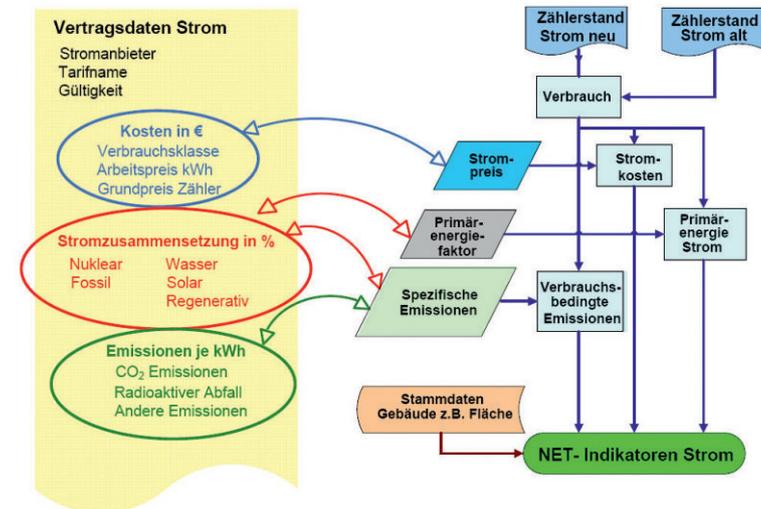


Abb. 3.4-2: Schema zur Bildung von Einzelindikatoren für Strom

Emissionen

Mengenangabe in kg oder m³ je kWh Strom oder Wärme.

PE-Einsatz

Primärenergie (PE) in kWh je kWh Endenergie Strom oder Wärme, die für Material oder Dienstleistung anfällt.

Zusätzlich wird von einem Ansatz ausgegangen, der die Wertentwicklung eines Gebäudes über die Zeit variiert. Während die Wertentwicklung eines Gebäudes ohne aufwertende Maßnahmen (Teilerneuerung, Gesamterneuerung/Modernisierung oder Umbau für Umnutzung) eine stetig fallende Funktion darstellt, verhält es sich mit dem Primärenergieeinsatz entgegengesetzt. Ausgehend von einem Ausgangswert für Planung, Bau und Errichtung, steigt der

PE-Einsatz als Kenngröße stetig an, da sowohl aufwertende Maßnahmen als auch der laufende Gebäudebetrieb zu einem Anstieg führen. Der Anstieg des PE-Einsatzes fällt nur dann flacher aus, wenn der Betrieb durch ein kontinuierliches Energiemonitoring und viele Maßnahmen eines nachhaltigen Gebäudebetriebs begünstigt wird. Bei Erneuerung von Ausstattungen fallen PE-Beiträge für die neue Herstellung der Ausstattungskomponenten als auch PE-Beiträge für die Entsorgung und Rezyklierung von Wertstoffen der ersetzten Ausstattung an.

Ergebnisse des Projekts

Nachhaltigkeitsindikatoren sollten geforderte Kriterien wie Vollständigkeit, Leitbildbezug und Kommunizierbarkeit, Handlungsbezug oder Kompatibilität erfüllen können, damit die kontinuierliche

Dokumentation gewährleistet ist. Entsprechend der definierten fünf Schwerpunkte Energieverbrauch, Energiegewinnung, Energie- und Gebäudewirtschaft, Umwelt und Kosten empfiehlt es, sich je nach Wertesystem des jeweiligen Akteurs eine Gewichtung vorzunehmen. Nur über die Gewichtung, die Nachhaltigkeitspräferenzen wiedergibt, ist die Definition eines universalen NET-Indikators sinnvoll, aber auch sehr aufwendig und kostenintensiv. Ein NET-Benchmarking von Gebäuden oder Kommunen kann bei interessenorientierter Bewertung der nachhaltigen Entwicklung nahezu ausgeschlossen werden. Im Projektverlauf konnte für einen universalen NET-Indikator keine einvernehmliche Definition erreicht werden, da die Risiken der Verzerrung des aus Einzelindikatoren gewonnenen Informationsgehalts beachtlich sind. Der formulierte Ansatz für ein NET-Benchmarking stützt sich auf definierte Indikatorensätze, die je nach Gebäudetyp und Gruppierung innerhalb einer Siedlungsstruktur unterschiedlich umfangreich sind. Eine Mindestanforderung wird durch die Definition eines Satzes von Kernindikatoren erreicht, dessen Einzelindikatoren für jeden Gebäudetyp und jede Gruppierung berechnet werden können. Diese bilden einen gemeinsamen Nenner, der ein übergeordnetes Benchmarking zulässt.

Kernindikatoren eines Gebäudes:

- Energiebezug
- Energieverbrauch
- Energiegewinnung
- Deckungsanteile Erneuerbare Energien
- Umwelt/Emissionen
- Energiekosten (verbrauchsseitig)

Als Energieformen werden hierbei Strom, Wärme, Kälte und Primärenergie einzeln erfasst.



Abb. 3.4-3: Teilgebiet des Siedlungsgebiets mit vorwiegend Mehrfamilienhäusern (Neubau und sanierte Objekte)

Beim gewählten Beispiel, dem Siedlungsgebiet Scharnhäuser Park, kann bei Anwendung des entwickelten Verfahrens festgestellt werden, dass bereits durch die Fernwärmeversorgung des Biomasse-HKW ein starker Beitrag durch erneuerbare Energietechniken erfolgt. Im Vergleich zu den AGES-Kennwerten zeichnet sich bei den 21 identifizierten Gebäudetypen (klassiert nach Bauwerkszuordnungskatalog) ab, dass der Heizwärmebedarf durch die Bauvorgabe nach Wärmeschutzverordnung (WSVO 1995) besser deutlich gesenkt werden konnte. Die Stromverbrauchswerte je Einwohner liegen hingegen im landesweit üblichen Bereich. Die Stromlieferungen im Bilanzierungszeitraum erfolgen überwiegend durch den regionalen Energieversorger EnBW mit einem Standardtarif für Privathaushalte. Eine Ausprägung der Stromversorgung zu Öko-Stromanbietern bzw. zu verstärktem Wechselverhalten war laut Datenbasis nicht erkennbar. Der Strombeitrag des Biomasseheizkraftwerks wird in das öffentliche Stromnetz eingespeist und über die Stadtwerke Esslingen vertrieben. Er wird zwar im Siedlungsgebiet gewonnen, wird jedoch kaum im Siedlungsgebiet verbraucht. Die Werte für das typische Abfallaufkommen wurden den Daten des Landesamts entnommen. Wasserverbrauchsdaten liegen nur sporadisch bei einzelnen Gebäuden vor. Auch hier wird deshalb auf Daten des Statistischen Landesamts zurückgegriffen. Der Einfluss an der Energiebereitstellung durch den Einsatz von erneuerbaren Energien wie Solarthermie mit ca. 100 m² Kollektorfläche und Photovoltaik mit ca. 50 kW installierter Peakleistung kann als gering bezeichnet werden. Die

eher durchschnittlichen Werte bei Abfallaufkommen und Wasserverbrauch der Einwohner sind verbesserungswürdig im Sinn der Ressourcenschonung und der Umweltbelastung. Die Energiekosten für Strom unterliegen aufgrund der Preis- und Anbieterstruktur dem bekannten Preisanstieg der vergangenen Jahre. Kritisch ist auch die sich abzeichnende Preisentwicklung beim Brennstoff Biomasse zu sehen, die den Hauptanteil der Wärmeversorgung ausmacht. Einige Betreiber von Liegenschaften und Hauseigentümer tendieren bereits zur zusätzlichen Investition in solarthermische Anlagen oder Pelletsheizungen, da der Fernwärmebezugspreis als relativ hoch eingestuft wird. Für die Orientierung und bessere Zuordnung der Gebäude des Siedlungsgebiets wurde das Siedlungsgebiet in 4 Teilgebiete aufgeteilt. Abb. 3.4-3 zeigt das nördliche Viertel mit überwiegend mehrgeschossigen Wohnhäusern oder Funktionsgebäuden. Ein weiteres Viertel besteht fast ausschließlich aus Ein- bis Zweifamilienhäusern.

Die im Projekt untersuchten CAFM-Softwarelösungen können für die gewählte Aufgabenstellung als nicht zufriedenstellend bewertet werden. Bei der ersten Testsoftware ARRIBA Open FM führten nach anfänglichen Installationsschwierigkeiten auch erste Tests nicht zu den gewünschten Ergebnissen. Die Kommunikationsmöglichkeit mit externen Anwendungen und der Datenaustausch mit Hilfe von ASCII-Files waren in der getesteten Version nicht ausreichend. Die Bildung von Indikatoren ist über die eigenhändige Erzeugung von Datenbankobjekten vorzunehmen. Diese Objekte können anschließend mit Attributen ver-

sehen werden. Die Gestaltungsmöglichkeiten durch den Nutzer sind als gering einzustufen. Die geforderte Funktionalität für die kontinuierliche Aktualisierung von NET-Indikatoren wäre nur mit beachtlichem Programmieraufwand durch den Anbieter zu realisieren. Die Tests wurden nach diesen Erkenntnissen beendet und eine weitere CAFM-Software untersucht.

Die zweite CAFM-Software zeichnet sich durch eine sehr hohe Flexibilität für den Anwender aus. Diese ergibt sich aus der Möglichkeit, verschiedene Funktionen und Anwendungen zu programmieren oder externe Anwendungen aufzurufen. Die Grundstruktur der Software Visual FM basiert auf einem Karteikartensystem, das an sich keine hohe Funktionalität bietet und über wenige im CAFM übliche Funktionen verfügt. Nur über eine umfangreiche Einführung in die Gestaltung der Objekthierarchie und die damit verbundene Karteikartenstruktur können Datenbestände so aufgebaut werden, dass die Verknüpfungen und Verweise konsistent sind, d. h. ein fehlerfreier Einsatz gewährleistet ist. Die Programmierung neuer Funktionen erfordert die kostenpflichtige Programmierunterstützung des Anbieters. Ein Budget für diese Zwecke war im Projekt nicht eingeplant, sodass auf diese Leistung verzichtet werden musste. Die Fortführung des Aufbaus eines Datenbestands im CAFM-System Visual FM der Loy & Hutz AG wurde schließlich wegen der fehlenden Visualisierungs- und Auswertemöglichkeiten der Software nicht weiter verfolgt.

BWZ-Nr Projekt- Datenbank	BWZ-Nr. nach AGES	Bezeichnung	Anzahl	AGES-Heizenergie Arithm. Mittel 2005 in kWh/m ² a	Scharnhäuser Park Wärmeverbrauch 2005 in kWh/m ² a
100		Parlaments-, Gerichts- und Verwaltungsgebäude/Stadthaus	1	95	31,2
130		Verwaltungsgebäude	11	95	63,1
400		Schulen	1	108	64,1
411	412	Grundschulen	1	112	siehe Schulen
412	413	Hauptschulen	1	114	siehe Schulen
441	441000	Kindertagesheime- Kindertagesstätten	1	123	48,4
442	441100	Kindergärten	3	143	44,6
510	511000	Sporthallen (ohne Schwimmhallen) >1000m ²	1	146	17,2
600	610	Wohnbauten/Gemeinschaftswohnstätten Gruppe	3	167	
610	610000	Wohnhäuser n. Gebäudeart	130	167	
611	612101	1-/2-Familienwohnhäuser als Reihenhäuser	305	331	59,1
613	612100	Mehrfamilienhäuser n. Gruppe	200	196	
613	612103	Mehrfamilienhäuser 6-25 WE, 6-12WE, 450-800m ²		197	
613	612104	Mehrfamilienhäuser 6-25 WE, >12WE, >800m ²		156	
614		Mehrfamilienhäuser über 25 WE (saniert)	13	< 100	82,6
620		Wohnheime n. Gebäudeart	11	136	83,0
720	720000	Verkaufsstätten	1	108	83,9
800	774000	Bauwerke f. technische Zwecke	1	119	73,1
824		Laborgeb., mittlere Ausstattung	1		keine Daten
910		Geb. f. kulturelle/musische Zwecke	1	134	82,2
911	915500	Gemeinschaftshäuser mit HNF bis 600 qm	4	130	50,9
912	915400	Bürgerhäuser mit HNF bis 1200 qm	5	162	48,0

Abb. 3.4-4: Tabelle 1.1 Typklassen der Gebäude und deren mittlerer Wärmeverbrauch im Jahr 2005

Analysen zum Siedlungsgebiet wurden mit den Daten der bereits angelegten umfangreichen MS-Access-Datenbank aus dem Policies-Projekt der Partner an der HT Stuttgart durchgeführt. Mit Hilfe der Datenbank konnten Auswertungen zu Gebäudegruppen und Kennwertvergleiche durchgeführt und visualisiert werden. Die Übertragung der Tabellen aus der MS-Access-Datenbank geschieht dabei durch Nutzung der ODBC-Schnittstelle in die Software MS EXCEL oder das Auswertetool Origin Pro, die beide eine hinreichend bequeme Möglichkeit zur Datenanalyse und zur grafischen Darstellung der Ergebnisse bieten. Die Übertragbarkeit auf die Software der Firma Loy & Hutz AG wurde vom Anbieter bestätigt, jedoch nicht geprüft.

Abschließend ist anzumerken, dass die starren Datenbankstrukturen vieler am Markt befindlicher CAFM-Lösungen für die Einführung und nachhaltige Umsetzung von Indikatorsystemen behindernd sind.

Grundsätzliche Import-/Exportfunktion mit ASCII-Dateien sind zwar vorhanden, können jedoch für den dynamischen Austausch mit modernen Datenerfassungs- und Auswertestrukturen als nicht aktuell bewertet werden. Die Erkenntnisse der Forschungsarbeiten sind nur mit Unterstützung eines Anbieters in eine CAFM-Umgebung übertragbar.

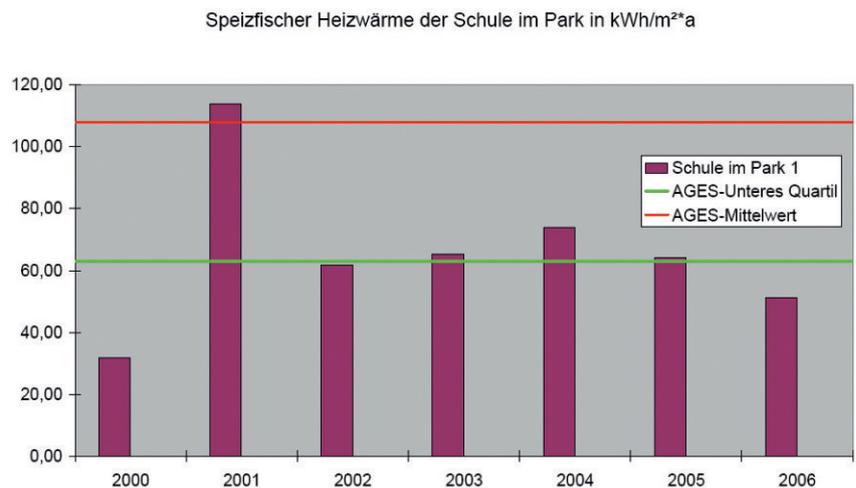


Abb. 3.4-5: Spezifischer Heizwärmeverbrauch in kWh/m²a einer Schule im Siedlungsgebiet über mehrere Jahre

Magna Electronics Europe GmbH & Co. KG, Division WT-Tiengen, lokal noch immer besser bekannt als „Wehrle Autoelektronik GmbH“, ist seit nunmehr 55 Jahren fester Bestandteil der Automotive Industrie. Hochmoderne Fertigungseinrichtungen, eine innovative Entwicklungsabteilung, ein umfangreich ausgestattetes Labor, aktives Industrial Engineering und eine moderne Logistik bieten den Kunden eine komfortable, kompetente, sinnvolle „All-In-One“ Lösung für elektronische Steuerelemente im Komfort- und Motorbereich.

Heute einer der drei Standorte der Magna Electronics Europe GmbH, bereichert das ehemalige Wehrle die Partnerschaft durch das über viele Jahre entwickelte Know-How, die moderne Technik, systematische Qualitätssicherung, intensive Kundenbetreuung und die heute unverzichtbare Flexibilität.

Magna Electronics Europe GmbH gehört zu Magna Electronics mit Sitz in den USA. Dachorganisation ist die kanadische Magna Holding mit ihren verschiedenen Firmen und Firmengruppen mit weltweit 85.000 Beschäftigten. Magna International, gegründet 1957 von Frank Stronach, ist heute der drittgrößte Automobilzulieferer der Welt.



Magna Electronics Europe GmbH & Co. KG, Division WT-Tiengen
Franz Haas Str. 12, 79761 WT-Tiengen
Tel. (+49) 7741-6098-0 Fax(+49) 7741-6098-160
e-mail: info@wt.magnaelectronics.eu Web: www.magnaelectronics.eu

Sauberkeit und Hygiene Gesundheitspflege- und Pharmaprodukte Kunststofftechnik

G R U P P E

etol

3.5 Energieeffiziente Gebäude; Monitoring bestätigt erfolgreiche Planung und Umsetzung

Prof. Elmar Bollin
Dipl.-Ing. Thomas Feldmann
Dipl.-Ing. (FH) Jesus da Costa
Fernandes M.Sc.

Forschungsgruppe „Nachhaltige Energietechnik“ der Hochschule Offenburg

Das Langzeitmonitoring des Solar Info Center (SIC GmbH) in Freiburg verfügt nun über eine Datenbasis von etwas mehr als drei Jahren und steht kurz vor dem Abschluss. Das Solar Info Center Freiburg sieht sich als Kompetenzzentrum für Erneuerbare Energien und bietet

auf ca. 14.000 m² Büroflächen, Konferenzräume, Produktionsbereiche, Verkauf und Gastronomie für Produkt- und Dienstleistungsanbieter. Das im Jahr 2003 fertiggestellte Gebäude am Ost- rand des Flugplatzes Freiburg befindet sich in unmittelbarer Nähe zur Neuen Messe und zur 11. Fakultät der Universität Freiburg. Mit einem schlanken Gebäudetechnikkonzept und rationeller Energienutzung sollte eine Optimierung bei Energiebedarf und Raumklima bei minimalen Mehrkosten für den Investor erzielt werden.

In einem Projektteam, bestehend aus Forschern des Fraunhofer ISE, der Universität Karlsruhe, der Universität Wuppertal, der Hochschule für Technik

Stuttgart und der Hochschule Offenburg sowie mit der Solares Bauen GmbH und der Solar Info Center GmbH wurden mehrere Untersuchungen im Rahmen des Langzeitmonitoring durchgeführt. Finanziell wird das Vorhaben mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (Förderkennzeichen: 033500U) im Rahmen des bundesweiten Rahmenprogramms Solarbau: MONITOR (heute: Energieoptimiertes Bauen – EnBau: MONITOR) gefördert. Zusätzlich werden Maßnahmen zur Betriebsoptimierung durch den Bauherrn, die Provinzial-Leben-Baubetreuungs-GmbH (PLB), unterstützt.



Abb. 3.5-1: Westfassade (links) und Blick in den Innenhof (oben) des Solar Info Center, Quelle: SIC GmbH

Hohe Nutzerakzeptanz und gutes Raumklima

Nutzerbefragungen, die im Rahmen der Begleitforschung durch die Uni Karlsruhe im Winter und Sommer durchgeführt wurden, zeigten entsprechend Abbildung 3.5-2 eine hohe Zufriedenheit der Nutzer mit dem Arbeitsplatz im SIC-Gebäude.

Die Zufriedenheit hinsichtlich des Raumklimas im Winter ist hierbei stärker ausgeprägt als im Sommer. In heißen Sommerperioden zeigte sich die Notwendigkeit der Optimierung beim Betrieb der Lüftung, insbesondere bei der Nachtauskühlung und bei der Verschattung. Die Tageslichtsituation wurde von über 80 % der Nutzer als genau richtig bewertet. Bei der Bewertung der künstlichen Beleuchtung befanden über 70 % der Nutzer die Beleuchtung als genau richtig.

Die Eindrücke aus den Nutzerbefragungen konnten durch Kurzzeitmessungen des Fraunhofer ISE zum Raumklima und zur Tageslichtversorgung bestätigt werden. Abb. 3.5-3 zeigt den Verlauf des Tageslichtkoeffizienten über den Querschnitt eines Bürobereichs hinweg. Ergänzend wurde von der Hochschule Offenburg die Ausleuchtung mit Kunstlicht in einem ausgewählten Bürobereich untersucht. Die Messungen bestätigen hierbei die Planungsvorgaben für Büroarbeitsplätze und Funktionsbereiche wie Flure. Die Belegung bzw. der Vermietungsgrad des Gebäudes stieg im Lauf des Projekts stetig an und liegt nach anfänglichen 75 % bei nun 90 %.

Emissionsfreie Wärmeversorgung

Das Planerkonzept einer emissionsfreien Wärmeversorgung für das SIC-Gebäude geht voll auf und basiert auf der Fernwärmeversorgung durch das Heizkraftwerk des Uniklinikums Freiburg. Hierzu wurde über ein Contracting in die Erneuerung der Druckluftanlage investiert.

Das SIC-Gebäude liegt mit einem jährlichen Heizwärmebedarf von unter 30 kWh/m²*a deutlich besser als der nach der ENEC 2002 berechnete Wert von 32 kWh/m²*a. Dieser Bedarf wird durch die in den drei Monitoring-Jahren stetig angestiegenen Globalstrahlungswerte und die geringere Anzahl an Heiztagen positiv beeinflusst. Eine Änderung aufgrund der Zunahme der Belegung

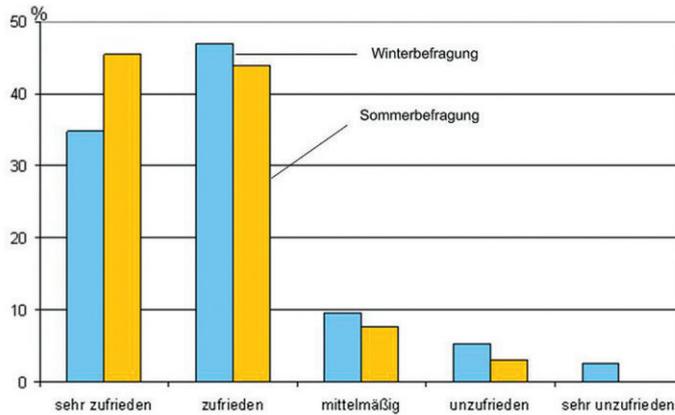


Abb. 3.5-2: Hohe Zufriedenheit der Nutzer mit dem Arbeitsplatz im SIC-Gebäude, Quelle: Uni Karlsruhe

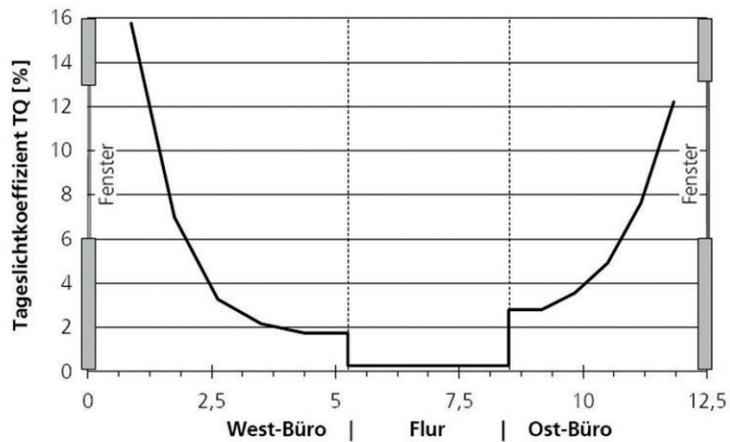


Abb. 3.5-3: Tageslichtkoeffizient bei benachbarten Büros, Quelle: Fraunhofer ISE

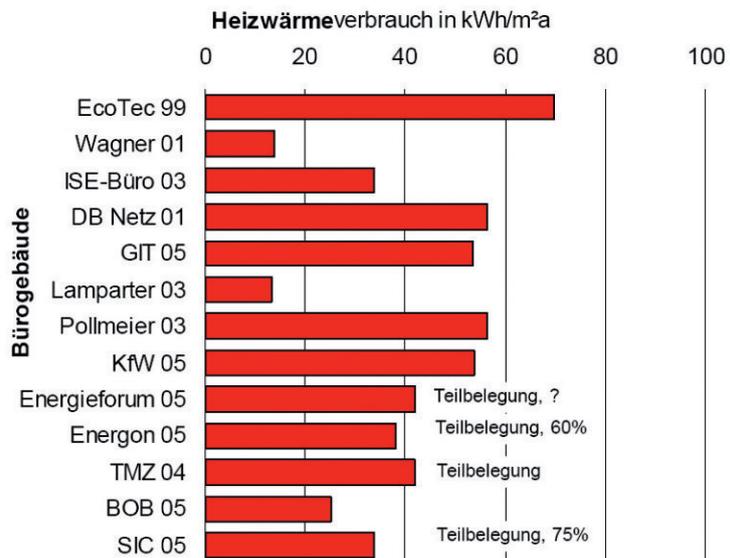


Abb. 3.5-4: Heizwärmeverbrauch im Jahr 2005 des SIC im Vergleich zu anderen Objekten des Forschungsprogramms, Quelle: Solarbau: MONITOR

von 75 % auf 95 % ist nicht spezifizierbar. Das SIC erfüllt, wie in Abb. 3.5-4 am Beispiel des Heizwärmeverbrauchs (Richtwert: 60 kWh/m²a) dargestellt, deutlich die Vorgaben des bundesweiten Förderprogramms.

CO₂-neutrale Stromversorgung

Die CO₂-neutrale Stromversorgung hingegen ließ sich nicht vollständig umsetzen. Bis zum Oktober 2006 wurde das Gesamtgebäude vom Energieversorger Badenova mit Strom versorgt. Als Betreiber der Photovoltaikanlagen (gesamte installierte Peakleistung 55,8 kW) auf dem Dach des SIC-Gebäudes und Betreiber eines Holzkraftwerks sollte 100 % CO₂-neutraler Strom für den Gebäudebetrieb bereitgestellt werden. Aufgrund von Betriebsproblemen beim Holzkraftwerk fiel bereits eine Komponente des Konzepts aus. Der eingespeiste Strom der PV-Anlagen wurde gutgeschrieben und macht mit durchschnittlich 56 MWh/a ca. 20 % des Strombedarfs für den Gebäudebetrieb aus. Im Oktober 2006 wurde nach Entscheidung des Gebäude-

eigentümers die komplette Stromversorgung umgestellt. Jede Mieteinheit kann seitdem den Energieversorger frei wählen. Verblieben ist die Stromversorgung der allgemeinen Gebäudebereiche über einen Naturstrom-Anbieter, sodass der Gebäudebetrieb nach wie vor größtenteils CO₂-neutral gestaltet wird.

Teilklimatisierung mit Erdsonden

Der große Seminarraum des SIC wird über fünf ca. 80 m lange Erdsonden gekühlt. Die Betriebsdaten der Erdsonden zeigten zu Beginn der Monitoringphase lange Betriebszeiten der Lüftung bei gleichzeitig hoher Entnahme von Kühlenergie im Sommer und Vorwärmenergie im Winter an. Die Energiebeiträge waren etwa gleich bei ca. 2,5 MWh. Die langen Betriebszeiten der Lüftung führten zu sehr hohen Stromkosten für den Betreiber des Seminarraums. In einer ersten Optimierungsphase wurde die Lüftung lediglich vor und während der Nutzung aktiviert. Dies führte im folgenden Jahr 2006 zu einer relativ geringen Entnahme an Wärmeleistung, aber mit

4,5 MWh zu einer höheren Kühlleistungsentnahme bei den Erdsonden. Bei näherer Betrachtung stellte es sich heraus, dass zwei Drittel der Kühlleistung ins Foyer abgeführt wurden, da der Seminarraum ca. 600-800 Stunden verteilt auf das Jahr genutzt wird. Die Kühlung des Foyers wird, wie in Abb. 3.5-5 veranschaulicht, alternativ zum Seminarraum betrieben und nur dann freigegeben, wenn kein Kühlbedarf im Seminarraum angezeigt ist.

Da eine Abkühlung des Foyers auch an Sommertagen nicht immer erforderlich ist, wurde diese Funktion durch Anheben der Schwellwerte verändert. Dies führte zu einer deutlich geringeren Kälteentnahme von ca. 1,3 MWh im Jahr 2007. Die Erdsonden könnten damit Leistung zur Kühlung von weiteren Räumlichkeiten bereitstellen. Optimierungen zur erweiterten Nutzung der Kühlleistung der Erdsonden werden auf der Basis des Monitoring diskutiert und sollen in das Betriebskonzept der Konferenz- und Seminarräume einfließen.

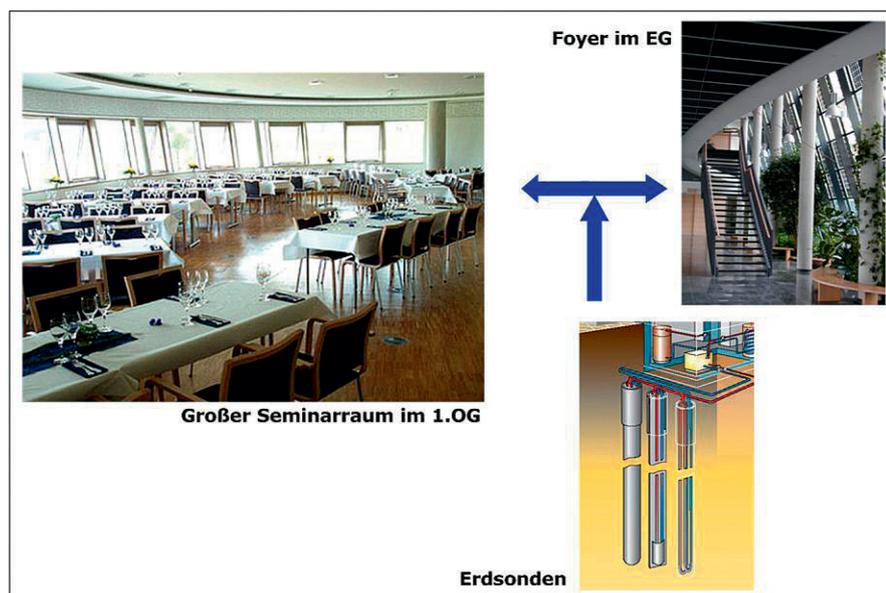


Abb. 3.5-5: Teilklimatisierung des großen Seminarraums mit Erdsonden

Warmwasserbereitung mit Solarwärme

Die Warmwasserbereitung erfolgt im SIC-Gebäude über zentrale Warmwasserspeicher, die sich in den jeweiligen Kernen/Treppenhäusern befinden. Bei drei Kernen unterstützen Solarkollektoren mit je einer Fläche von 6 m² die Erwärmung des Wassers in einem 300 Liter großen Speicher. Die weitere Energie wird von der Fernwärme geliefert. Geplant wurde hier mit einem Solaranteil von 50 % des Wärmebedarfs.

Beim vierten Kern ist ein Warmwasserspeicher mit 1400 Litern und einer Kollektorfläche mit 16 m² größer dimensioniert, um den Warmwasserbedarf des Gastronomiebetriebs und der Radlerduschen zu decken. Die installierte Anlage führte immer wieder zu Beschwerden durch den Betreiber des Gastronomiebetriebs, da durch das System die benötigte Warmwassermenge nicht ausreichend bereitgestellt wurde. Die verantwortliche Planungsgruppe veranlasste den Umbau der Anlage und stellte um auf ein Zwei-Speicher-Konzept mit einem weiteren 500-Liter-Speicher.

Nach der Energiebilanz lagen die Solaranteile für die gesamte Warmwasserbereitung in den Jahren 2006 und 2007 bei 34 bzw. 31 %. Die Verschlechterung im

Jahr 2007 ist auf Umstellungs- und Optimierungsarbeiten beim großen Warmwasserspeicher zu suchen, da hier der Fernwärmeanteil im Vergleich zum Vorjahr deutlich zugenommen hat. Bei Detailuntersuchungen wegen der Zirkulationsverluste in einem der reinen Bürokerne zeigt sich, dass die Zirkulationsverluste als sehr hoch zu bewerten sind. In Verbindung mit geringeren Solaranteilen ist die Wirtschaftlichkeit des angewandten zentralen Verteilkonzepts in Frage zu stellen. Eine abschließende Auswertung der Messdaten des Jahres 2007 zum Projektabschluss steht noch aus.

Fazit des Monitoring

Das SIC-Gebäude erwies sich im Rahmen des Monitoring als Musterobjekt für energieeffiziente Gebäude. Die Planungsvorgaben wurden über große Bereiche sehr gut umgesetzt. Einzelne Sondernutzungsbereiche wie der über die Erdsonden gekühlte Seminarraum, die Trinkwassererwärmung des Gastronomiebetriebs im westlichen Kern und die erreichbaren Luftwechselraten für die Nachtlüftung lassen Optimierungspotenziale erkennen.

Anfänglich erwiesen sich die verschiedenen Gewerke im Gebäude und der Baukörper als nicht aufeinander an-

gepasst. Durch das Monitoring konnten sehr viele dieser Fehlanpassungen erkannt und korrigiert werden. Von Vorteil war die Bereitstellung eines Budgets für Optimierungen durch den Bauherrn. Das Monitoring hat sich für künftige Bauvorhaben als erstrebenswerte Maßnahme im Sinn eines nachhaltigen Betriebs empfohlen.

Die Gebäudeautomation konnte hervorragend durch gezielte Ergänzung mit zusätzlicher Messtechnik für das Monitoring eingesetzt werden. Die frühe Umsetzung eines Messkonzepts (idealerweise in der Bauphase) in Verbindung mit der Gebäudeautomation kann mit geringen Investitionsmehrkosten hohe Einsparungen beim späteren Gebäudebetrieb erzielen.

Durch das Langzeitmonitoring des SIC war es der Hochschule Offenburg möglich, moderne Verfahren der Gebäudeautomation wie Fuzzy-Decision-Making als Expertensystem, direkter Zugang zur Gebäudeautomation über einen OPC-Server und Internet-Webservices für die Optimierung des Gebäudebetriebs zu integrieren und zu testen. Die Forschungsarbeiten sind an dieser Stelle noch nicht abgeschlossen und werden bei einem weiteren Projekt fortgeführt.



Abb. 3.5-6: SIC-Gebäude

Particle and Gaseous Emissions of Diesel Engines Fuelled by Different Non-Esterified Plant Oils

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

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

1952: Geboren in Todtnau i. Schw.
1972–1977: Studium des Maschinenbaus an der Universität Karlsruhe (TH)
Bis 1982: Wissenschaftlicher Angestellter am Institut für Thermische Strömungsmaschinen der Universität Karlsruhe
1982: Promotion über Untersuchungen zur homogenen Kondensation löslicher Binärgemische
1982–1984: als Feodor-Lynen-Stipendiat der A.-v.-Humboldt-Stiftung Gastwissenschaftler an der Yale University, New Haven/Ct., USA
1985–1993: leitende Positionen in mittelständischen Unternehmen des Maschinenbaus in Spanien und Deutschland
Seit 1993: Professor für Energietechnik und Strömungsmaschinen an der Hochschule Offenburg, Fachbereich Maschinenbau Studiengang Versorgungstechnik
Seit 1998: Mitglied des Instituts für Angewandte Forschung (IAF) der Hochschule Offenburg
1998/99: Gastprofessor an der Yale University. Mitglied verschiedener Normenausschüsse
2000 bis 2007 Gründer und Studiengangleiter des auslandsorientierten Master-Studiengangs „Energy Conversion & Management ECM“
Seit 2007: Beurlaubt zur Geschäftsführertätigkeit in einem mittelständischen Unternehmen
Forschungsgebiete: Strömungsmaschinen, Energietechnik, Partikelmesstechnik, Partikel/Tropfen-Entstehung und Wachstum, Nicht-Gleichgewichts-Thermodynamik, Nanopartikel-Produktion



3.6 Particle and Gaseous Emissions of Diesel Engines Fuelled by Different Non-Esterified Plant Oils

Prof. Dr.-Ing. Richard Zahoransky
Benjamin Dorn
Christian Wehmann, Offenburg

ABSTRACT

The particulate matter and gas emissions of several plant oils are analyzed in the hot exhaust gas under various engine conditions at different speeds and loads. The measurement data are compared to the emission values of conventional diesel fuel (gas oil). The investigation concentrates on a modern common rail TDI light duty diesel engine, four cylinders, for passenger cars. The differences in the gas and particulate matter emission compared to conventional diesel fuel are remarkably low for the diesel engine, which is properly adjusted for plant oils. Emission data of an old heavy duty diesel engine are also shown for comparison reasons and reveals large differences. Differences are found in the pressures of the indicator diagram, time resolved over the crank angle. Plant oils consistently exhibit a higher cylinder pressure. The TEM investigation confirms the differences found by the LPME (long path multi-wavelength extinction) online analysis.

Introduction

Non-esterified plant oils gain ecological and economical importance, particularly in the EU, where it is intended to increase the share of renewable energies.

Plant oils do not require any chemical treatment, so do not cause secondary pollution. Plant oils have a much higher viscosity than conventional gas oil. It is mandatory to decrease the oil viscosity by heating prior to injection to assure proper injection and to avoid engine damage due to coke formation in the combustion chamber and at the injection nozzle. The heating to approx. 90°C yields a reduction of the kinematic viscosity of typical oils, e.g. for rape seed oil to approx. 10 mm²/s which is not far from the gas oil value and is thus suitable for a good injection.

The German quality standard of Weihenstephan (RK-Qualitätsstandard 05/2000) for rape seed oil should be followed for use as diesel fuel. Basically, refined plant oils as used for food are applicable as fuel. The chemical composition of plant oils is appreciably different in comparison to diesel fuels derived from mineral oils suggesting also different emission behaviour.

Measurement Technique

The particle emission is measured online by the optical technique LPME (long path multi-wavelength extinction), using a White Cell, Fig. 3.6-1 with an optical path length of 8 m. LPME delivers online the main aerosol parameters “particle concentration” (volume or mass concentration or particle number density) and “mean particle size” in the hot, untreated exhaust gas.

The LPME is described in detail in [1]. Fig. 3.6-2 depicts the measurement device. It has to be stated that the LPME system is sensitive to changes in the refractive index, particularly the imaginary part, of the particles. This feature detects deviations in the composition of the emitted particulate matter (unburned fractions) as demonstrated for the results of the old heavy duty diesel engine.

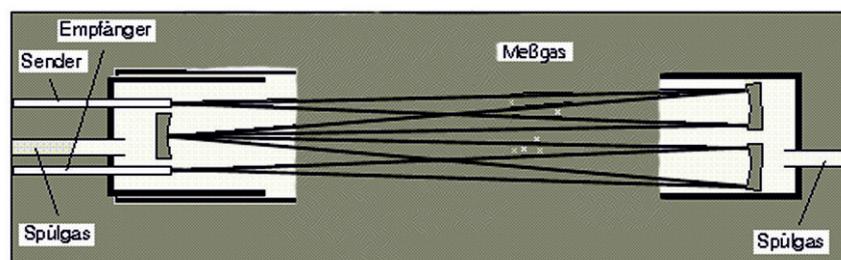


Abb. 3.6-1: White cell principle

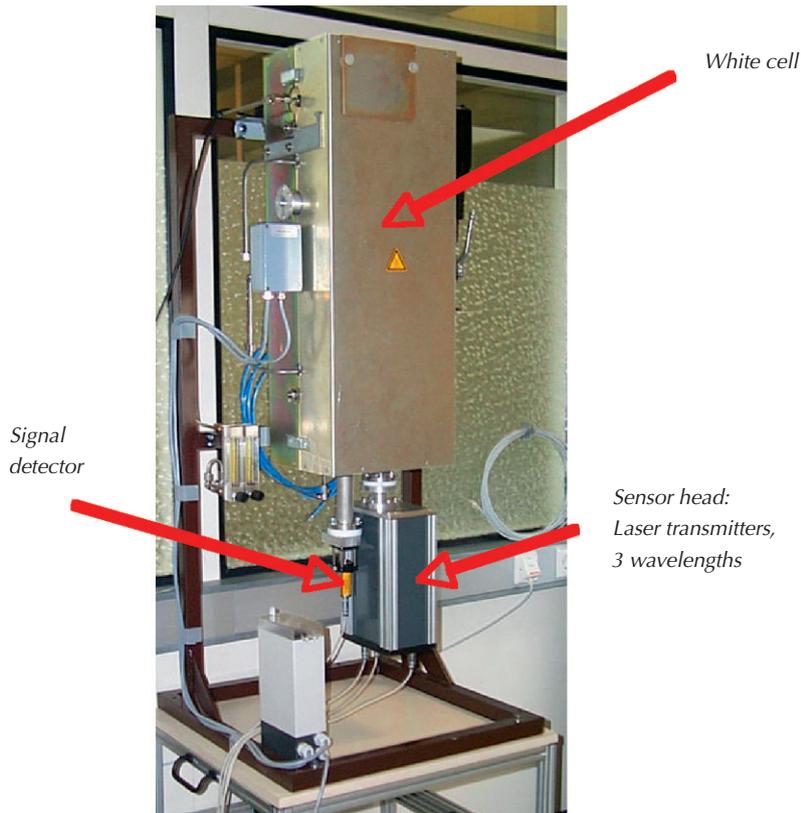


Fig. 3.6-2: On-line particle analyzer LPME

It is the unique feature of LPME that the size of the primary particles of the chain-like soot aggregates is derived. These primary particles are well in the nano range, typically between 10 and 30 nm, whereas the soot aggregates yield an equivalent kinetic diameter of approx. 100 nm and above as measured by DMA units. Fig. 3.6-3 visualizes these relations in a typical TEM picture of diesel soot. It is clear that only the primary particles in the nanometer range are relevant for environmental or biological reactions and not the loose, randomly formed aggregates (i.e. mainly particles in the low nanometer size range are translocated in lungs [2]).

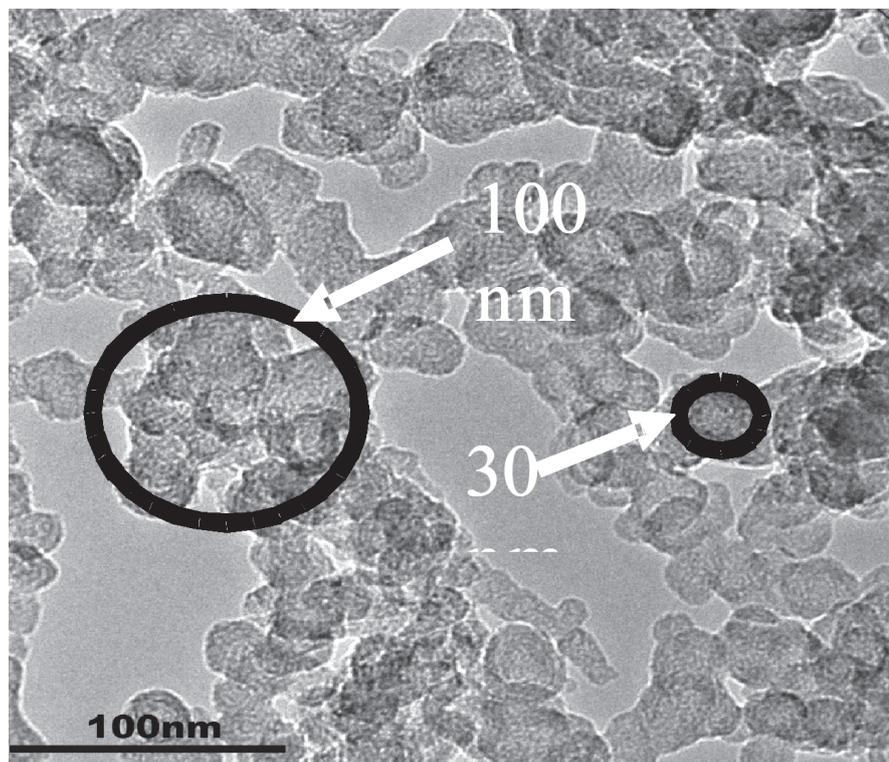


Fig. 3.6-3: Typical TEM picture of diesel soot. Large circle: aggregate, small circle: primary particle

EXPERIMENTAL SET-UP

A state of the art common rail 4 cyl., 1.7 l EURO 4 engine with 16 valves, EGR and VTC turbo charger (but no diesel particulate filter) was used. The injection pressure is up to 1,800 bar. A heat exchanger using engine coolant is installed which heats the plant oil up prior to injection to approx. 80 to 90°C. A special pump for plant oils is installed to yield the pre-pressure necessary for the high pressure pump. The engine is started by conventional gas oil and the common rail system is flushed by gas oil before turning it off to avoid a start with cold plant oil. This procedure assures good injection conditions for plant oils. No other modifications are made and the injection control remains unchanged as supplied by the engine manufacturer for gas oil operation.

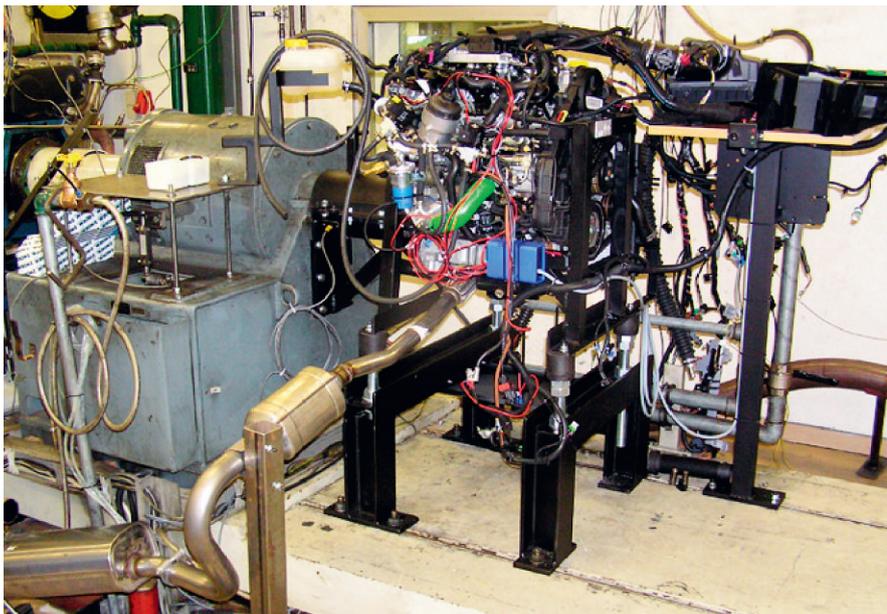


Fig. 3.6-4: EURO 4 Diesel engine connected to an engine dynamometer

Other engine data:

- CO, O₂ and NO_x
- Exhaust temperature at different positions
- Internal pressure over the crank shaft angle (indicator diagram)

For comparison reasons, an old heavy duty engine from 1969 was also analyzed, Fig. 3.6-5. An asynchronous generator served as a brake. The direct injection pressure peak is only 200 bar. This engine with mechanical control unit does not incorporate any engine refinements such as a turbo charger.

The same fuel preheating of the plant oil is applied as described before and the same data set is collected.

MEASUREMENT RESULTS

Common Rail EURO 4 Diesel Engine

Four different plant oils have been investigated in comparison to conventional gas oil:

- Rape seed oil,
- Sunflower oil,
- Soya oil,
- Peanut oil.

The common rail engine has three injection phases: Pre-injection, main injection and post-injection. The post-injection can clearly be seen in Fig. 3.6-6.

The different fuels do not show large differences in the nature of the emitted particulate matter with this engine (compare [1]). Hardly any variations in the primary particle size can be detected. All the measured primary particle sizes are in the range of approx. 15 nm. The TEM pictures, all similar to Fig. 3.6-3, confirm these results. The composition is graphite carbon. Ash traces could not be found on the particles (compare particles emitted by the heavy duty engine, Fig. 3.6-11a and 3.6-11b). This suggests a similar, rather ideal combustion, also for the biogenic fuels, confirming the somehow universal, fuel independent nature of soot formation. This is in considerable contrast to the results of the old heavy duty engine.

Appreciable differences are found in the emitted particulate matter concentration for the different fuels.

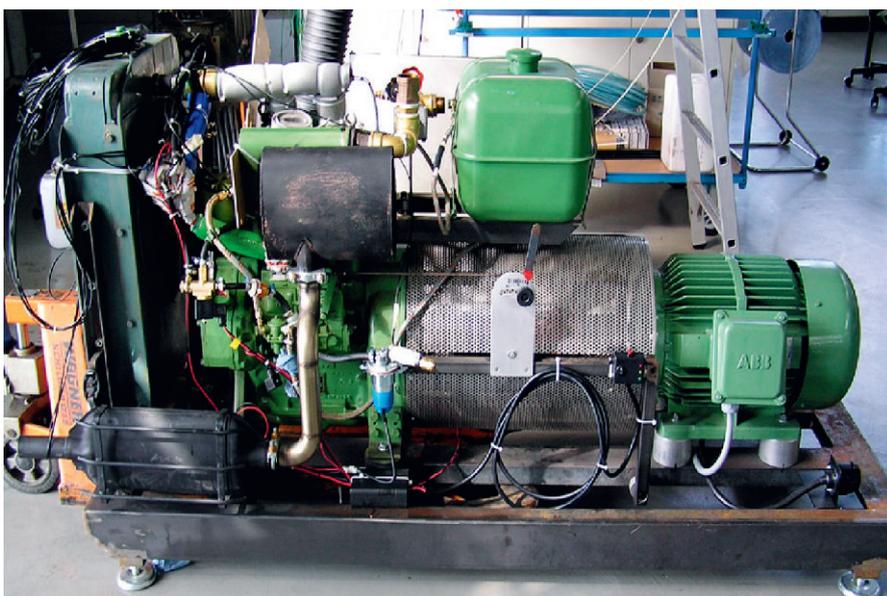


Fig. 3.6-5: Old heavy duty diesel engine

The engine is mounted on an engine dynamometer, Fig. 3.6-4. Only steady state load conditions are investigated so far. Emission data which are collected in the on-line mode have been:

- Mean diameter of the primary soot particles
- Particle volume concentration
- CO, O₂ and NO_x

Table 1 lists the volumetric concentrations of the fuels compared under three engine load conditions. The data represent the scattering of the values which are measured in several measurement campaigns at different days. The data are collected at approx. 4 kHz intervals. The scattering in the data (i.e. the relatively large standard deviations) are due to measurement uncertainties, the somehow unsteady engine/brake control and the variation in the environmental conditions (humidity, temperature). As expected, the concentration depends strongly on the load, but with individual trends for each fuel. There are load conditions where plant oils emit a lower particulate matter concentration. However, the measurements do not show a clear emission advantage for plant oils.

The density of the plant oils are approx. 10 % higher whereas the lower calorific value H_u is lower by approx. 10 % in comparison to diesel fuel. This leads practically to the same heat addition per fuel shot. However, consistent differences are found in the power, Fig. 3.6-6, and in the cylinder pressures, Fig. 3.6-7. The power generated by conventional gas oil falls into the range of the different plant oils. Rape seed oil and peanut oil generated the highest power output and soya oil the lowest.

In contrast, the gas oil shows lowest pressures during the combustion in the cylinder as presented in Fig. 3.6-7. Again, the rape seed oil yields highest pressures.

The gaseous emissions have been measured using DiGas 440 of AVL. The results for three different engine speeds at nearly full load are listed in Tables 2 to 4. The concentrations of carbon monoxide CO and unburned hydrocarbons $H_m C_n$ have been below the detection limits in all cases and are, therefore, not listed in the tables.

Only slight differences of the CO_2 and O_2 emissions can be detected for the different fuels. However, NO_x values are generally higher for plant oils compared to gas oil – up to more than 15 % in some cases. The only exception could be found at the high speed engine condition shown in Table 4 where all fuels emitted the same NO_x values.

Load condition:	1500 rpm app. 25 kW	2300 rpm app. 55 kW	3300 rpm app. 60 kW
Fuel	Mean volume concentration in $10^{-9} \text{ m}^3/\text{m}^3$ and standard deviation		
Gas oil	44	17	16
Rape seed oil	50	15	12
Sun flower oil	33	16	19
Soya oil	42	11	17
Peanut oil	26	13	19
Relative standard deviation	5 to 10 %	10 to 25 %	10 to 25 %

Table 1: Volume concentration of particulate matter at full load and relative standard deviation

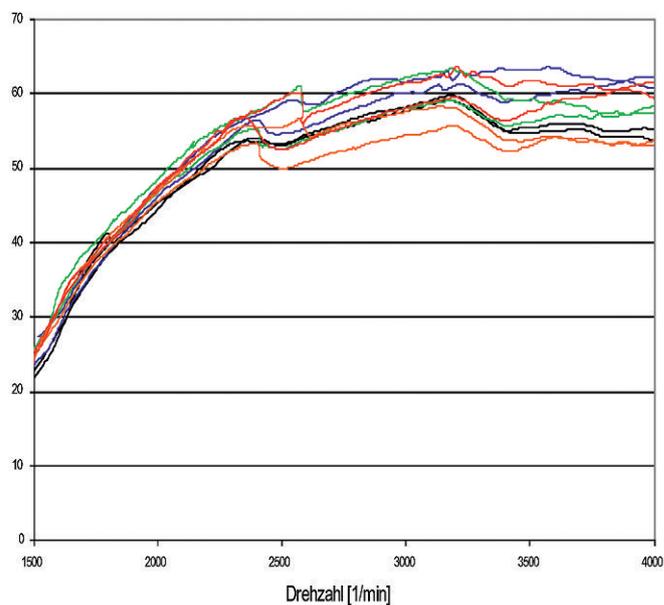


Fig. 3.6-6: Power versus engine speed for different fuels. Each fuel is represented twice, representing the measurement scattering

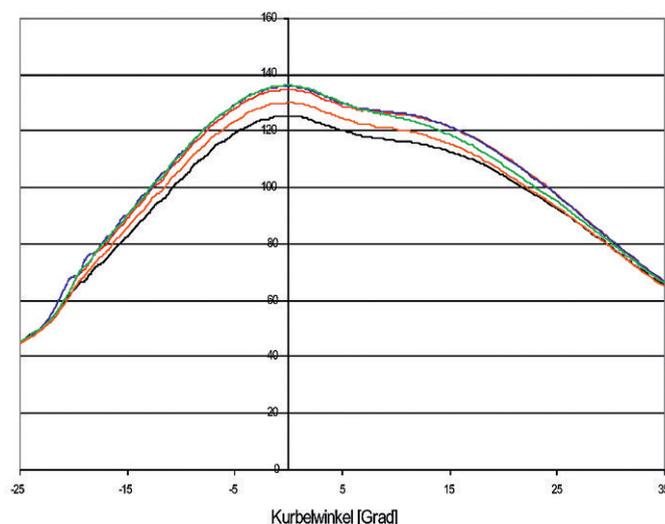


Fig-3.6-7: Indicator diagram for different fuels at 2300 rpm and 47 kW

1500 rpm 27 kW	CO2 [% vol]	O2 [% vol]	NOx [ppm vol]	Lambda
Gas oil	11,3	5,1	671	1,3
Rape seed oil	12,5	4,4	775	1,2
Sun flower oil	11,2	5,7	763	1,3
Soya oil	11,6	5,7	772	1,3
Peanut oil	11,6	5,5	738	1,3

Table 2: Gaseous emission at 1500 rpm and 27 kW

2300 rpm 47 kW	CO2 [% vol]	O2 [% vol]	NOx [ppm vol]	Lambda
Gas oil	9,2	8,3	652	1,6
Rape seed oil	9,3	8,7	670	1,6
Sun flower oil	9,0	8,7	716	1,6
Soya oil	9,5	8,5	720	1,5
Peanut oil	9,4	8,6	779	1,6

Table 3: Gaseous emission at 2300 rpm and 47 kW

3300 rpm 50 kW	CO ₂ [% vol]	O ₂ [% vol]	NO _x [ppm vol]	Lambda
Gas oil	7,9	9,8	447	1,8
Rape seed oil	8,5	9,8	456	1,7
Sun flower oil	7,8	10,7	417	1,8
Soya oil	8,1	10,3	423	1,8
Peanut oil	7,9	10,5	416	1,8

Table 4: Gaseous emission at 3300 rpm and 50 kW

Old Heavy Duty Diesel Engine

Similar experiments are performed with an old diesel engine for comparison reasons. A total of 6 fuels are analyzed: Conventional gas oil, low sulphur gas oil (green diesel), bio diesel (esterified rape seed oil), rape seed oil, soy oil and used, but cleaned frying oil (rape seed oil). The low injection pressure, the simple control and the lack of advanced diesel engine equipment may cause an insufficient combustion compared to the state of the art engines. The differences found in the particle emissions between gas oil and plant oils are surprisingly high. The size of the primary particles as well as the particles consistency and composition differ appreciably.

The primary particle size of bio diesel, conventional and low sulphur diesel generate the expected low particle diameters of approx. 10 to 20 nm, whereas the rape seed oils form particles in the size range between 80 and 100 nm (Fig. 3.6-8). Soya oil has an intermediate size of approx. 50 to 60 nm. The LPME detects additionally a much lower imaginary refractive index of these big particles. The particles from plant oil fuels are wax like, containing unburned long chain hydrocarbons like organic acids. This can also be seen visually on the collection filter, which is brownish instead of black, as for normal diesel soot. The exhaust looks much whiter than the smoke of gas oils which is practically black. This is confirmed by the particle composition, which is qualitative overview of the organic acids in the particles emitted by the old engine. Particles emitted by diesel fuels have a much lower organic content compared to oils as fuel. There is a weight difference, documented in [4]. Table 5 shows 5 to 8 times higher emission of organic acids for rape seed oil.

The higher viscosity of plant oils (at 70°C approx. 15 to 20 mm²/s versus approx. 5 mm²/s for gas oil at room temperature) and the lower CETAN number compared to gas oil suggest, that these are the main reasons for an incomplete combustion with larger particle sizes at these low

injection pressures, in particularly at lower loads. However, the reason for the special size of soya oil, which is found consistently, is still unclear. This is in contrast to the modern engine, where much higher injection pressures atomize the fuel to small droplets leading to a rather complete combustion with much smaller soot particles.

One recent publication [3] reports "strong mutagenic effects" of the emissions, when vegetable oils are used as fuel for diesel engines. The plant oil is injected without preheating in this investigation [3]. Such an injection causes incomplete combustion, as the cold plant oils can not be atomized suitably to form the necessarily fine fuel droplets due to the high viscosity. Therefore, the emissions reported in this investigation [3] are not representative for modern common rail engines with prewarmed plant oils.

The particle size proves to be very sensitive to the engine load. Low and medium load conditions generate the big primary particles. Increasing load let the particle size decrease. The highest possible engine load reduces the particles to the low values of 10 to 20 nm which is similar to modern engines emissions. Also, the smoke turns black.

Molecule	Rape Seed Oil	Bio Diesel	Conv. Diesel	Green Diesel
Glutar Acid	15,4	55,2	00,8	00,6
Adipin Acid	11,8	11,3	00,1	00,5
Pimelin Acid	11,2	00,5	>0,05	>0,05
Cork Acid	11,2	00,5	00,1	00,1
Azelain Acid	11,7	00,5	00,1	00,1
Sebazin Acid	00,5	00,1	>>0,05	>>0,05
Undekandicarbon Acid	00,3	00,1	>>0,05	>>0,05
Dodekandicarbon Acid	00,1	>>0,05	>>0,05	>>0,05
Phtal Acid	113	112	13,4	11,8
Total	225,2	220,2	≈4,6	≈3,2

Table 5: Comparative values of organic acids found in the emitted particulate matter of the old diesel engine (weight values)

The volume concentration varies for the different fuels as displayed in Fig. 3.6-9 (in a logarithmic scale). Bio diesel has by far the lowest particulate matter concentration, followed by the low sulphur gas oil (green diesel). The plant oils emit higher concentrations than conventional gas oil. Soya oil has the highest emission. Again, this is due to incomplete combustion.

SUMMARY

Modern common rail diesel engine

Non-esterified plant oils may be used as a substitute for gas oil in diesel engines. However, it is mandatory to reduce the plant oil viscosity by preheating to get values close to gas oil to assure a good injection. This avoids incomplete combustion and engine damage. No other engine modification is required to use plant oils as fuel. The particulate matter and gas emission behaviour of a modern common rail EURO 4 engine depend on the used fuels. The nitrogen monoxide NO values are higher when plant oils are applied – the other gaseous emissions are practically the same. Peanut oil and sun flower oil emit the lowest particle concentration according our measurements. Soya oil and rape seed oil have nearly the same particulate matter emission like gas oil. The high injection pressure seems to atomize the plant oils efficiently so that there is no difference in the combustion nor in the particulate morphology (same particle size, same composition) compared to conventional gas oil.

The transient pressure analysis resolved over the crank angle can be used as characteristic fingerprints of the various fuels. Plant oils have the highest pressures.

Old heavy duty diesel engine

The emission data of the old heavy duty engine with low injection pressures is not representative for modern diesel engines with high injection pressures, electronic fuel injection, turbo charger and exhaust gas recirculation. The emitted particles contain unburned organic compounds even when the oil is preheated to 80° C prior to injection.

One recent publication [3] reports “strong mutagenic effects” of the emissions when vegetable oils are used as fuel for diesel engines. The plant oil is injected

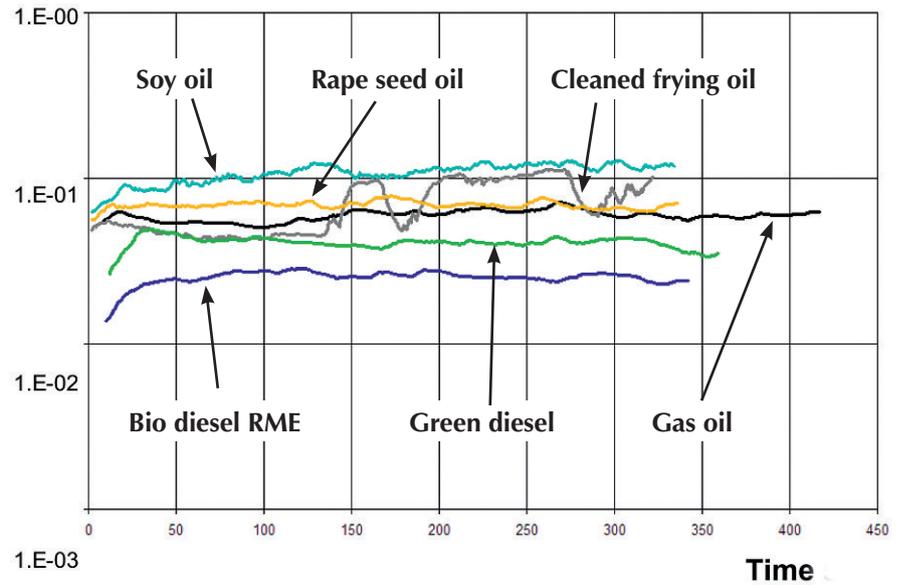


Fig. 3.6-8: Particle sizes in the exhaust of the old heavy duty engine at const. medium load: 10.1 kW, 1,500 rpm

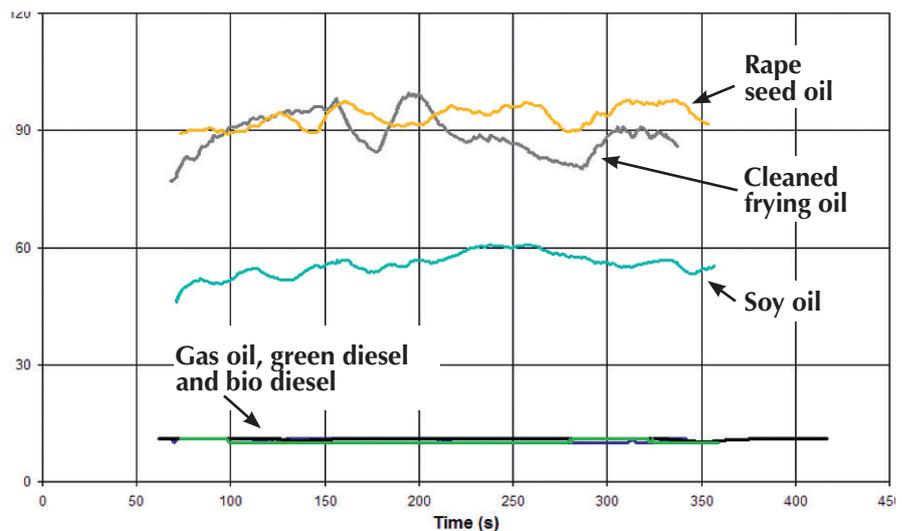


Fig. 3.6-9: Concentration of particulate matter in the exhaust of the old heavy duty engine at constant load; same conditions as in Fig. 3.6-8

ted in this investigation [3] without preheating. It can be extrapolated from our measurements that the injection of cold, high viscous plant fuel causes incomplete combustion. Our old heavy duty engine shows a similar incomplete combustion at low loads with an elevated share of organic material in the particulate matter emission. Injection of cold plant oil is certainly no option to judge the biological and environmental impact of plant oils as fuel as evaluated in [3].

The LPME proves to be a reliable instrument for the fast, cost-efficient analysis of the particulate matter in the raw, undiluted exhaust gas. The refractive index sensitivity enables LPME to detect even composition differences in the particles. The LPME results of the mean particle sizes are confirmed by TEM pictures.

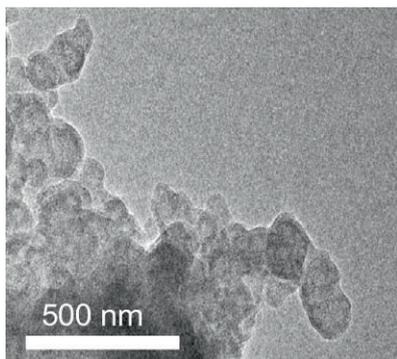


Fig. 3.6-10a Particulate matter from rape seed oil.
a: Medium load

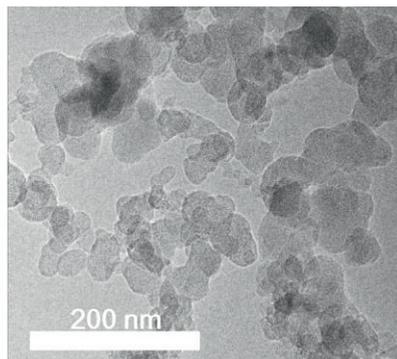


Fig. 3.6-10b
b: High load

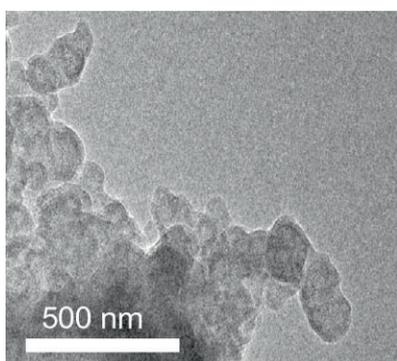


Fig. 3.6-11a Particulate matter from rape seed oil.
a: 50 nm scale

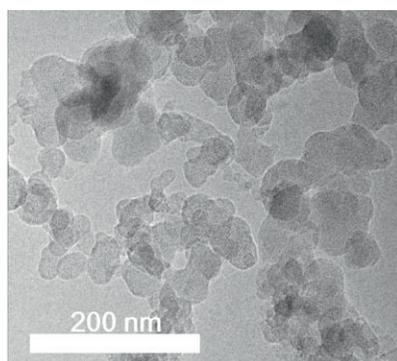


Fig. 3.6-11b
b: nm scale

The LPME results for the measured particle sizes are confirmed by the TEM pictures. Fig. 3.6-3 is the example of soot particles emitted by gas oil. Fig. 3.6-10a visualizes emitted particles at middle load (corresponding to Fig. 3.6-8) and Fig. 3.6-10b shows particles at high load, both from rape seed oil.

The particles from plant oils as fuel exhibit small “spots” of approx. 3 nm diameter on the surface, Figs. 11a and 11b. It is believed that these spots are ash/salt residues, e.g. salts from Ca or other inorganic components.

Acknowledgements

The financial support of E-Werk Mittelbaden AG & Co. KG, Autohaus Linck (GM-Opel) and Badische Stahlwerke is gratefully acknowledged.

Contact

Prof. Dr.-Ing. Richard A. Zahoransky,
Heinzmann GmbH & Co.,
Am Haselbach 1,
D-79677 Schönau, Germany
Phone: *49-172-6005007
Fax: *49-7671-9234
e-mail: r.zahoransky@heinzmann.de

References

- [1] E. Laile, R.A. Zahoransky, M. Mohr, M. Claussen: “Optical on-line time resolved particle measurements in the exhaust gas of diesel engines for different test cycles.” SAE_NA Techn. Papers Series, SAE_NA 2003-01-56, 2003
- [2] G. Oberdörster: “The respiratory tract as a portal for inhaled nano-sized particles.” 8th ETH-Conference “Combustion Generated Nanoparticles” (Conference CD), Zürich, Aug. 2004
- [3] J. Bünger, J. Krahl, A. Munack, Y. Ruschel, O. Schröder, B. Emmert, G. Westphal, M. Müller, E. Hallier, T. Brüning: “Strong mutagenic effects of diesel engine emissions using vegetable oils as fuel.” Arch. Toxicol. DOI 10.1007/s00204-007-0196-3, Springer-Verlag, 2007
- [4] R.A. Zahoransky, B. Dorn: “Influence of different biological fuels on particle emissions of diesel engine.” 9th ETH-Conference “Combustion generated nanoparticles” (Conference CD), Zürich, Aug. 2005

Email-Management mit Office Business Gateway (OBG.net)

VIPROCOM und BizT@lk AG entwickeln innovative Wertschöpfungs-Software, um die Leistungsmerkmale des Microsoft Office Systems zu erweitern, indem es z. B. die Archivierung von Unternehmensdaten direkt aus Microsoft Office heraus unterstützt. Ihre Vorteile:

- ✓ Flexible Verknüpfung von Systemprozessen mit der Arbeitsweise der Anwender
- ✓ Höhere Akzeptanz der Anwender aufgrund einfacher, vertrauter Bedienung
- ✓ Bessere Ausnutzung getätigter Investitionen in Geschäftsanwendungen
- ✓ Höhere Datenqualität und dadurch qualitativ hochwertigere Entscheidungen
- ✓ Kontextbezogene, rollenbasierte Bereitstellung von Informationen
- ✓ Unterstützung der Zusammenarbeit in Teams und Steigerung der Mitarbeiterproduktivität
- ✓ Geringerer Schulungsbedarf für die Bedienung von Geschäftsanwendungen
- ✓ integriertes Risiko- und Compliancemanagement (people_Ready)

Produkt-Entwicklung:

VIPROCOM Ltd.
Office 208,
4 Park Place – High Street
Killarney, Co. Kerry
Ireland
Email: info@viprocom.com
www.viprocom.com



Lösungsintegrator:

BizT@lk AG
Haid-und-Neu-Straße 7
76131 Karlsruhe
Germany
Tel.+49 721 933 8010
Email: info@biztalk-ag.de
www.biztalk-ag.de

BizT@lk AG

„Studentische Mitarbeiter“ gesucht im Bereich Prozess- und IT-Gestaltung für unsere Standorte Karlsruhe und Killarney, Irland

Wir bieten Ihnen die Chance, neue Prozessgestaltungsmethoden und die neuesten Technologien von Microsoft kennen zu lernen und diese in unterschiedlichen Entwicklungs- und Forschungsprojekten einzusetzen. Erwartet werden hierfür Kenntnisse in der Modellierung und Planung von Geschäftsprozessen, unterstützende IT-Architekturen sowie ein hohes Maß an Einsatzfreude und Flexibilität. Bewerbungen senden Sie bitte an BizT@lk AG, z. Hd. Herrn Dr. Markus Herm, email: bewerbung@biztalk-ag.de

Die besten Strategien entstehen,
wenn man sich Zeit nimmt.

Baden-Württembergische Bank

Zuhören ist der Schlüssel zum Erfolg. Erst wenn wir Ihre persönlichen und unternehmerischen Ziele genau verstanden haben, können wir gemeinsam mit Ihnen passgenaue Lösungen entwickeln. Dafür nehmen wir uns Zeit und schaffen so langfristige Kundenbeziehungen, die weit über den Vertragsabschluss hinaus erfolgreich sind. Sprechen Sie mit uns, wenn Sie einen verlässlichen Partner suchen – für Ihr Unternehmen und für Sie persönlich: Telefon 0711 124-43030 oder im Internet unter bw-bank-business.de. **Baden-Württembergische Bank. Nah dran.**

BW | Bank

Up-conversion Multiplex Diagnostic Assays

Prof. Dr. rer. nat. Klemens Lorenz
Prodekan Maschinenbau
und Verfahrenstechnik (M+V)

Badstraße 24
77652 Offenburg
Tel.: 0781 205-231
E-Mail: lorenz@fh-offenburg.de

1952: geboren in Bad Lauterberg im Harz
1978: Staatsexamen
1978–1982: Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Physikalische Chemie der Universität Göttingen
1982: Promotion über die Kinetik des OH-Radikals mit ungesättigten Kohlenwasserstoff-Verbindungen mittels LIF
1982–1984: Akademischer Rat an der Universität Göttingen
1985–1990: Entwicklungsingenieur bei Litel in Freiburg in der Laser-Kreisell-Entwicklung, Projektleiter für die Entwicklung und Fertigung von Laser-Entfernungsmessern
1991: Professur an der Hochschule Offenburg, Leiter des Labors Physikalische Chemie
Seit 1998: Mitglied des Instituts für Angewandte Forschung (IAF) der Hochschule Offenburg
Seit 2002: Prodekan des Fachbereichs Maschinenbau und Verfahrenstechnik



Lehrgebiete: Physikalische Chemie, Physik, Chemische Reaktionstechnik, Biophysik

Forschungsgebiete: Chemische Kinetik von Radikal-Reaktionen in der Gasphase

3.7 Up-conversion Multiplex Diagnostic Assays

Prof. Dr. rer. nat. Klemens Lorenz
Carlos Barragán M.Sc.

Introduction

Biological markers in medicine are usually considered diagnostic or prognostic tools in the treatment of serious illness. The University of Applied Science in Offenburg being partner in a BMBF project (Bundesministerium für Bildung und Forschung) together with Stratec biomedical systems, AnDiaTec, Spitzmüller AG and Freiburg Materials Research Center are investigating a new method to detect rare illness. This project is known as “Up-conversion Multiplex Diagnostic Assays” (UNDAM). Integrating in it different sciences and technologies like Optics, electronics, Nanotechnology and biotechnology to contribute into major advances in medical diagnostics, molecular biology and cell biology.

UNDAM Project

To understand better, what is this project about, it is important to describe the keywords used in the project’s name. The first important word is “assay”. An assay is an analytical procedure to test the properties and/or composition of organic substances, metals, drugs, or other materials by chemical means. Nowadays, there are a large number of different procedures or so called “assays”. Just to mention some of these assays or procedures that already exists: antigen capture assay, bioassay, immunoassay, microbiological assay, stem cell assay, and many others.

In medicine, the test usually determines a chemical substance in the human body. For this, the medicine uses the Spectroscopy, which studies the interaction between radiation and matter as a function of wavelength. In other words, it analyzes the dispersion of an object’s light into its component colours. Here is where the second keyword takes relevance “Up-conversion”.

What is Up-conversion?

When a medium emits fluorescence as a consequence of being excited with incident light, the wavelength of the fluorescence is usually longer than that of the exciting light (Fig. 3.7-1).

This means that the photon energy is reduced. However, under some circumstances *up-conversion fluorescence* can occur, where the wavelength of the emitted light is shorter. This is possible via excitation mechanisms which involve more than one absorbed photon per emitted photon.

This is a rather unusual process since low energy photons are “converted” to higher energy photons. At least two NIR photons are required to generate one VIS photon.

Up-conversion can only occur in materials in which multiphonon relaxation processes are not predominant, thus allowing more than one metastable excited state. In rare-earth compounds, the 4f or 5f electrons are efficiently shielded and thus not strongly involved in the metal-to-ligand bonding. As a consequence, electron-phonon coupling to f-f transitions is reduced, and multipho-

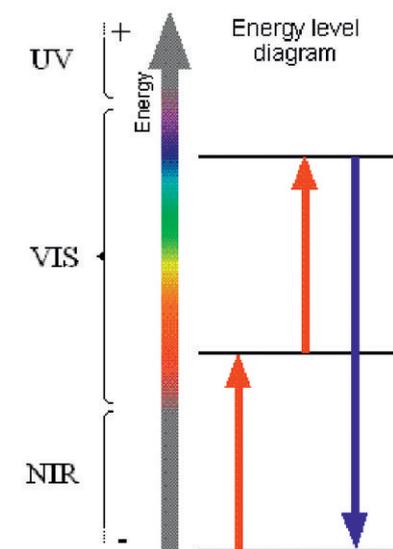


Fig. 3.7-1: Up-conversion energy level diagram

non relaxation processes are less competitive. The phenomenon of up-conversion is therefore most common and best studied in materials containing lanthanide ions. But there are also transition-metal systems and rare-earth / transition-metal combinations which show this phenomenon.

In the following figure (Fig 3.7-2) is shown the emission spectrum of the Up-conversion Phosphors, provided by Phosphor Technology Ltd (England). The spectrum was obtained in the chemistry lab of the University of Applied Sciences Offenburg. The following products were analyzed: PTIR475, PTIR545, PTIR550 and PTIR660; these powders were obtained in a particle size between 800 nm and 15 μm , and submitted to an ablation process, developed in the University specially to reduce the size of this particles into the rage of nanoparticles. Due to the nature of this process was suspected that the up-conversion phosphors could loose some of their optical properties, but the nanoparticles spectrums show, that the optical characteristics remain intact after the process of ablation.

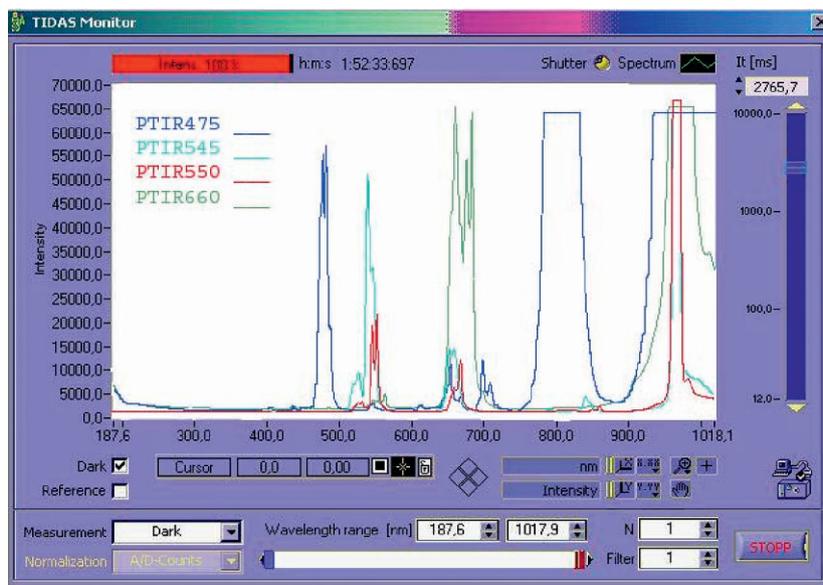


Fig. 3.7-2: Emission spectrum of the up-conversion phosphors

The figure 3.7-3 shows the PTIR475 obtained directly after applying the Laser Ablation Method. It is possible to observe that the particles emit a light of blue colour (475 nm) after being excited by a laser of 980 nm (NIR).

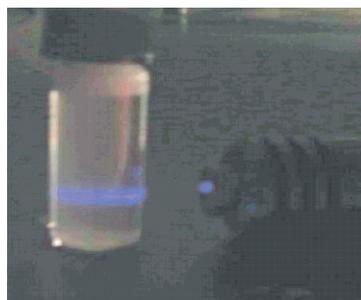


Fig. 3.7-3: Up-conversion phosphor, excited with a NIR laser (980 nm)

An important advantage of the up-conversion method over the methods used nowadays, that in the last one normally UV (ultra-violet) light is used. Unfortunately the utilization of UV sources involves some disadvantages in some cases, including the destruction of virus or bacteria that produce the illness.

An image tells more than thousand words, and in order to understand which role the up-conversion in the UNdam project plays. Figure 3.7-4 shows a schematic illustration of an antibody bonded to nanoparticle coated with a silica shell. The silica shell allows biocompatibility between the nanoparticle and the antibody; otherwise the compound of the nanoparticle would destroy the antibody.

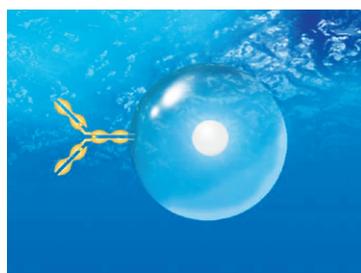


Fig. 3.7-4: Coated nanoparticle bonded to an antibody, schematics

And the last, but not least, important keyword is "Multiplex", it implicates the possibility to detect not only one, but several different illnesses running just one test. That will be possible if every different type of antibodies is connected to a specific coloured of nanoparticle. In Figure 3.7-5 three different colours of nanoparticle connected to a three different antibodies are presented. These are excited with a laser beam, using the up-conversion concept.

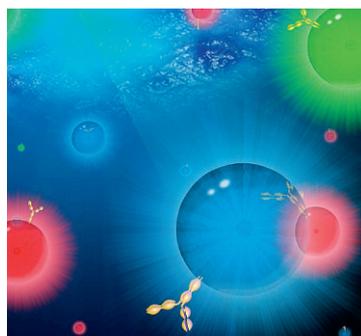


Fig. 3.7-5: Up-conversion multiplex assays, schematic concept

Acknowledgements

This work is funded by the Federal Ministry of Education and Research (Bundesministerium für Bildung und Forschung).

Thanks to Prof. Dr. Bernd Spangenberg for his valuable help to carry out the measure of the nanoparticle spectrum.

References

- [1] P. Löper, J.C Goldschmidt: Efficient Up-conversion Systems for Silicon solar Cells, Conference Solar Energy, Milan, Italy, Sept. 2007
- [2] Edward L. Wolf: Nanophysics and Nanotechnology, Second updated and enlarged Edition, Wiley-Vch, 2006
- [3] Ashutosh Sharma, Stephen G. Schulman: Introduction to Fluorescence Spectroscopy, First edition. John Wiley & Sons, Inc. Canada 1999.

MIBIBZELL – Entwicklung einer mikrobiellen Brennstoffzelle

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

3.8 MIBIBZELL – Entwicklung einer mikrobiellen Brennstoffzelle

Dr.-Ing. Andreas Wilke
Prof. Dr. rer. nat. Christiane Zell
Tobias Duri

Im Allgemeinen lassen sich mikrobielle Brennstoffzellen definieren als Vorrichtungen, die in der Lage sind, chemische Energie über elektrochemische Reaktionen in elektrische Energie umzuwandeln [1]. Konventionelle Brennstoffzellen basieren auf verhältnismäßig einfachen chemischen Reaktionen. Sie benötigen Wasserstoff oder Methanol als Brennstoff und produzieren Wasser und CO_2 , im Fall von Methanol als Brennstoff. Andere Brennstoffzellen können auch kurzkettige Alkohole oder Alkane als Brennstoff verwerten, diese werden aber zumeist in einem vorgeschalteten Reformprozess in Wasserstoff umgewandelt. Die Betriebstemperaturen der konventionellen Zellen liegen im Bereich von 50 – 1000 °C. Mikrobielle Brennstoffzellen arbeiten dagegen unter milden Bedingungen (20–40 °C) zumeist in neutralem pH-Bereich. Diese Eigenschaften können sehr vorteilhaft sein, wenn hohe Temperaturen oder extreme pH-Bedingungen unerwünscht sind. Biologische Systeme können zudem ein wesentlich größeres Substratspektrum verwerten als konventionelle Brennstoffzellen, um elektrische Energie zu erzeugen. Neben dem Vorteil der CO_2 -neutralen Stromerzeugung sollte außerdem nicht unerwähnt bleiben, dass es sich bei den Substraten der mikrobiellen Brennstoffzelle

zumeist um industrielle/kommunale Abwässer handelt. Anstelle einer kostenintensiven Abwasserbehandlung in entsprechenden Klärstufen werden hier die organischen Bestandteile zusätzlich energetisch genutzt und erzielen somit noch einen positiven betriebswirtschaftlichen Effekt.

Funktionsweise der mikrobiellen Brennstoffzelle (MBZ)

Eine mikrobielle Brennstoffzelle unterscheidet sich von einer herkömmlichen Brennstoffzelle darin, dass die erzeugten Elektronen nicht von molekularem Wasserstoff stammen, sondern diese von der Biomasse direkt oder über eine entsprechende Redoxkomponente (Mediator) an der Anode abgegeben werden.

In der MBZ können Bakterien verwendet werden, die anstelle von Sauerstoff als terminalen Elektronenakzeptor, Elektronen auf elektrische Leiter übertragen können. Bei diesen Bakterien ist im Gegensatz zu anderen Bakterienarten das Elektronentransport-Protein auf der Außenseite der Bakterienzellmembran lokalisiert, z. B. bei *Shewanella putrefaciens*. Durch dieses Protein können die Elektronen von der Zelle auf eine elektrisch leitende Elektrode einer Brennstoffzelle übertragen werden. Die ebenfalls bei diesem Prozess entstehenden Protonen diffundieren durch die protonenselektive Membran in den Kathodenraum. An der belüfteten Kathode werden anschließend die Protonen mit Luftsauerstoff zu Wasser oxidiert. Die grundsätzliche Funktionsweise der mikrobiellen Brennstoffzelle ist in Abbildung 3.8-1 dargestellt [2].

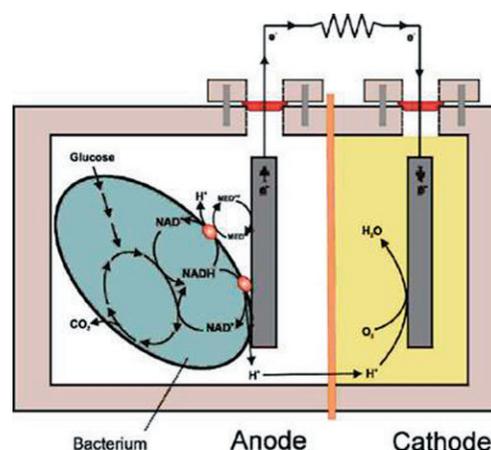


Abb. 3.8-1: Grundprinzip einer mikrobiologischen Brennstoffzelle [2]

Ergebnisse

In 2007 wurde zunächst eine mikrobielle Brennstoffzelle entwickelt, um erste Betriebserfahrungen zu sammeln, vergleiche Abbildung 3.8-2. Bei der Werkstoffauswahl der Zelle wurde darauf geachtet, ausschließlich thermostabile Materialien bis 140 °C zu verwenden, um eine Hitzesterilisation zu ermöglichen. Hierdurch konnte ein Betrieb mit nur einem Bakterienstamm ohne Fremdkontamination (monoseptische Betriebsweise) gewährleistet werden.

Für den Brennstoffzellenbetrieb wurde ein geeigneter Mikroorganismus *Shewanella putrefaciens* der Deutschen Stammsammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen (DSMZ, Braunschweig) eingesetzt.

Entsprechend Abbildung 3.8-3 [3], in der beispielhaft die Vorgehensweise zur Aufnahme der Leistungscharakteristik einer mikrobiellen Brennstoffzelle dargestellt ist, wurde der Spannungsabfall an verschiedenen Lastwiderständen gemessen. Da sich beim vorliegenden Chargenbetrieb keine stationären Zustände einstellen können (das Substrat wird mit der Zeit abgebaut und die Biomassekonzentration steigt mit der Versuchszeit), erfolgt ein Wechsel des elektrischen Widerstands erst, wenn die zeitliche Änderung der gemessenen Spannung unter 0,2 mV pro Minute liegt, also ein quasistationärer Zustand vorliegt. Nach Erreichen der Leerlaufspannung wird in der Folge der Spannungsabfall von unterschiedlichen Lastwiderständen ermittelt. Hieraus können anschließend die maximalen spezifischen elektrischen Leistungen, bezogen auf die Anodenoberfläche als charakteristische Kenngröße, unter gegebenen Betriebsbedingungen ermittelt werden.

Nach verfahrenstechnischer Charakterisierung des Anodenraums, also der Bestimmung des Verweilzeitverhaltens und der Bestimmung des Totvolumens, wurden Untersuchungen zur Optimierung des Elektrodenmaterials und zur elektrischen Anbindung der Elektroden durchgeführt.

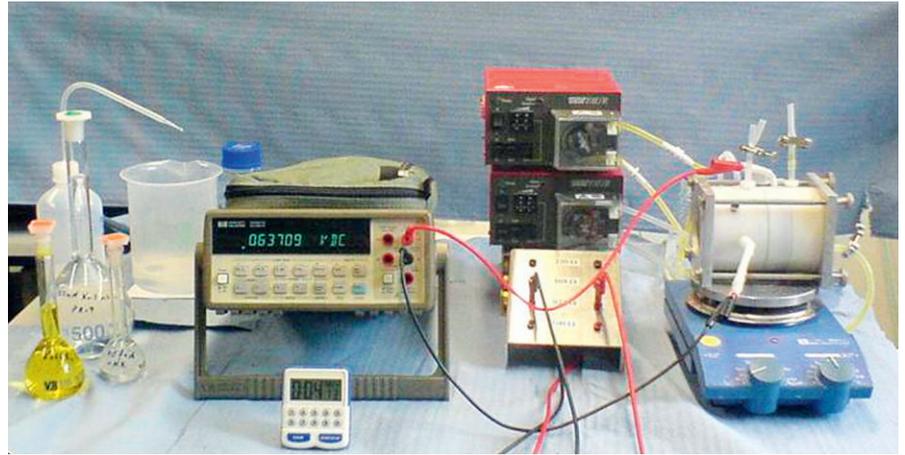


Abb. 3.8-2: Experimenteller Aufbau zur Aufnahme der Leistungscharakteristik einer mikrobiellen Brennstoffzelle. Der Aufbau zeigt die mikrobielle Brennstoffzelle (rechts im Bild), Schlauchpumpen zur Befüllung des Anoden- und Kathodenkompartiments (Bildmitte) sowie die automatisierte Messwertaufnahme (links im Bild)

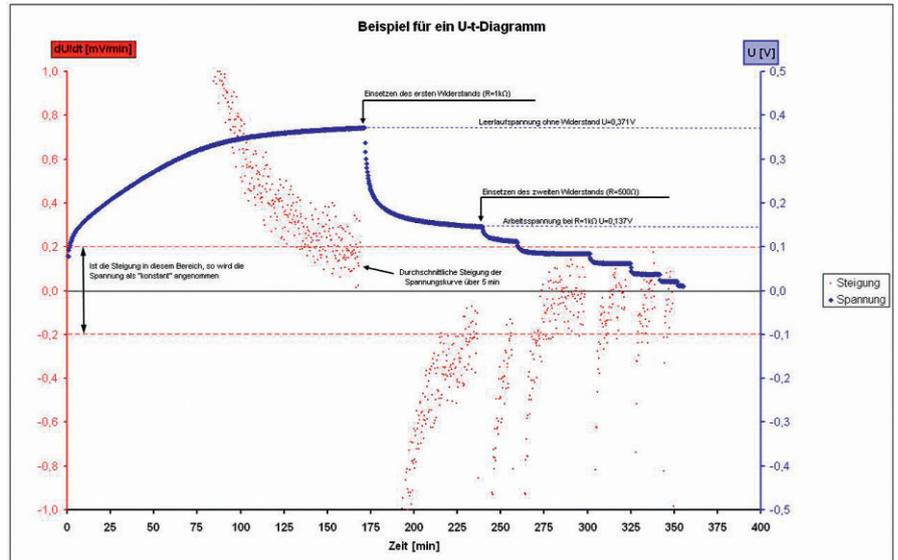


Abb. 3.8-3: Beispielhafte Darstellung zur Ermittlung der spezifischen Leistungsdichte in einer mikrobiellen Brennstoffzelle, entnommen aus [3]

Die ersten Versuche in der MBZ wurden mit Anodenmaterialien aus Graphitpapier, vergleichbar mit denen einer konventionellen Brennstoffzelle, ausgestattet. Hierbei konnte eine maximale spezifische Leistung von 56 mW pro Quadratmeter Anodenoberfläche bei einem Lastwiderstand von 100 Ohm erzielt werden. Nachteilig zeigte sich bei diesen Experimenten, dass die Oberfläche des Anodenmaterials herstellereitig hydrophobisiert ist und dass die elektrische Ableitung einen hohen Übergangswiderstand aufwies. In weiteren Versuchen wurde daher unbehandeltes Graphitelektrodenmaterial verwendet, um einen direkten Bakterienkontakt mit der Anode zu erleichtern. Weiter wurde der elektrische Ableitungswiderstand durch konstruktive Maßnahmen deutlich vermindert. Als Folge konnte unter sonst identischen Versuchsbedingungen die maximale spezifische Leistung auf 633 mW/m² (220 Ohm Lastwiderstand) deutlich gesteigert werden, vgl. Abb. 3.8-4.

Ausblick

Die Leistungsfähigkeit einer mikrobiellen Brennstoffzelle wird entscheidend durch die den Mikroorganismen angebotene Anodenoberfläche bestimmt. Aus diesem Grund ist ein wesentlicher Bestandteil der zukünftigen Arbeiten, Anodenmaterialien mit einer hohen Oberfläche einzusetzen und auf ihre Eignung in der mikrobiellen Brennstoffzelle zu überprüfen. In Frage kommen an dieser Stelle Graphitfilze oder Graphitschüttungen. Erste orientierende Versuche weisen bereits heute auf ein hohes Leistungspotenzial dieser Anodenmaterialien hin.

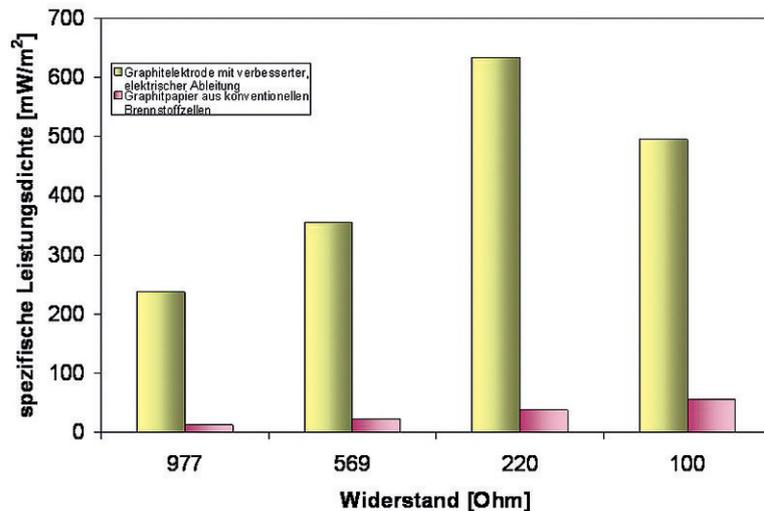


Abb. 3.8-4: Einfluss des Anodenmaterials und der elektrischen Ableitung auf die spezifische Leistungsdichte einer mikrobiellen Brennstoffzelle bei verschiedenen Lastwiderständen

Der Einsatz unter realen Bedingungen erfordert eine kontinuierliche Beschickung des Anodenraums mit Abwasser. Die momentan zur Verfügung stehenden Brennstoffzellen sind jedoch nur für den Batchbetrieb ausgelegt. Aus diesem Grund werden weitere Arbeiten zum Ziel haben, einen kontinuierlich betriebenen Festbettreaktor als Anodenkompartiment zu entwickeln.

Referenzen

- [1] Bullen, R. A., T. C. Arnot, et al.: Bio-fuel cells and their development. *Biosensors and Bioelectronics* 21 (11): 2015-2045, 2006
- [2] Logan, B. E., B. Hamelers, et al.: Microbial fuel cells: methodology and technology, *Environmental Science & Technology* 40 (17): 5181-92, 2006
- [3] Matern, A.: Nachweis und mathematische Beschreibung des biomassabhängigen Leistungspotentials von *Shewanella putrefaciens* in einer mikrobiellen Brennstoffzelle. Fakultät M+V Biotechnologie. Offenburg, Hochschule Offenburg. Studienarbeit, 2008

Bauen für
die Zukunft

Chance und
Verantwortung

iw
BAU

Wohnbau

Industrie-/Gewerbebau

Projektsteuerung

Projektentwicklung

Energiekonzepte

IW Bau GmbH

Auf der Ziegelbreite 14

79331 Teningen

Tel. 07663 / 91 35 42

Fax 07663 / 91 35 92

www.iw-bau.de

info@iw-bau.de

Ideen
suchen
Produzenten.

Produzenten
finden
Ideen.

www.tlb.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.

TLB

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

BLASI
AUTOMATISCHE TÜRANLAGEN

BLASI gehört zu den bedeutendsten Herstellern
automatischer Türanlagen weltweit.

■ Wir produzieren ein umfassendes Programm an automatischen Türanlagen, wie z. B. Schiebetüranlagen, Karusselltüranlagen, Rund- und Halbrundschiebetüren, Anlagen mit Unterflurantrieb, Sicherheitstüranlagen, Trennwandsysteme und automatische Türen für den Privatbereich.

Fordern Sie unsere informativen Unterlagen an. Wir freuen uns.

BLASI GmbH, Carl-Benz-Str. 5-15, 77972 Mahlberg, Tel. 0 78 22 / 893-340

Fax 0 78 22 / 893-349, Mail Info@BLASI.info, www.BLASI.info

BLASI
AUTOMATISCHE TÜRANLAGEN

Neubau | Umbau |
Modernisierung

- schlüsselfertig
- zuverlässig und preisgünstig

Bau-Cooperation
Beraten und Bauen GmbH
Badstraße 24 a, 77652 Offenburg

(bei der Fachhochschule)
Telefon 07 81/9 19 18 60
Telefax 07 81/9 19 18 70

info@bau-cooperation.com

www.bau-cooperation.com

Aktuelle Angebote im Internet

Wir schaffen
für Innovationen.

Raum

BAU.
COOPERATION
Wir machen Ihnen Platz

Online-Identitäten durch Communities und Web-2.0-Anwendungen

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 + 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

Seit 2006: Prodekan der Fakultät

Seit 2007: Dekan der Fakultät M+I



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

4.1 Online-Identitäten durch Communities und Web-2.0-Anwendungen

Prof. Dr. Thomas Breyer-Mayländer

Die Deutschen sorgen sich sehr um ihre informationelle Selbstbestimmung. Ein Indiz dafür sind nicht nur Diskussionen über den Datenschutz bei der Nutzung von Cookies auf Websites, sondern auch die Diskussionen und Gerichtsurteile um die Volkszählungsversuche der achtziger Jahre. Auch in Bezug auf Direct Mails ist hierzulande eine restriktive Handhabung des Rechtsrahmens die Norm. Gänzlich anders verhalten sich jedoch viele Nutzer beim Umgang mit Web 2.0-Anwendungen. Insbesondere soziale Netzwerke haben mittlerweile einen beträchtlichen Datenumfang angenommen und werden daher auch gezielt zur Personalarbeit oder für andere Recherchezwecke herangezogen. Um die künftige Funktion dieser Plattformen für Wirtschaft und Gesellschaft zu verstehen, muss man sich mit Beweggründen der Nutzer und Wachstumsverlauf auseinandersetzen. Zahlreiche Diplomarbeiten, aber auch Auftragsstudien im Bereich Medienmanagement der Hochschule Offenburg haben sich daher in den vergangenen Monaten mit diesem Phänomen beschäftigt [1].

Web 2.0 und Communities als Phänomen

Web 2.0 bezeichnet seit 2004 die sozialen Phänomene im Internet. Mit zahlreichen Schlagwörtern wie „Mitmach-Web“ oder „VertrauensInternet“ werden dabei einzelne Aspekte in den Vordergrund gerückt. Dabei sind zahlreiche hierbei eingesetzten Technologien zwar erst in den vergangenen Jahren zur Marktreife entwickelt worden, dennoch sind einige Anwendungen und auch Marken des Phänomens Web 2.0 bereits seit Jahren verfügbar. Anwendungen wie das „collaborative filtering“, mit dem amazon auf Basis der vielen Transaktionen Empfehlungen für den Nutzer ausspricht („Käufer, die dieses Buch gekauft haben, haben auch folgende Produkte erworben“), sind bereits seit Mitte der neunziger Jahre verfügbar. Dennoch haben viele Funktionen und Plattformen, die dem Internet eine soziale Dimension verleihen, erst seit wenigen Jahren den großen Erfolg erzielen können, für den sie heute stehen. Beispielhaft ist das Business-Netzwerk „Xing“, das unter dem früheren Namen „OpenBC“ von Beginn an gute Wachstumszahlen verzeichnen konnte, während ähnliche Produkte in früheren Phasen nicht die Beachtung bei den Nutzern fanden und daher am Ende auch nicht so erfolgreich waren.

Diese Beispiel zeigt, dass gerade die sogenannten „Communities“, d. h. Netzwerke, die von sozialen Komponenten geprägt sind [2], in den vergangenen Jahren einen außerordentlichen Zulauf hatten. Die Medienbranche, dominiert von Betreibern klassischer Medien wie Zeitungen, Zeitschriften oder Rundfunkprogrammen, haben längst auf diesen Trend reagiert. Die Verlagsgruppe Georg von Holtzbrinck hat sich für einen hohen zweistelligen Millionenbetrag die Online-Plattform „StudiVZ“ einverleibt, auf der sich vorrangig Studierende deutscher Hochschulen vernetzen und damit auch ihre Persönlichkeitsprofile, Themeninteressen und Konsumpräferenzen mitteilen. Durch den Netzeffekt, wonach der Nutzen eines sozialen Netzes mit der Zahl der daran angeschlossenen Teilnehmer/-innen exponentiell wächst, konnte StudiVZ ein rasantes Wachstum verzeichnen, sodass die zählbaren Erfolge bei Nutzungszeit und -intensität schon rasch die der traditionellen Massenmedien im Netz überflügeln konnte.

Rolle des Nutzers durch Partizipation

Wie kommen nun diese außerordentlich hohen Nutzerzahlen zustande? Letztlich unterscheidet sich die Arbeitsweise von Web 2.0-Angeboten und herkömmlichen Medien im Internet fundamental. Durch die Tatsache, dass sowohl Nutzer als auch PR-gesteuerte Internetquellen

eine neue Rolle im Rahmen der vermittelten Webkommunikation einnehmen, wird deutlich, dass ein Großteil der Nutzung nicht auf klassisches Abfragen von Inhalten beruht, die von einer traditionellen Redaktion erarbeitet und aufbereitet wurden. Die Dynamik der Websites hängt daher sehr stark davon ab, ob es gelingt, ausreichend viele motivierte und qualifizierte Nutzer zum Mitmachen zu überreden bzw. zu motivieren. Durch die Partizipation der Nutzer verändert sich auch die Rolle der inhaltlich Verantwortlichen, die vom Redakteur zum Community Manager mutieren müssen. Dabei spielt die Definition der richtigen Messkriterien eine entscheidende Rolle, wenn es darum geht, den Erfolg der einzelnen Web 2.0-Plattform zu messen und zu beurteilen [3]. Offen ist in vielen Fällen das Geschäftsmodell. So ist es für die Communities mit einer starken Orientierung an Nachrichten nach wie vor schwierig, Online-Werbeformen so in das Angebot zu integrieren, dass die Nutzer sich nicht in der Nutzung behindert fühlen und die Plattform verlassen oder meiden [4]. Die Nutzung der auf sozialen Netzwerken geparkten Daten beispielsweise ist ebenfalls stark beschränkt, sodass man nicht alle theoretisch denkbaren Vermarktungsmöglichkeiten realisieren kann. Soziale Netzwerke profitieren im Unterschied zu den Nachrichtenplattformen dabei vom Netzefekt und dem Lock-in-Effekt. Der Netzefekt hat zur Folge, dass der Nutzer auch dann bei der großen Plattform bleibt, wenn sie ihm nicht mehr zu hundert Prozent gefällt, da z. B. die Werbung zugenommen hat. Schließlich möchte er ja mit möglichst vielen Teilnehmern aus seinem Umfeld den Kontakt halten. Der hohe Aufwand, bis man das eigene Profil in einer Datenbank platziert hat, hält viele davon ab, diesen Aufwand durch Mehrfachmitgliedschaften bei unterschiedlichen Plattformen zu vervielfältigen.

Datenmenge und Nutzungsmotive
Beeindruckend ist in diesem Zusammenhang auch die Datenmenge, die bei der Nutzung der einzelnen Plattformen anfällt. Die Datensammlung und -generierung aus Sicht der Betreiber beginnt bereits bei den Registrierungsvorgängen. Hier werden auch gezielt Daten genutzt, um nicht nur die Services anzupassen, sondern auch um bereits an dieser Stelle Möglichkeiten der Vermarktung aufzu-

Pageviews surpassed traditional media

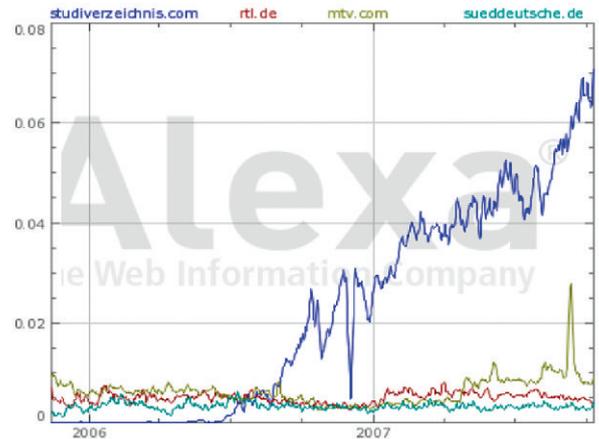


Abb. 4.1-1: Erfolg von StudiVZ im Vergleich zu traditionellen Massenmedien im Internet
Quelle: Bemmann 2007, S. 14

Abbildungsnachweis

Bemmann, Dennis; studiVZ & SchülerVZ; Vortrag und Präsentation auf dem Fachtag Web 2.0 der ZV GmbH am 30. Oktober 2007 in Köln

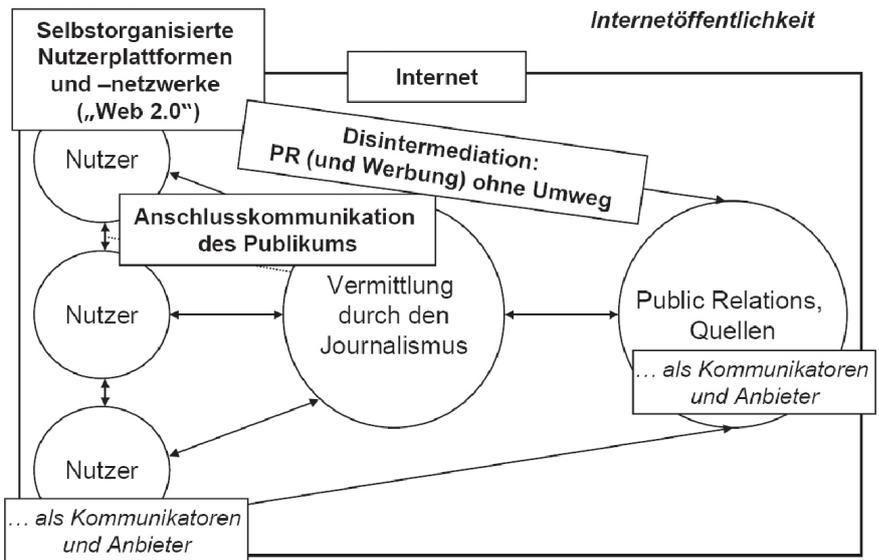


Abb. 4.1-2: Neue Formen der Internetöffentlichkeit
Quelle: Neuberger, 2007, S. 16

Abbildungsnachweis

Neuberger, Christof; Perspektiven und Probleme der Partizipation im Internet; Vortrag und Präsentation auf dem Fachtag Web 2.0 der ZV GmbH am 30. Oktober 2007 in Köln

nehmen [5]. Die zahlreichen im Netz hinterlassenen Spuren können nun über Metasuchmaschinen, die sich auf Personensuche spezialisiert haben, zusammengefasst werden, sodass völlig neue Profile entstehen. Plattformen wie z. B. Yasni.de können zwar nicht alle gestellten Aufgaben bei einer Personensuche im deutschsprachigen Raum erfüllen, dennoch entsteht hier eine zusätzliche Macht, die auf die digitale Identität einzelner Einfluss nimmt. Dieser Einfluss wirkt sich auf die Personalarbeit, aber auch auf das Kooperationsmanagement aus, da die virtuelle Identität maßgebend wird für die Chancen, als Partner akzeptiert zu werden. Dienstleister wie ReputationDefender.com bieten daher bereits gezielt an, sich um unliebsame Einträge im Netz zu kümmern.

Web 2.0 und Personalarbeit als Beispiel

Im Bereich Medienmanagement der Hochschule Offenburg wurde eine Studie durchgeführt, bei der 480 Personalverantwortliche dazu befragt wurden, ob und wie sie soziale Netze und Online-Communities für die eigene Arbeit nutzen [6]. Knapp die Hälfte der antwortenden Unternehmen (44,7 %) [7] nutzt das Internet bei der Personalrecherche. Dabei werden neben Suchmaschinen (u.a. Google, Yahoo, MSN) auch Personalplattformen wie JobPilot und Monster sowie die gängigen sozialen Netzwerke wie Xing und StudiVZ genutzt. Nur ein Fünftel der antwortenden Personalverantwortlichen nutzt dabei das Internet zur Überprüfung von Lebensläufen [8]. Bei Personalrecherchen überwiegt das Interesse an neuen potenziellen Mitarbeitern; nur selten wird über das derzeit beschäftigte Personal auf diesem Weg nachgeforscht [9]. Das Engagement künftiger Mitarbeiter in fachlich klar profilierten Foren wird generell positiv bewertet. Wichtiger als die Anhäufung renommierter Kontakte wird die fachliche Profilierung der Kandidaten eingestuft [10].

Wenn man sich bei den Befragten auf die Rechercheprofis der Branche, die Headhunter, konzentriert, ergeben sich ebenfalls deutliche Anzeichen dafür, dass die digitale Identität eine entscheidende Rolle spielt und vor allem künftig spielen wird. Eine von der „Wirtschaftswoche“ veröffentlichte Studie des Bundesverbands Deutscher Unternehmens-

berater (BDU) ergab, dass im Jahr 2007 34 % der Personalberater Lebensläufe, Referenzen etc. via Internet gegenprüfen. Dies ist gegenüber dem Vorjahr ein Zuwachs von 6 % [11].

Für viele Bewerberinnen und Bewerber, die sich gerade um die höher qualifizierten Tätigkeiten, d. h. die typischen akademischen Berufsgruppen, bemühen, stellt das eigene Themen- und Interessenprofil im Internet eine Visitenkarte dar, die momentan wenig professionelle Beachtung durch die Bewerber erfährt, in Zukunft jedoch eine große Bedeutung durch verändertes Auswahl- und Rechercheverhalten der Firmen erlangen kann [12].

Aber auch Firmen müssen sich zunehmend mit ihrer Identität im Web 2.0-Kontext beschäftigen. Denn auch hier kann das im Netz hinterlegte Image dazu führen, dass bestimmte Geschäftskontakte nicht mehr genutzt werden können oder die eigene Firma bei Kontaktgesprächen schon gar nicht mehr in die engere Auswahl kommt. Boykottaufrufe, Hass-Seiten, Mitarbeiterkritik im Netz sind nur eine kleine Auswahl der möglichen Problemfelder der Reputation. Hier muss durch präventives Monitoring [13] und eine eigene Kommunikationsstrategie das Unternehmen versuchen, die Kontrolle und Informationshoheit zu behalten bzw. wieder zurückzugewinnen.

Referenzen

- [1] Löffel, Marc; COMMUNITIES IM NETZ: „Chancen und Perspektiven einer Community, Vorstellung eines Businessmodells“, Diplomarbeit an der Hochschule Offenburg, August 2006, Wunsch, Marc; „Marktanalyse und Positionierung für ein General Interest Social Network“; Diplomarbeit an der Hochschule Offenburg, August 2006, Witt, Stephanie; „Web 2.0 Auswirkungen auf das Personalmanagement“ – Studienarbeit im Studiengang Medien und Informationswesen; Hochschule Offenburg 2007
- [2] Vgl. Löffel, Marc; COMMUNITIES IM NETZ: „Chancen und Perspektiven einer Community, Vorstellung eines Businessmodells“, Diplomarbeit an der Hochschule Offenburg, August 2006; S. 5

- [3] Vgl. Breyer-Mayländer, Thomas; Online-Marketing-Controlling: „Aktuelle Instrumente richtig einsetzen“; Management Circle Fachtagung „Der Online-Marketing-Controller“, Frankfurt, 27. August 2007
- [4] Vgl. Kolbrück, Olaf: „In der Zwickmühle“; in: Horizont 45/2007; S. 36
- [5] Vgl. Panten, Gregor: „Internet-Geschäftsmodell Virtuelle Community“; DUV Verlag Wiesbaden, 2005; S. 276
- [6] Witt, Stephanie: „Web 2.0 Auswirkungen auf das Personalmanagement“ – Studienarbeit im Studiengang Medien und Informationswesen; Hochschule Offenburg 2007
- [7] Witt, 2007; S. 22
- [8] Witt, 2007; S. 23
- [9] Witt, 2007; S. 24
- [10] Witt, 2007; S. 25
- [11] Mai, Jochen: „Schein wird sein“; in: Wirtschaftswoche 44/2007; S. 133
- [12] Derichs, Lothar: „Schatten der Vergangenheit“; in: Innovation 4/07; S. 8f.
- [13] Wolff, Peter: „Internet-Monitoring: So schützen Sie Image und Marke gegen Internetattacken“; experte Verlag Renningen 2005; S. 33

KÜHLER HAUGG

Erfolge 2007

Opel Sportpokal Platz 1 und 2

Toyota Sportpokal Platz 1 und 2

Dt. Rallye Meisterschaft



Vizemeister Myathletz

Maximale Kühlleistung seit 1891

Best cooling performance since 1891

**Kühler • Wärmetauscher und Kondensatoren
Radiators • coolers • heat exchangers and condensers**

Schwarzweider Metallwarenfabrik Haugg GmbH

An der Gutach 1 • D-78086 Trilsberg

Tel. +49 (0) 77 22 / 98 38-0 • Fax +49 (0) 77 22 / 98 38-39

haugg@schwarzweider-metall.de

www.schwarzweider-metall.de • www.haugg-group.com

fritsch
ELEKTRONIK

entwickelt und fertigt
kundenspezifische
elektronische Baugruppen
und Geräte.

**Ihr Partner von der Idee
bis zum fertigen Produkt**

Fritsch Elektronik GmbH
Gewerbstraße 37
D-77855 Achern-Ölsbach
Tel. 07/41/7804-0 Fax 07/41/78264
E-Mail: info@fritsch-gmbh.de
Internet: <http://www.fritsch-gmbh.de>



ARMBRUSTER
Einrichtungs
Systeme

ARMBRUSTER GMBH
Tel. 0 78 02 - 70 18 0
Fax 0 78 02 - 70 18 - 40
info@armbruster-gmbh.de

„ZYLINDER NACH MAß“

Neben Spezialausführungen nach Kundenwunsch, genauestens abgestimmt auf die jeweiligen Bedürfnisse, fertigen wir auch Hydraulikzylinder nach HEB-Standard und DIN/ISO



- in Rund- und Blockbauweise
- mit Signalwirkung
- integrieren Wegmeßsystemen
- externer Hubabfrage
- mechanischer Verriegelung

Wenn Sie einen kompetenten Partner für individuelle Lösungen suchen, nehmen Sie mit uns Kontakt auf.

HEB Hydraulik-Elementebau GmbH
Postfach 100117, D 79120 Freiburg
Tel. 07 61/130 99-0, Fax 07 61/13 50 66
e-mail: info@heb-zyl.de
www.heb-zyl.com

4.2 Web-TV-Anforderungen für Online-Plattformen der Print-Verlage

Prof. Dr. Thomas Breyer-Mayländer

Web-TV und IP-TV

Die deutschen Presseverlage haben seit dem vergangenen Jahr mehr und mehr die Erwartungshaltung geäußert, dass sie vornehmlich in Online-Medien und hier wiederum in den Aufbau von Bewegtbildbereichen investieren würden [1]. Dabei muss man begrifflich eine Unterscheidung zwischen Web-TV und IP-TV vornehmen. Während letzteres lediglich auf die technische Übertragung Bezug nimmt und damit klassisches Fernsehen als Geschäftsmodell zugrunde legt und oft ein TV-bezogenes inhaltliches Format auf Basis von IP-Netzen verbreitet, bezieht sich Web-TV auf die Formate, die neu als Internetfernsehen entstehen [2]. IP-TV beschreibt als Innovation rückkanalfähige TV-Formate auf digitalen Endgeräten, die Video-on-Demand, Festplattenrekorder (Personal Video Recorder: PVR) und weitere Anwendungen ermöglichen. Bei Web-TV hingegen können die klassischen Abruftechnologien des Internet zur Verbreitung von Video-Infos genutzt werden. Damit ist Web-TV aus der Marktentwicklung heraus betrachtet eine Technologie, die typischerweise in nicht genormter Qualität den Abruf von audio-visuellen Inhalten am PC gestattet und nicht direkt in die Entwicklung des digitalen TVs einbezogen ist.

Web-TV als Massenphänomen

Web-TV ist daher aus Sicht vieler potenzieller Betreiber ein Schritt zur Demokratisierung des Fernsehens, denn die Markteintrittsbarrieren sinken dramatisch. Nach Auffassung der meisten Betreiber [3] handelt es sich dabei auch nicht um Rundfunk, sodass die Lizenzierungsproblematik fehlt. Diese niedrigen Markteintrittsbarrieren auf der formalen Seite werden durch sehr niedrige Eintrittsschwellen auf der Seite der Technologie ergänzt. Mit dem neuen Berufsbild des VJ (Videojournalisten) verknüpfen sich auf Seiten der Website-Betreiber nicht nur die Hoffnungen auf die Beschäftigung preiswerter Mitarbeiter, sondern die sehr kostengünstige Videotechnik senkt zusätzlich die Hemmschwelle, in diese neuen Produktbereiche zu investieren. Die derzeit bereits im Internet

verwendbaren Kameras und Schnittprogramme sind natürlich aus Sicht professioneller Anwender stark limitiert, sie reichen jedoch aus, um mit Video-on-Demand-Diensten im Internet aktiv zu werden. So ist die Zahl der Betreiber in Deutschland mit mehr als 660 Web-TV-Angeboten auf ein beachtliches Niveau geklettert [4]. Neben privaten und öffentlich-rechtlichen TV-Sendern sind diese Institutionen (Parteien, Kirchen etc.), Großunternehmen und andere Medienunternehmen wie z. B. Presseverlage, die diese neue Medienform nutzen. Die ursprüngliche Markterwartung, dass die zunehmenden Möglichkeiten der Verbreitung audio-visueller Inhalte im Internet, die durch die besseren technischen Übertragungswege entstehen, zu einer stärkeren Stellung der TV-Sender im Internetmarkt führen wird, hat sich bislang nicht in dieser Form bestätigt. Die Nutzung audio-visueller Inhalte läuft derzeit vor allem über Web-TV im Segment von user-generated content und plattformgesteuerten Videos. Die internationalen Anbieter wie „YouTube“ und „Myspace“ sowie die vielen nationalen, regionalen und themenspezifischen Portale konnten hier eine

Entwicklung auslösen, die sich von den klassischen TV-Formaten entfernt.

Mindestanforderungen an Qualität aus Sicht der Markenführung

Für die Betreiber der neuen Dienste stellt sich nun die Frage, welche neuen Formate anstelle der bisher etablierten Serien und Spielfilmformate treten werden. Entscheidend ist dabei bereits die Länge der Beiträge. Im Internet liegt bei sehr vielen Plattformen die zeitliche Obergrenze der Beiträge bei 1:30 min, und im Sinn der Ergonomie sollten die Nutzer immer über die Länge des Beitrags informiert sein und die Möglichkeit haben, während des Abspielens über den Player einzugreifen und auch die noch verbleibende Restzeit abzulesen. Aufgrund des hohen Aufwands haben selbst regionale Anbieter sich teilweise von klassischen Nachrichtenformaten abgewandt und bieten statt dessen Themen an, die sich z. B. bei Zeitungsverlagen aus den aktuellen Redaktionskonferenzen ergeben oder aufgrund aktueller Ereignisse notwendig werden [5]. Das Beispiel Main-Netz-TV des „Main-Echos“ Aschaffenburg zeigt hier klare Präferenzen auch auf Seiten der Nutzer:

Quelle

Eymann, Ulrich; Videonachrichten mit Lokalkompetenz – Das Beispiel mainnetz TV; ZV Seminar; Berlin 5.2.2007; S. 6



Abb. 4.2-1: Formate für inhaltliche Struktur

Mindestanforderungen an Qualität aus Sicht der Markenführung

Wer fertigt nun diese Formate und Beiträge an? Selbst in Unternehmen mit ähnlichen Voraussetzungen (z. B. regionalen Tageszeitungsverlagen) kommen hier unterschiedliche Lösungen zustande. Während die „Hessisch-Niedersächsische Allgemeine“ in Kassel hierfür vier Online-Redakteure nutzt, die neben ihrer normalen Redaktionsarbeit auch Web-TV produzieren [6], sind es beim „Main-Echo“ in Aschaffenburg die festangestellten Pressefotografen und zusätzlichen freien Mitarbeiter, die hier in die Pflicht genommen werden [7]. Hier muss darauf geachtet werden, dass unabhängig von der ursprünglichen Aufgabenstellung der dabei eingesetzten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter eine ausreichende Qualifikation für die neue Aufgabenstellung vorhanden ist. Im Sinn der Markenführung des Medienunternehmens muss sehr wohl darauf geachtet werden, welchen Anspruch man mit den einzelnen Beiträgen in den unterschiedlichen Medienformen verbindet. Um die Marke zu positionieren, werden hier im Regelfall klare Absprachen über Vor- und Abspann und die Einbindung der einzelnen Markensegmente des Medienhauses zu treffen sein [8]. Wer hier stärker auf leicht konsumierbares setzt und auch den Aspekt des „user generated contents“ so auffasst, dass unprofessionelle Beiträge ebenfalls akzeptiert werden, ist gut beraten, zweite oder dritte Markenlinien aufzubauen. Es ist dann entscheidend, dass vom Publikum der unterschiedliche inhaltliche Anspruch der einzelnen Marken innerhalb der Markenfamilie nachvollzogen werden kann.

Geschäftsmodelle und Vermarktungsmöglichkeiten

Die Hauptvermarktungsidee im Internet besteht nach wie vor in den unterschiedlichen Varianten der Werbevermarktung und des Sponsorings. Der hohe Aufwand, mit dem audio-visuelle Inhalte professionell produziert werden müssen, schlägt sich in außerordentlich ungünstigen Kostenstrukturen nieder, wenn man diese Aktivitäten mit reinen Print- oder Online-Inhalten vergleicht. Dies ist nicht nur für die Entwicklung von Web-TV-Formaten der Inhalteanbieter ein Problem, sondern trifft in demselben Maß auch potenzielle Werbungtreibende. Um hier gerade bei der Vermarktung

lokaler und regionaler Web-TV-Projekte die Einstiegsschwelle niedrig zu halten, werden oftmals von den Plattformbetreibern Komplettpakete inkl. Werbespot oder Slideshow angeboten. Dennoch bleibt auch hier die Schwierigkeit bestehen, dass die Erwartungshaltung des Publikums nicht enttäuscht werden darf. Der Werbungtreibende tut sich im Regelfall mit schlecht umgesetzten Werbemitteln nichts Gutes. Der Vergleich zur Kinowerbung, wo die Diawerbung der lokalen Werbungtreibenden oft in geradezu abenteuerlichem Kontrast zu den Werbeträgern der Hollywoodfilmstudios und den professionellen Botschaften internationaler Markenartikler stehen, mag diese Problematik veranschaulichen.

Der Kreis der potenziellen Werbungtreibenden reduziert sich daher bereits durch den hohen Produktionsaufwand für professionelle Werbemittel. Darüber hinaus ist die Werbung auch schwer planbar. Formate wie „Aktuelles“, wo neben Verkehrsunfällen spektakuläre Gerichtsurteile etc. präsentiert werden, lassen sich nicht in eine klassische Zielgruppenplanung einbeziehen, da die Struktur der Zuschauer stark vom Thema des jeweiligen Beitrags geprägt wird. Dies ist der Grund, weshalb regelmäßig wiederkehrende Themen für eine professionelle Werbevermarktung essentiell sind. Letztlich zeigt der lokale und regionale Markt derzeit ein eher verhaltenes Interesse, sodass es auch wichtig ist, die Vermarktung nicht ohne Not zu forcieren, da sonst die Gefahr der „verbrannten Erde“ besteht. Wer ohne eigentlichen Nutzen hier als Probekunde geworben hat, wird sich dies künftig gut überlegen.

Was sind nun die weiteren Erlösquellen, die sich für die Plattformbetreiber hier anbieten? Es ist zum einen Syndication, d. h. der Verkauf der eigenen Inhalte an Dritte, die diese Web-TV-Formate selbst anbieten, sowie eng damit verwandt die Auftragsproduktion z. B. für Firmen der Region. Solche Firmenporträts werden z.T. auch als redaktioneller Inhalt für die Plattform genutzt. Hier empfiehlt sich jedoch eine klare Regelung, um nicht Probleme mit der redaktionellen Unabhängigkeit zu bekommen. Weitere Vermarktungsmöglichkeiten bestehen in der Kooperation mit anderen regionalen Abspielstationen, wie z. B. Fernsehkanälen für Einkaufszentren etc.

Keine Lizenzpflicht für Abrufvideos

- Bei Videos auf Abruf handelt es sich praktisch immer um „Dienste der Informationsgesellschaft“. Eine rundfunkähnliche Lizenzpflicht für solche Dienste ist mit Art. 4 der E-Commerce-Richtlinie der EU nicht vereinbar.
- Auch die EU-Richtlinie über audiovisuelle Mediendienste (frühere Fernsehrichtlinie) sieht eine Lizenzpflicht für audiovisuelle Abrufdienste nicht vor.
- Nicht-lineare audiovisuelle Angebote im Internet (Abrufdienste) sind auch nach der aktuellen Diskussion als Telemedium und nicht als Rundfunk einzustufen und daher gemäß § 54 des Staatsvertrags für Rundfunk und Telemedien zulassungs- und anmeldefrei.
- Die Behauptung, dass bei einer Nichtüberwachung audiovisueller Inhalte im Internet durch die Landesmedienanstalten ein rechtsfreier Raum entsteht, ist – was deutsche Anbieter angeht – nicht zutreffend. Sie unterliegen selbstverständlich den allgemeinen Gesetzen und der verfassungsmäßigen Ordnung. Auch bestehen für Telemedien Regelungen für journalistische Sorgfaltspflicht, Gegendarstellung, Datenschutz, das Gebot der klaren Erkennbarkeit von Werbung, Jugendschutz etc.

• **Fazit: Web-TV muss sich entwickeln**

Web-TV ist als Möglichkeit für viele Medienunternehmen, nun auch in das Geschäft mit Bewegbildern einzusteigen, eine attraktive Möglichkeit, das bisherige Spektrum der Medienformen zu erweitern. Dabei muss jedoch darauf geachtet werden, dass die vordergründig günstige Technologie professionelles Personal und entsprechende Budget-Ressourcen voraussetzt. Die Refinanzierung ist derzeit noch schwierig realisierbar, da die hohen Produktionskosten für Werbemittel und die noch unklare Einbeziehung in die Planung des Werbe-geschäfts erschwert. Daher gewinnen Dienstleistungen und Produktionsvereinbarungen in der nächsten Zeit zunehmend an Bedeutung.

- [1] Vgl. Breyer-Mayländer, Thomas: „Medien als Zukunftsmarkt: Berater und Analysten formulieren Erwartungen an die Zukunft des deutschen Medienmarkts“; in: IAF (Hrsg.); Beiträge aus Forschung & Technik 2007; Hochschule Of-fenburg; S. 119-122
- [2] Vgl. Breunig, Christian: „IPTV und Web-TV im digitalen Fernsehmarkt“; in: Media Perspektiven 10/2007; S. 478
- [3] Eine ausführliche Argumentation hierzu aus Perspektive der Nach-richtenanbieter: Verdenhalven, Hel-mut: „Sind Nachrichtenvideos Rund-funk?“ – Eine Argumentationshilfe; 5.12.2007 Berlin (BDZV)
- [4] Vgl. Breunig, Christian: „IPTV und Web-TV im digitalen Fernsehmarkt“; in: Media Perspektiven 10/2007; S. 483
- [5] Schwarze, Till: „Mit uns näher dran – Die Strategie von HNA online“; ZV Seminar; Berlin 5.12.2007; S. 8f.
- [6] Schwarze, Till: „Mit uns näher dran – Die Strategie von HNA online“; ZV Seminar; Berlin 5.12.2007; S. 9
- [7] Eymann, Ulrich: „Videonach-richten mit Lokalkompetenz – Das Bei-spiel main-netz TV“; ZV Seminar; Berlin 5.12.2007; S. 9
- [8] Vgl. Eymann, Ulrich: „Videonach-richten mit Lokalkompetenz – Das Beispiel main-netz TV“; ZV Semi-nar; Berlin 5.12.2007; S. 5
- [9] Schwarze, Till: „Mit uns näher dran – Die Strategie von HNA online“; ZV Seminar; Berlin 5.12.2007; S. 9
- [10] Eymann, Ulrich: „Videonachrichten mit Lokalkompetenz – Das Beispiel main-netz TV“; ZV Seminar; Berlin 5.12.2007; S. 9
- [11] Vgl. Eymann, Ulrich: „Videonach-richten mit Lokalkompetenz – Das Beispiel main-netz TV“; ZV Semi-nar; Berlin 5.12.2007; S. 5

Kunststoff-Folien

und Erzeugnisse
aus umweltfreundlichen
und wiederverwertbaren
Werkstoffen



KUNSTSTOFFWERK LAHR GMBH

Tullast. 5 • 77933 Lahr • Telefon 07821/9475-0 • Telefax 07821/9475-50
www.kunststoffwerk-lahr.de info@tp-kwl.com

J. Schneider Elektrotechnik GmbH



Der Name Schneider steht seit mehr als 65 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-Elgersweiler

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

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

Dantherm Filtration - Unser Thema: Umweltschutz Verstärken Sie unser Team!



Dantherm Filtration ist heute welt-
weit einer der größten Hersteller
und Lieferanten von Systemen zur
Luftreinigung.

Dantherm Filtration GmbH
Industriestraße 9
D - 77948 Friesenheim

www.danthermfiltration.com
Tel.: +49 (0)7821/966 - 247
info.de@danthermfiltration.com

MI-Learning: ein Rahmenwerk für webbasiertes E-Learning

Prof. Dr. rer. pol. Volker Sänger
Fakultät Medien und Informationswesen (M+I)

Badstraße 24
77652 Offenburg
0781 205-135
volker.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 MI-Learning: ein Rahmenwerk für webbasiertes E-Learning

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

English Abstract:

MI-Learning is a flexible framework for the development of E-Learning lectures. It is implemented in Flash. Important issues are

- an integrated, homogenous design in each part in every lecture,
- flexible and easy to use templates, so that developers and users can focus on the content.

Currently lectures in Software Engineering, Computer Networks and Databases are under development with the *MI-Learning* framework.

1. Zielsetzung

Electronic Learning ermöglicht den Lernenden zeitlich und örtlich selbstbestimmt, unabhängig und im individuellen Rhythmus zu lernen [1], [2]. An der Fakultät M+I (Medien und Informationswesen) der Hochschule Offenburg wurden bereits E-Learning-Kurse als Ergänzung zur Präsenzlehre (in Vorlesungen, Übungen und Laboren) in verschiedenen IT-Fächern konzipiert. Damit jedoch alle Inhalte unabhängig vom jeweiligen Autor über ein einheitliches Layout und konsistente Bedienelemente verfügen, ist vorgesehen, ein Rahmenwerk zu erarbeiten, das es den Autoren ermöglicht, ihre Inhalte ohne technische Hürden und ohne Einfluss auf Layout und Bedienung zu integrieren. Gleichzeitig soll das Rahmenwerk mit dem Namen *MI-Learning* die Bedie-

nung durch die Lernenden vereinfachen, sodass sich diese ganz auf die Inhalte konzentrieren können.

Für *MI-Learning* wurden die folgenden prinzipiellen Anforderungen definiert:

- Die E-Learning-Kurse müssen webbasiert sein, sodass sie von überallher absolviert werden können.
- Beliebige Lerninhalte sollen sich einfach und schnell integrieren und modifizieren lassen. Einzelne Teile der Lektionen müssen unabhängig voneinander realisierbar sein.
- Templates sollen die Erstellung von Inhalten durch mehrere Autoren unterstützen und gleichzeitig ein Corporate Design vorgeben. Von den Autoren soll nur ein Minimum an technischem Vorwissen verlangt werden, damit auch in studentischen Arbeiten Lektionen oder Teile davon erstellt werden können.
- Der Aufbau der Kurse soll sehr flexibel sein, sodass Lernende die Reihenfolge der Arbeitsschritte selbst bestimmen können. Rücksprünge und das Verfolgen von Querbezügen müssen jederzeit möglich sein.
- Die Inhalte selbst sollen didaktischen Kriterien entsprechend aufbereitet werden. Sie sollen die Lernenden motivieren, damit sie gern und intensiv damit arbeiten, eine hohe Lerneffizienz erreichen und ihnen individuelle Lernkontrollen bieten.
- SCORM-Kompatibilität ist gefordert, damit Lektionen ausgetauscht werden können.

2. Konzeption

Zunächst wurde – unabhängig von jeglicher Software und von den Inhalten – ein Konzept für *MI-Learning* definiert, welches die grundlegende Struktur für alle Kurse, das Layout der Seiten und einheitliche Navigationselemente vorgibt.

Abbildung 4.3-1 zeigt die Struktur anhand des Kurses *Computernetze*. Der größte Bereich der Darstellung wird durch die Inhalte eingenommen. Zusätzliche Navigationselemente befinden sich im oberen und im linken Bildschirmbereich.

Unter dem Namen des Kurses (*Computernetze*) befindet sich eine Navigationsleiste, die alle Themen des E-Learning-Kurses anzeigt. Jedes Thema kann ausgewählt werden, und entsprechend der Auswahl werden in der Navigation auf der linken Seite die zugehörigen Lektionen angezeigt, die alle die gleiche Struktur aufweisen:

- *Einführung* gibt einen kurzen Einblick in das Thema.
- *Fakten* zeigt im Inhaltsbereich über eine oder mehrere Seiten hinweg die Theorie zu den Lektionen an. Über die Buttons „Next“ und „Back“ kann zwischen den Seiten vor und zurück navigiert werden.

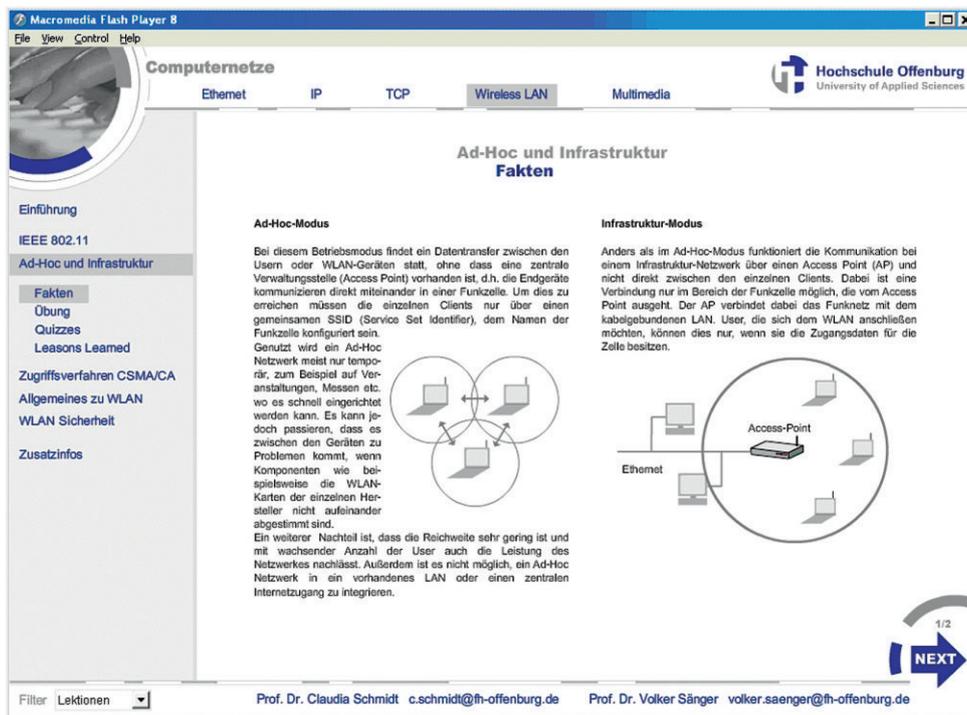


Abb. 4.3-1: MI-Learning

- *Übung* weist auf Inhalte, in denen Benutzer ihr bisheriges Wissen praktisch erlernen und überprüfen können – und dies auf möglichst motivierende Weise. Die Übungen sollen komplexe Abläufe visualisieren und dem Lernenden den interaktiven Umgang mit Algorithmen und praktischen Beispielen ermöglichen. Er wird dabei zur Lösung der graphisch oder animiert dargestellten Aufgaben aufgefordert und kann sich Lösungen anzeigen lassen.
- *Quizzes* ermöglichen graphisch ansprechend eine Wissensüberprüfung. Es wurden unterschiedliche Quiztypen (z. B. Drag & Drop, Multiple Choice mit Grafiken) analysiert und realisiert. Fehlt dem Benutzer das notwendige Wissen, so kann er jederzeit zu den passenden Fakten springen, um die Informationen nachzulesen.

- Das Strukturelement *Lessons Learned* führt dem Lernenden für eine Lektion vor Augen, was er gelernt haben sollte.
- *Zusatzinfos* enthalten weiterführende Links ins Internet bzw. Literaturhinweise zur Vertiefung des Wissens.

In Abbildung 4.3-1 ist das Thema *Wireless LAN* ausgewählt worden. Dementsprechend sind in der linken Leiste alle Lektionen zu diesem Thema aufgelistet und für die ausgewählte Lektion *Ad-Hoc und Infrastruktur* werden die vordefinierten Abschnitte *Fakten*, *Übungen*, *Quizzes* und *Lessons Learned* aufgeklappt. *Einführung* und *Zusatzinfos* umschließen das gesamte Thema. Ist ein Benutzer nicht an allen Abschnitten interessiert, sondern nur an den Inhalten der Abschnitte *Fakten*, *Übungen* oder *Quizzes*, so kann er statt der Auswahl *Lektionen* eine entsprechende Auswahl im Filter-Menü links unten treffen und erhält damit eine Sicht nur auf die Fakten, die Quizzes oder die Übungen zu jeder Lektion.

3. Realisierung

Auf Basis der geschilderten Konzeption wurden einige auf dem Markt verfügbare E-Learning-Umgebungen analysiert und getestet. Sehr schnell wurde deutlich, dass die meisten Umgebungen die geschilderten Anforderungen wie die gewünschte flexible Navigation und die gezielten Querverweise zwischen den Inhalten nicht ausreichend unterstützen. Außerdem war es bei den meisten Systemen nicht möglich, animierte oder interaktiv steuerbare Inhalte zu erstellen und bereits existierende Applikationen flexibel einzubinden. In vorangegangenen Projekten [3] wurden mit Adobe Flash bereits Erfahrungen gesammelt und dabei festgestellt, dass Flash für die Realisierung von ansprechenden, grafisch aufbereiteten Inhalten sowie animierten und interaktiven Applikationen hervorragend nutzbar ist. Da von Adobe Flash auch E-Learning-Unterstützung angeboten wird, entschlossen wir uns, ausschließlich Flash einzusetzen.

In einem ersten Schritt wurden nun detaillierte Designvorgaben definiert, die die Schriften, die Farben, die Logos, die Menüs, die Navigation sowie verschiedene Layouts für die Inhalte und vieles mehr eindeutig festlegten. Anschließend wurde das gesamte Rahmenwerk basierend auf den Designvorgaben in Form einzelner Flash-Templates implementiert. Durch die flexible Navigation hat der Lernende die Möglichkeit, zwischen Fakten, Übungen und Quizzes hin und her zu springen, um fehlende Informationen abzuholen, Inhalte praktisch zu erproben oder sein Wissen zu überprüfen. Die Datenübergabe zwischen den Templates wurde mit Hilfe von Cookies realisiert.

Insgesamt wurden bisher spezielle Flash-Templates für den Rahmen und für jeden Inhaltstyp (Einführung, Fakten, Zusatzinfos, ...) entwickelt. Weil die eigentlichen Inhalte, basierend auf den entsprechenden Flash-Templates, von unterschiedlichen Autoren ohne große Einarbeitungszeit realisiert werden sollen, wurde die Schnittstelle zwischen jedem Template-type und dem umgebenden Rahmen-template so definiert, dass nur an einer Stelle im Programmcode Übergabeparameter eingetragen werden müssen. Auf diese Weise können die Autoren weitgehend unabhängig voneinander arbeiten.

4. Aktueller Stand, Bewertung und Ausblick

Inzwischen sind alle Templates realisiert und getestet. Einige Lektionen aus den Bereichen Software Engineering, Datenbanken und Computernetze wurden mit diesen Templates schon umgesetzt und werden bereits als Ergänzung zu den entsprechenden Lehrveranstaltungen genutzt.

In vorangegangenen Projekten hat sich herausgestellt, dass eine zentrale Herausforderung guter E-Learning-Lektionen darin besteht, visuell ansprechende, spannende Übungen und Quizzes zu konzipieren und zu realisieren, die Lernenden zum Üben motivieren. Laut [4] behält der Mensch 90 Prozent von dem, was er selbst ausführt. Alle anderen Lernformen sind deutlich weniger erfolgreich. Um derart motivierende Inhalte zu erhalten, sollen die Kreativität und der Ideenreichtum der Studierenden der Fakultät Medien und Informationswesen genutzt werden. Sie werden in kleineren Projekten die Ideen entwickeln, ausar-

beiten und in Flash-Programmen umsetzen. Das Framework ermöglicht die Inhaltserstellung von Studierenden für Studierende, weil parallel viele kleine Arbeitspakete realisierbar sind und anschließend in einer Lektion zusammengefügt werden können, ohne dass der organisatorische Aufwand den Nutzen übersteigt.

Die Erkenntnisse im laufenden Projekt haben ergeben, dass die Inhalte möglichst weitgehend einheitlichen Standards folgen müssen. Gerade weil viele verschiedene Personen Inhalte produzieren, sind die Vorgaben immer weiter detailliert worden, um die homogene Präsentation und Interaktion über alle Inhalte hinweg sicherzustellen. Trotzdem ist von Seiten der Lehrenden viel Geduld und eine Menge Korrekturarbeit erforderlich, bis brauchbare Lektionen entstanden sind, die korrekte und verständliche Inhalte mit spannenden Übungen und Quizzes kombinieren und damit die Studierenden zum Selbststudium motivieren.

E-Learning-Inhalte können nicht eins zu eins aus herkömmlichen Lehrveranstaltungen übernommen werden [5]. Weil die Studierenden die vorhandenen Lektionen im Rahmen der entsprechenden Vorlesungen bereits einsetzen, sollen durch Befragungen und Analysen wichtige Erfolgsfaktoren für das E-Learning herausgearbeitet werden. Die Ergebnisse werden in weitere Lektionen einfließen. Durch diese Vorgehensweise sollen sowohl das Rahmenwerk als auch die eigentlichen Inhalte in Zyklen weiter ausgearbeitet werden, um den Nutzen für die Lernenden zu maximieren.

Derzeit sind drei Kurse im Internet unter folgenden Adressen verfügbar:

<http://mi-learning.mi.fh-offenburg.de/CNetze/Framework.swf>

<http://mi-learning.mi.fh-offenburg.de/DB/Framework.swf>

<http://mi-learning.mi.fh-offenburg.de/SWE/Framework.swf>

Literatur

- [1] Niegemann, H.M.; Hessel, S.; Hochscheid-Mauel, D.; Aslanski, K.; Deimann, M.; Kreuzberger, G.: „Kompendium E-Learning“, Springer, Berlin, 2004
- [2] Schulmeister, R.: „Lernplattformen für das virtuelle Lernen – Evaluation und Didaktik“, Oldenbourg, München, 2003
- [3] C. Schmidt. „Interaktives Webmuseum Telekommunikation“ in Tag der Lehre 05, Ulm, 2005
- [4] V. Strittmatter-Haubold, F- Ehlail. Aktivierende Veranstaltungsformen – Lehrveranstaltungen lerngerecht gestalten. Seminarunterlagen des Heidelberger Instituts für Weiterbildung, April 2006
- [5] Baumgartner, P.; Häfele, H.; Häfele K.: „E-Learning: Didaktische und technische Grundlagen“. e-Learning Sonderheft des bm:bwk, 2002



„Als Branchen-Marktführer mit Weltruf produzieren wir weltweit mit 250 Mitarbeitern Geräte und Werkzeuge (Hydraulik, Pneumatik, Elektronik) für die Flugzeugwartung und -produktion. Unser Kurs steht auf Expansion.“

0107

DIPL.-INGENIEUR/-IN

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

HYDRO-Gerätebau GmbH & Co. KG
 Ahfeldstraße 10
 77781 Biberach/Baden
Telefon: 07835/787-320
Internet: www.hydro.aero
E-mail: info@hydro.de



www.hydro.aero

EKKEHARD STEHLE

Steuerberater

Otto-Göller-Str. 8 ▲ 77716 Haslach i.K.

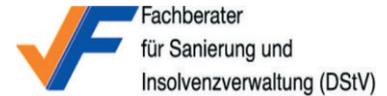
STEUERRECHTS- / BERATUNG

- zur Unternehmensnachfolge
- zur Umwandlung von Unternehmen bei Neuregelung der betrieblichen Rechtsverhältnisse
- zu Existenzgründungen
- im STEUERSTRAFRECHT

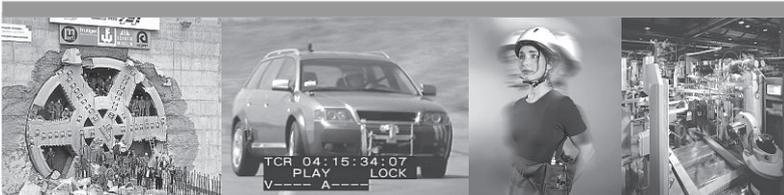
UNTERNEHMENS- / BERATUNG

Sanierungs- oder Insolvenzberatung

Nach den Richtlinien des Deutschen Steuerberaterverbandes seit 08.08.2007 anerkannter



www.stehle-steuerberater.de



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

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



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

Sonification: Akustisches Gestalten für digitale Informationswelten und audiovisuelle Medien

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“

4.4 Sonification: Akustisches Gestalten für digitale Informationswelten und audiovisuelle Medien

Prof. Dr. phil. Hans-Ulrich Werner

Zusammenfassung

Seit den 90er-Jahren bildet sich eine weltweite und interdisziplinäre Community für ‚SONIFICATION‘, die technologische fundierte Konzepte entwirft, um Signale, Botschaften, Identitätsklänge, Vorgänge, multivariate Datenströme und zeitliche Veränderungen visueller Information akustisch zu codieren [1]. Sonification bedeutet, anders als der gestalterische Sound-Effekt für den Film, das wissenschaftliche Darstellen von Daten, Interfaces, Steuerung und Navigation durch Hörbares. Dieses Feld der „AUDITORY-DISPLAY-FORSCHUNG“ nutzt neue Modelle, die an Traditionen in Tonpsychologie und musikalischer Wahrnehmungsforschung anknüpfen. Häufig sind weitere Fachexperten beteiligt, etwa aus der Bildbearbeitung und Bildanalyse sowie Designer, Ingenieure, Informatiker, Musiker, Architekten, Umweltforscher, Sozialwissenschaftler und Kommunikationsplaner. So lassen sich Börsendaten oder multivariate Zahlenströme der Meteorologie in einem komplexen Klangverlauf darstellen. Medizinische Information wird durch akustische Signale während einer Operation räumlich eingespielt ohne abzulenken. Die Vorteile solcher SOUND-SIGNALISATION in der komplexen Klangwelt des Alltags, unserer ‚SOUNDSCAPE‘, liegen auf der Hand: Klänge lassen sich nebenbei wahrnehmen; sie kommen aus allen Richtungen; Geräusche lenken weniger ab als Sprache; Sound lässt sich digital

formen und anpassen, Hörbilder sind leicht zu verstehen und zu lernen. Oft beschränken sich die erzeugten Hörmodelle allerdings auf elektronische Zeichen (wie) aus einem „Labor“. Benachbarte Felder im virtuellen Sound-Design für den Film, beim Audio-Branding von Unternehmen, im Akustik-Design von Produkten und im ‚Emotional Design‘ [2] interaktiver Lernsituationen können diese ‚klanggebende Verfahren‘ deutlich erweitern. Wir haben mit eigenen Produktionen und Testhörern solche Übergänge entworfen und integrieren dies in laufende interdisziplinäre Studien. Künftig sind solche Klangformen für E-Learning-Prozesse ein fruchtbares, bisher kaum genutztes Feld: als kreatives, didaktisches Audio-Design [3], so spannend inszeniert wie ein Hörspiel oder ein Film [4], Abb. 4.4-1.

„Creative Aspects of Sonification“ [5] nennen die Computer-Komponisten Oden Ben-Tal und Jonathan Berger ihren Transfer zeitgenössischer Kunstmusik hin zu ‚klanggebenden Verfahren‘ in Technologie und Forschung. Sie plädieren für einen Austausch alltäglichen Hörens mit dem schöpferischen Um-

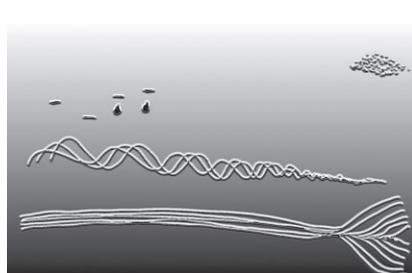


Abb. 4.4-1: Visualisierung eines Audio-Logos

gang mit Musik bei Produktion und Rezeption. In eigenen Werken kennen sie beide Wege: Umweltdaten mit Hilfe von programmierbarer Musikelektronik komplex, aber intuitiv verständlich darzustellen; umgekehrt experimentelle Musik mit Informationsmustern aus Umwelt und Technik anzureichern. So werden, interdisziplinär ermutigend, die oft isolierten Laborklänge für Information in einem künstlerischen ‚Labor der Emotionen‘ [6] mit unserer Klanglandschaft, der alltäglichen ‚Soundscape‘, aus Geräusch, Ton, Stimme, Sound – und Stille verbunden. Darin lässt sich ‚Sonification‘ als digitale Variante und Teilgebiet von ‚Akustik Design‘ verstehen, als noch junge Disziplin in einem tönenden Bauhaus [7], Abb. 4.4-2.

Diese Idee eines Bauhauses für das Ohr steht im Kontext der sogenannten ‚Akustik-Ökologie‘ des kanadischen Komponisten, Klangforschers und Hörpädagogen R. Murray Schafer. Sein World Soundscape Project (SP) war im Vancouver der 70er-Jahre der Ausgangspunkt für ein heute weltweites Netz von Wissenschaftlern und Künstlern. Ihr zentrales Konzept, die Soundscape als Klangland-



Abb. 4.4-2: Corporate-Sound-Designer Pitt Weiss im Studio

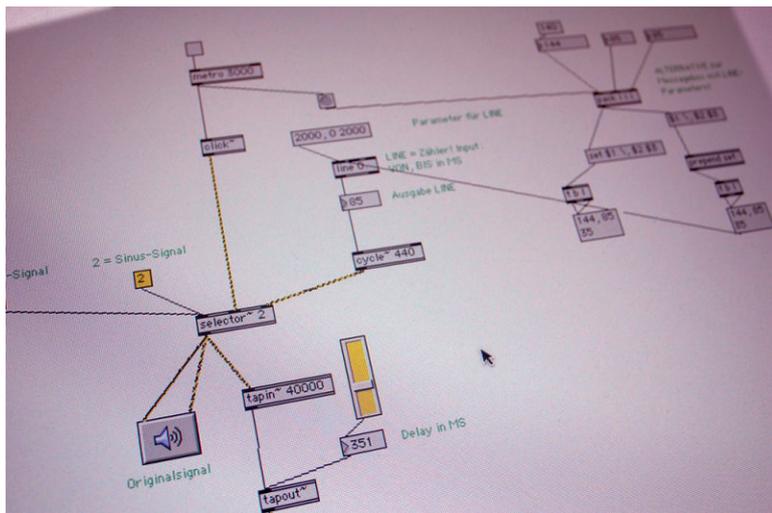


Abb. 4.4-3: Musikinformation als Netzwerk für Töne

schaft und Hörkultur, ist interdisziplinär angelegt als kritische, hörerzentrierte Analyse der Umwelt, über Lärmschutz und traditionelle technische Akustik hinaus, als weitreichende Pädagogik des Hörsinns und schließlich als Interpretation klanglicher Lebenswelten, die durch zeitgenössische Kompositionen und als Akustik-Design zurückwirken. Von der Simon-Fraser-University in Vancouver – bis heute Archiv und Zentrum für das Studium der Akustischen Kommunikation – dehnte sich das Pionierprojekt aus nach Nord- und Südamerika, nach Europa, Australien und Japan.

Disziplinen wie Musik- und Klangpädagogik, Medienwissenschaft und Produktion, Informatik und Soziologie, Architektur und Stadtplanung, Human-geografie, Ethnologie und Biologie haben sich durch solche Impulse wesentlich erweitert. Denn die Akustik-Ökologie stellt den Menschen und seine Beziehung zum Hörbaren in ihren Mittelpunkt. Der Hörer ist nicht allein Zielobjekt von physikalischen Reizen und Mustern, sondern auch der Interpret seiner eigenen Wahrnehmungswelt. Klänge tragen über die Signalqualität hinaus immer Botschaften, Alltagsbezüge und Gefühle mit sich, die als Sprache, als ‚Klanguage‘ wirken. Das bestätigt uns die heutige Hirnforschung zu „Musik im Kopf“ [8], Abb. 4.4-3.

Barry Truax, renommierter Computerkomponist und Forscher an der Simon-Fraser-University in Vancouver, entwickelte das Soundscape-Konzept Schafers zu einem System von Acoustic

Communication weiter: als interdisziplinäre, vergleichende Analyse von Hörmodellen und Klangkulturen, die zunehmend von Technologie und digitaler Information überlagert werden [9]. Seine eigenen digitalen Klanglandschaften und Multi-Media-Kompositionen sind, so der Komponist, Entwürfe zukünftiger Welten, ein Werden der Klänge vor ihrem Eintritt in die Wirklichkeit. Diese doppelte Perspektive von Kunst und Technik hat das gleichnamige Lehrgebiet der „Akustischen Kommunikation“ in unserem Master-Programm „Medien und Kommunikation“ geprägt, ebenso wie die Berliner Universität der Künste (UdK) mit ihrem spezialisierten Studiengang zu „Sound Studies – Akustische Kommunikation“, Abb. 4.4-4.

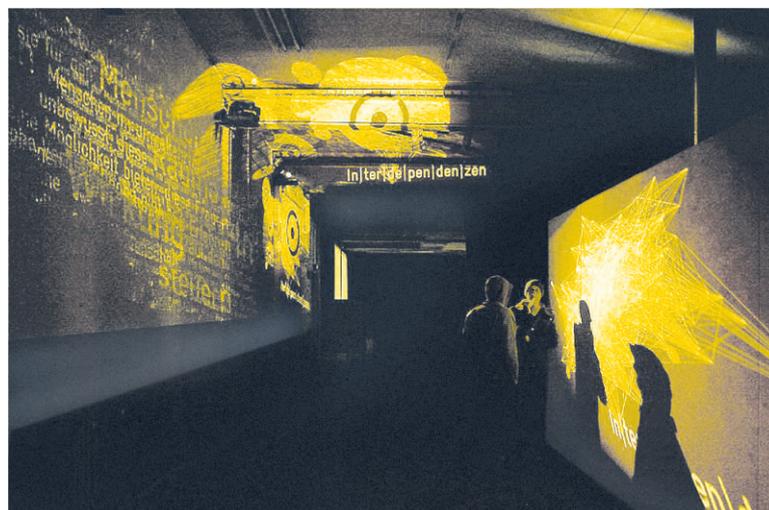


Abb. 4.4-4: Sensorama-Medienkunst Hochschule Offenburg 2007

Einem Bauhaus der Klänge und der Sinne schließlich nähert sich auch der originelle Studiengang „Multisensuelles Design“ der Burg Giebichstein – Hochschule für Kunst und Design, Halle. Dort geht es, so der Leiter der Unternehmung, Dozent Peter Luckner, „um Multisensibilisierung und das Gleichgewicht der Wahrnehmung“: vom einzelnen „Sinn“ zum ganzheitlichen Sinnesraum und auch als Teamwork auf den Weg in neues, schon transdisziplinäres Denken. Der Prozess der Transformation, die Übersetzung von Gestalt und Information zwischen allen Codierungen steht daher im Zentrum des Studiums [10].

Eine solche Sensibilität für Wege des Übersetzens zwischen Bild, Text, Daten und Form ist auch wesentlicher Kern der Sonification-Netzwerke. So findet sich in der Publikation „Understanding Images“, im interdisziplinären Zirkel von AutorInnen zur Bildanalyse produziert, eine ausgeprägt akustische Perspektive in Rory Stuarts Text „From the Simple Beep to Sonification“ [11]. Sonification, so summiert Rory Stuart pionierhafte Studien der 90er-Jahre, informiert durch einzelnes Klangobjekt wie auch durch starke, variierte Klangströme und Ereignisketten, in denen sich mehrere Parameter dynamisch ändern. Tonhöhe, Pegel, Dauer, Ein- und Ausschwingvorgänge, modulierte Wellenformen und bearbeitetes Spektrum sind allein wie zusammen mit der Informationsgrafik sehr aussagekräftig. Beispielsweise wird die anhand von Eckdaten indizierte Lebensqualität mehrerer US-

Staaten in unterschiedlich harmonischer Klangstücke gut erkennbar. Kalifornien wird dabei mit einer angenehm klingenden Komposition recht positiv charakterisiert, Abb. 4.4-5.

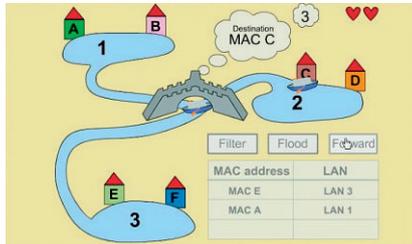


Abb. 4.4-5: Game based learning, Netzwerkspiel

Nach Sören Ingwersen [12] lassen sich folgende Potenziale dieser Methodik erkennen durch: gelenkte Aufmerksamkeit; gute Orientierung; den Einsatz von Hintergrund-Hören; durch parallele Klangströme; die hohe zeitliche Auflösung des Ohrs und die Wahrnehmung von übergreifenden Gestalten und Verläufen. Klänge entlasten das Auge durch parallelen Input und sie schaffen mehr als das Bild auch atmosphärische Schichten für die Rezeption der Inhalte – sie werden Wirkungsfaktor für „Emotional Design“ (Donald Norman) [13].

Im Labor dieses kreativen Designforschers, spezialisiert auf die Dinge des Alltags in verschiedenen Kulturen, hat William Gaver schon früh mit Klangentwürfen eines Sonic Finders für den Mac-Intosh-Computer begonnen [14]. Sein Ziel: die Oberfläche eines Computers so wirken zu lassen wie die Geräusche unseres Alltags. Die Form seiner ‚Auditory Icons‘ ist ein Echo auf deren Funktion. Gaver hat eine komplexe Geräusch-Taxonomie entwickelt, die Profil, Volumen, Spektrum, Zeit und Form von vielen Hörereignissen beschreibt. Eine wichtige Gruppe sind darin elementare Zeichen, die warnen und alarmieren, Eingabe rückkoppeln und den Status eines Ablaufs vermitteln. Allerdings sind die meisten Einzelereignisse und Funktionen isoliert entworfen, sie überlagern sich im Zusammenspiel, etwa beim Alarm in einem Kernkraftwerk mit bis zu 60 parallelen Tönen zu einer im doppelten Sinn kritischen Klangmasse [15].

Für die Vertonung von Daten haben sich nach Dombois [16] zwei unterschiedliche Begriffe als einander schneidende

Wege herausgebildet: Sonifikation und Auralisation oder Audifikation. Die beiden letzteren leiten Klänge aus der Transposition von vorhandenen, schon auditiv erfahrbaren Daten ab, etwa einer Erdbeben-Aktivität, deren Zeitskala verdichtet oder als infrasonische Tonlage in den hörbaren Bereich verschoben wird. Die Audifikation; während Sonifikation immer ein Regelwerk der Übersetzung ist. Dafür braucht man einen sogenannten Mapping-Prozess der nachvollziehbaren Zuordnung. Effenberg nutzt in der Sportwissenschaft multimodale Arrangements (Nutzung mehrerer Interaktionskanäle) mit hörbaren Bewegungsabläufen und akustischen Rückmeldungen für das Training [17].

Für solche Vorgänge nutzt man ‚Earcons‘ mit ausgeprägt musikalischem Material, als Kombination nach Rhythmus, Melodie, Klangfarbe, Register und Lautstärke, die vom Rezipienten aktiv gelernt werden (müssen). Earcons sind wie eine Klangsprache [18], die sich zu immer neuen Botschaften fügt. Der Ingenieur und Künstler Raffaseder unterscheidet noch „semiabstrakte Klangobjekte“, die Eigenschaften vom konkreten ‚Auditory Icon‘ mit der Gestaltung von musikalischen ‚Earcons‘ verbinden, etwa in einem interaktiven Computerspiel. Bei künstlerischer Anwendung führt das bis hin zu „Audio-Augmented Environments“, wo Klang, Bild, Bewegung und die Inhalte selbst intensiv miteinander interagieren [19].

Referenzen/Literatur

- [1] Barras, Stephen; Kramer, Gregory: Using Sonification; in: Multimedia Systems 7: 23–31, 1999
- [2] Norman, Donald A.: Emotional Design; New York 2005
- [3] Flender, Jürgen: Didaktisches Audio-Design; Lengerich 2002
- [4] Werner, Hans U.; Lankau, Ralf (Hrsg.): Media Soundscapes 1 und 2; Universität Siegen 2006/2007
- [5] Ben-Tal, Oded; Berger, Jonathan: Creative Aspects of Sonification; 37/3: 229–232, in: Leonardo, 2004
- [6] Ihnken, Detlev, Labor der Emotionen; Tübingen 1998

- [7] Rudolph, Axel: Akustik Design; Frankfurt 1993
- [8] Spitzer, Manfred: Musik im Kopf; Tübingen 2002
- [9] Truax, Barry: Acoustic Communication; New York 2000
- [10] Luckner, Peter (Hg.): Multisensuelles Design; Halle 2001
- [11] Stuart, Rory: Audio Display from the Simple Beep to Sonification and Virtual Auditory Environments; in: Marchese, Francis T, Understanding Images. Finding Meaning in Digital Imagery, Springer 1994: 283–307
- [12] Sören Ingwersen, Sonifikation. Zwischen Information und Rauschen; in: Segeberg Harro/Schätzlein Frank (Hg.): Sound. Zur Technologie und Ästhetik des Akustischen in den Medien, Marburg 2004 332–346
- [13] Norman, Donald A.: Emotional Design; New York 2005
- [14] Gaver, William: Using and Creating Auditory Icons; In: Kramer G (ed) Auditory Display: Sonification, Audification and Auditory Interfaces, Reading 1994: 417–446
- [15] Vergl. dazu Stuart, Rory; 1994: 283–307
- [16] Florian Dombois: Über das Ohr: nach Dombois 83 (Wann Hören? Vom Forschen mit den Ohren); in: Chemie-Kultur-Geschichte hrsg. von Schürmann, Astrid; Weiss Burghard, Berlin 2002: 79–92
- [17] Effenberg Alfred: Sonifikation – Akustisches Informationskonzept zur menschlichen Bewegung; Schorn-dorf 1996
- [18] Raffaseder, Hannes: Audio Design; Leipzig 2002: 291
- [19] Vergl. z. B. Großmann, Joachim: Connecting Virtual Sound and Physical Space in Audio-Augmented Environments; Proceedings ICAD 04, 2004

Totale Mondfinsternis über Offenburg am 3./4. März 2007

Prof. Dr. Dan Curticapean

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.curticapean@fh-offenburg.de

1964: Geboren

1983: Studium der Physik an den Universitäten Bukarest
und Temesvar, Abschluss 1987

Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Temesvar
und der Hochschule Offenburg

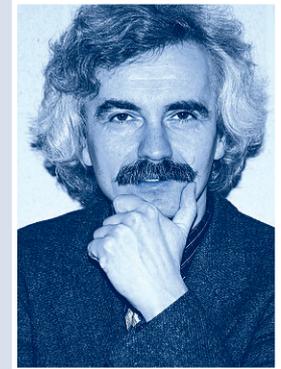
Freiberuflicher Dozent

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 Oktober 2006: Professor für Medientechnik an der Hochschule
Offenburg, Fakultät für Medien und Informationswesen

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



4.5 Totale Mondfinsternis über Offenburg am 3./4. März 2007

Prof. Dr. Dan Curticapean

Mondfinsternisse entstehen immer dann, wenn Sonne, Erde und Mond sich auf einer Geraden befinden: Durch die geometrischen Gegebenheiten des Sonnensystems verursacht die Erde einen Halbschatten- und einen Schattenkegel. Der Mond durchquert den Halbschatten und den Schattenkegel jeweils in einem Abstand von ca. 384.000 km – bei dieser Entfernung ist der Schattenkegelradius mit ungefähr 4.500 km mehr als doppelt so groß wie der Mondradius (1738 km). Dies erklärt auch, warum die Totalität, also das Verhältnis der Eindringtiefe des Mondes in den Kernschatten zum Monddurchmesser, größer als 100 % sein kann.

Das Besondere bei einer totalen Mondfinsternis ist, dass der Mond im Kernschatten nicht im Dunkeln verschwindet, sondern in einer kupferroten Farbe er-

scheint – ein Effekt, der durch die Brechung der langwelligen Lichtstrahlen durch die Erdatmosphäre entsteht. Die Helligkeit des Mondes wiederum wird von der Qualität der Erdatmosphäre bestimmt und auf einer Fünfpunkteskala, der sogenannten Danjonskala, angegeben. Die Mondfinsternis vom 3./4. März 2007 hatte, aus Offenburg gesehen, nach unseren Einschätzungen einen Wert von $L = 2$ auf der Danjonskala, Abb. 4.5-1.

Aus astronomischer Sicht waren die Beobachtungsvoraussetzungen in Offenburg ideal. Während der gesamten Totalitätsphase stand der Mond hoch am Himmel. Gegen Mitternacht riss die Wolkendecke auf und ein prachtvoll roter Mond erschien am Himmel (Abb. 4.5-2).

In einer Zusammenarbeit der Studenten aus der Fakultät Medien- und Informationswesen sowie der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik hat die Hochschule Offenburg dieses Ereignis über das **radiofho** live ins Internet über-

tragen. Ausgestattet mit zwei Canon XL1 und einem Schmidt-Cassegrain-Spiegelteleskop wurde das astronomische Ereignis dokumentiert und aufgezeichnet.

Im Jahr 2000 wurde schon einmal eine Übertragung versuchsweise durchgeführt. Von dem großen Erfolg in den Zuschauerzahlen wurden wir überrascht. Im Lauf der Jahre hat sich – neben einem festen Kern an Teammitgliedern – auch die Ambition gefestigt, die Mondfinsternis zu einem ernsthaften Medienereignis auszubauen. Bei dieser Mondfinsternis wurde in den ca. 6 Stunden Live-Übertragung 330.000 Hits mit 83.000 Pageviews aus 78 Ländern registriert.

Den weltweit vertretenen Besuchern wurden Bilder und ein Live-Stream angeboten. Die gelungensten Aufnahmen sind unter www.eclipse-live.info oder www.eclipse-live.com in der Gallery 2007 zu sehen. Zusätzlich waren wir über E-Mail und Skype erreichbar.

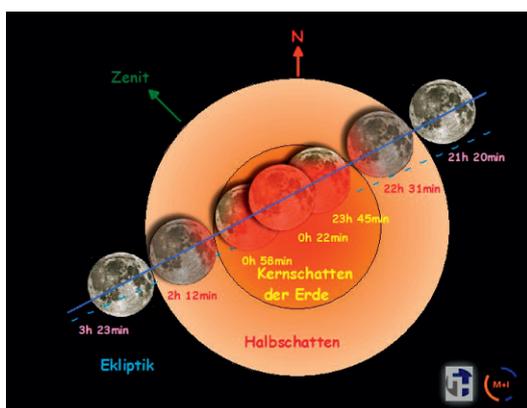


Abb. 4.5-1: Verlauf der Mondfinsternis



Abb. 4.5-2: Totalitätsphase

IHR PARTNER FÜR MASCHINENBAU

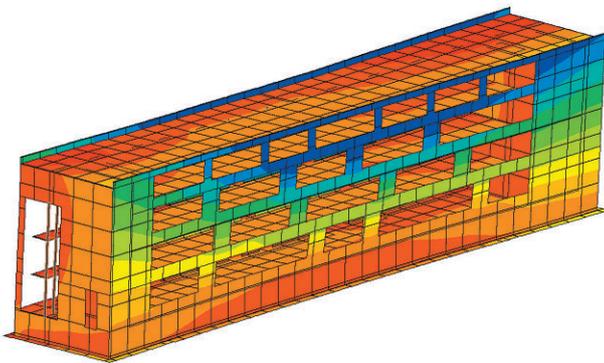
SCHAUB

fertigungsTECHNIK

77723 Gengenbach
Flößerstraße 5
Fon 07803 9661 0
www.schaub-ft.de
info@schaub-ft.de

- Maschinenbau
- CNC-Bearbeitung x/y/z= 10500/2800/1050 mm
- Anlagenbau
- Brennteile 2500/6500 mm
- Kantteile bis L=6000 mm, t=30 mm
- Schweißkonstruktionen bis 20 to

Hochschule Offenburg
Neubau für den Studiengang Medien- und Informationswesen



Tragwerksplanung

DR. - ING. FRITZ EBNER
BERATENDE INGENIEURE VBI
INGENIEURKAMMER BW Nr. 354/90

Im Seewinkel 16 · 77652 Offenburg
Telefon: 0781/ 91 38 - 0
Telefax: 0781/ 91 38 -38
e-mail: mail@Ebner-Ingenieure.de
web: www. Ebner-Ingenieure.de

passion
made by MAG

Die Leidenschaft für technische Spitzenleistung. Das Gefühl von Perfektion und Stärke. Was die Faszination Motorrad ausmacht, ist auch der Kern unserer Arbeit. Mit innovativer Technik von MAG Witzig & Frank werden die Zylinderköpfe, Kurbel- und Getriebegehäuse legendärer Maschinen gefertigt, in 5-Seiten-Bearbeitung, unschlagbar flexibel, schnell und präzise. Es ist diese Leidenschaft, dieser hohe Anspruch an Qualität und Produktivität, die den Erfolg beschleunigen und mit denen Kunden aus aller Welt seit vielen Jahren gut fahren.



More about MAG Witzig & Frank: www.witzig-frank.com

MAG WITZIG & FRANK

Eye-Tracking Study of Navigation Behaviour on Mobile Devices for mLearning

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 Technischen Fachhochschule 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 Eyetracking-Labors

an der Hochschule Offenburg



Forschungsgebiete: Marketingmanagement in Medienunternehmen (insbesondere Kommunikations- und Werbeagenturen), Werbewirkungsforschung, Hochschulmarketing

4.6 Eye-Tracking Study of Navigation Behaviour on Mobile Devices for mLearning

Prof. Dr. rer. pol. Ute Rohbock

Prof. Dr. Ing. Andreas Christ

Prof. Dr. rer. oec. Sighard Roloff

Dr. Markus Feißt

Zusammenfassung

Die aktuellen mobilen Geräte bieten eine zunehmende Nutzbarkeit für Internet Anwendungen. Deshalb ist es immer wichtiger die Navigation für solche Geräte zu optimieren, um den Aufwand und die Zeit für einen Nutzer zu minimieren, Informationen die er benötigt, zu finden und abzurufen. Dies gewinnt an Bedeutung, wenn der Nutzer Lernmaterialien abrufen will. Der Nutzer will seine Zeit nicht für die Navigation verwenden, sondern will diese mit den Inhalten nutzen. Dieser Artikel beschreibt die Arbeit und die Ergebnisse der Navigationsoptimierung für mobile Geräte mit Hilfe eines Eye-Tracking Systems. Der erste Schritt hin zur optimierten Navigation war, herauszufinden, welche Faktoren eine Navigation benutzerfreundlich machen. Zu diesem Zweck wurde ein Eye-Tracking System eingesetzt. Ein solches System erlaubt es, die Augenbewegungen auf dem Bildschirm des mobilen Gerätes sowie die Zeitdauer, mit der ein Benutzer ein bestimmtes Wort fixiert, zu erfassen.

Abstract

The current mobile devices offer a growing usability for Internet applications. Therefore it is more and more important to optimise the navigation on such devices in order to minimise the effort and time for a user to find and access the needed information. This situation is be-

coming more and more important if the user wants to access learning materials. She/he does not want to lose her/his time with finding out how to navigate to the content. They rather prefer to deal with the content. This paper discusses the work and the results of the effort on optimising navigation for mobile devices with the help of an eye-tracking system. The first step towards the optimisation was to find out the facts which make the one navigation more usable than the other. For this purpose it was decided to use an eye-tracking system. Such a system allows to track the eye movement on the mobile screen as well as to measure how long a user fixates a word.

Introduction

The concentration on using eye tracking techniques in the research field of web usability has been growing rapidly in the last years. Such studies concentrate on how users interact with web pages [1], as where people start browsing on a page [2], where they look for navigation, and how they react to different text types [3]. However, using eye tracking as a tool for mobile usability research was introduced lately. Actually, the only public available attempt was in applying eye tracking techniques to evaluate several readability methods on mobile devices [4].

The eye-tracking system which was used for the tests is a head mounted device, equipped with a camera to record the user's vision and an infra-red light source and a camera, Figure 4.6-1. To calculate the user's eye focus, the Cornea-Reflex-Method is used by this system. The light of the infra-red light source, which is reflected by the cornea, is recorded by

the infra-red camera. From the relative distance between the cornea reflection and the centre of the pupil, the viewing angle can be calculated. After a calibration, the gaze intersection with the surface of the examined object can be calculated. The recorded video of the user's vision is superposed with this calculated point of the user's eye focus.

Humans are not looking or reading in a steady way. While reading, the movement of the eyes is typically divided into fixations and saccades. The reader is fixating for a view milliseconds on a part of the content, before the eyes are moving fast, the so called saccades, to the next part. It is known that information is gathered during the fixation of the eyes and not the saccades. Therefore it is possible to discover the user's way of gaining information from the content by checking out the fixation points of his eyes [5]. An important advantage of this method is that it is possible to discover unknown fixation points which the user would not be able to express because he/she is not realising this action.

As a result of the eye-tracking study a statistical analysis can be made to generate gaze spots and gaze states. Another result which can be generated is a gaze trace. With gaze spots and gaze states visual attractive parts can be discovered. The gaze trace allows discovering of the eye movement on the viewed scene.

Preparation of the test

Before a test is performed initial considerations have to be examined, and some initial questions have to be answered as well.

One of the biggest challenges is the eye-tracking camera. In order to receive a good quality of the video stream the zoom factor has to be as high as possible. On the other hand, a high zoom factor makes the calculation of the eye focus more vulnerable to miscalculation. One solution is to fix the mobile device as well as the test person. The fixation of the test person will probably lead to wrong conclusions because the test person will change her/his behaviour as a result of the unusual situation. The fixation of the mobile devices was assumed to be less problematic. Because in such a situation a higher zoom factor was achievable, the decision to mount the device for the first tests, but not the test person, was taken.

Additionally, the camera was sensitive to changing light conditions. Therefore it is necessary to keep the light conditions unchanged. This can be guaranteed if only artificial light sources are used.

In order to gain meaningful results, statistical boundary conditions have to be observed. The more people are examined, the more accurate the results will be. Because of time and money reasons it is in most cases not possible to exami-

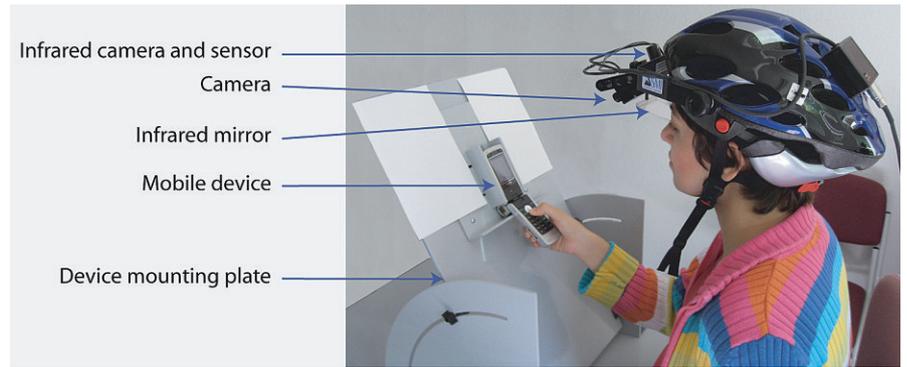


Fig. 4.6-1: Eye-tracking system for study the interactions with mobile device

ne more than a low number of people. Therefore a target group has to be defined and examined. After the target group is defined and examined, the important differentiators of this group concerning the study criterion have to be defined. Some common differentiators are:

- male/female
- experienced/not experienced

Realising the test under the same conditions, the supervisor of the test has to be always at the same time at the same position. The supervisor had a kind of storyboard to perform always the same

actions in the same order and time if possible. Also all information which had to be provided to the test persons were written down to the story board.

For the test, three different navigation scenarios with the same content were developed. In the first scenario, the navigation is on top of the page, in the second there exist a back, forward, and table of contents link, and in the third the navigation is on the bottom of each page. Figure 4.6-2 shows the three different navigation scenarios

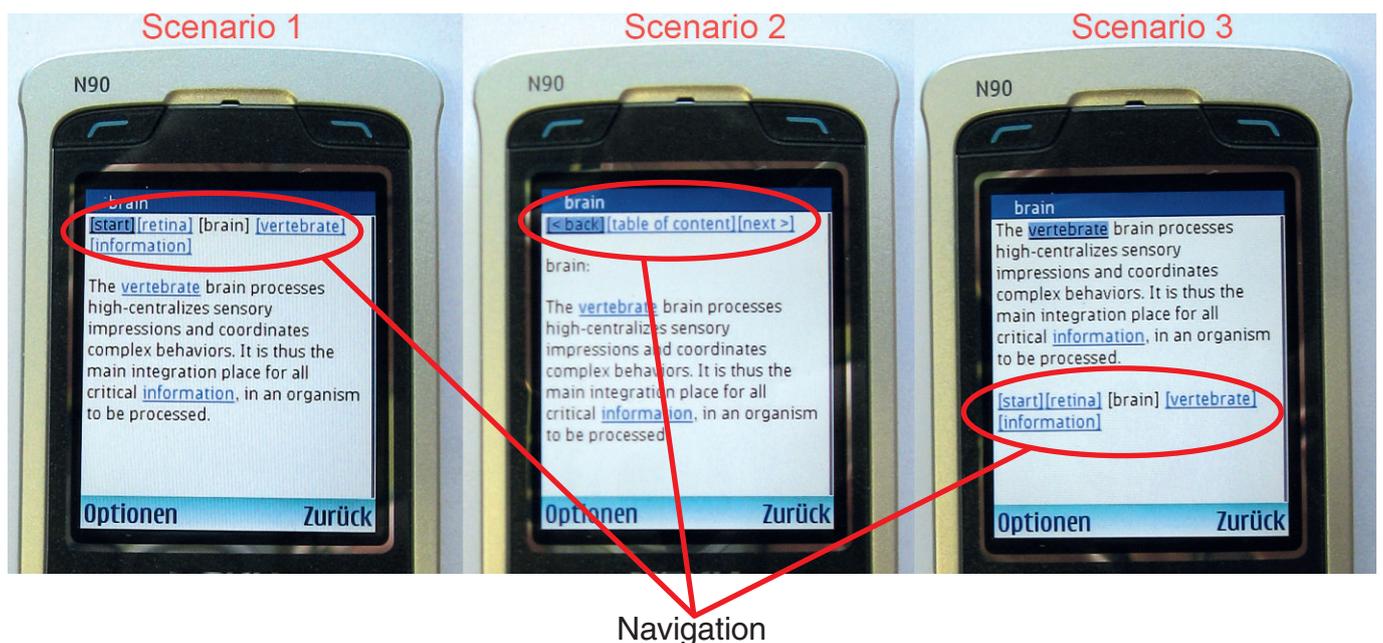


Fig. 4.6-2: Investigated navigation scenarios: on top of the page (scenario 1), reduced navigation: back / forward / table of content (scenario 2), bottom of each page (scenario 3)

In this test case the target group were students, because these are the persons which are expected to use such a system later on. The test concentrates on female and male students in the age between 20 and 30 years. In addition, the first test was performed with German multimedia students. Therefore it was assumed that these students are familiar with the mobile device technology. Nevertheless the students were as well categorised according experience in using mobile phones.

Performing the test

The test with the German test persons was performed with the help of a student project group as part of their study program [6]. In the first test many other factors were eliminated in the examination in order to simplify the result preparation. This was the reason to examine only one device at the first stage as well. The goal was to work out the main differences between the three navigation methods concerning a few varying parameters as far as possible with human beings. The first test was performed with two groups. A first group were experienced users, consisting of a female and a male and second group of inexperienced

users, also consisting of a female and male test person. Both groups had to perform three different navigation scenarios. This leads to an overall group size of at least 12 persons (2 groups with 2 persons, 3 navigation). In order to have some basic statistical meaningfulness, 36 persons were invited to the test. At the end 35 usable results were gained out of the first test.

The test of a person was performed in the following way:

- Mounting the eye-tracking system to the head of the test person
- Calibrating the eye-tracking system
- Starting the "official test" with the first question
- Repeat asking questions until all 4 questions were answered
- At the end filling out an additional questionnaire

Results

A deep analysis is still in process. Nevertheless the results from the questionnaire and the first results of the data analyses are available. Figure 4.6-3 to 4.6-5 show the results of the questionnaire.

The supervisor of the test had to write down the answer as well as the time, the answer was given. Therefore a first rough result is obtained of how long a test person needed to answer the question and if the answer was correct or not. With the questionnaire it was possible to gain a subjective result of the test person. The following questions were asked:

Did you find the navigation simple and user friendly?

1. Has it been easy for you to concentrate on the content or does the navigation attract too much attention?
2. Could you imagine, using mLearning? (Read lectures; learn; make lab appointments, etc.)
 - a) In case yes, what advantages do you expect?
 - b) In case no, why not?
3. How much would you be willing to pay for mLearning?

The results allows to answer the following important question.

- Is there any difference between a male and a female test person?
- Is there any difference between students with and without experience in using mobile phones?

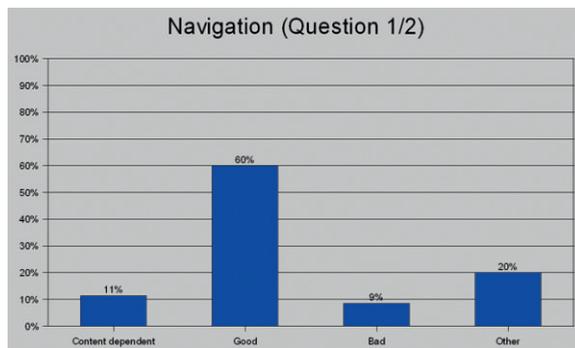


Fig. 4.6-3: Navigation evaluation

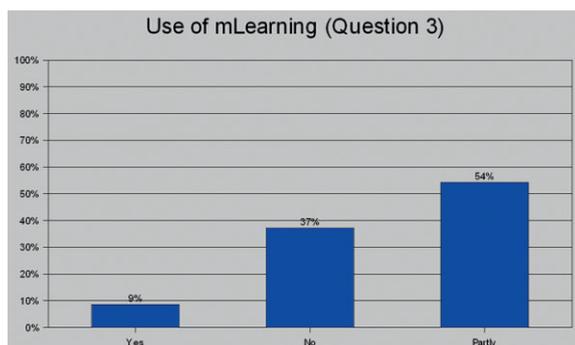


Fig. 4.6-4: Use of mLearning

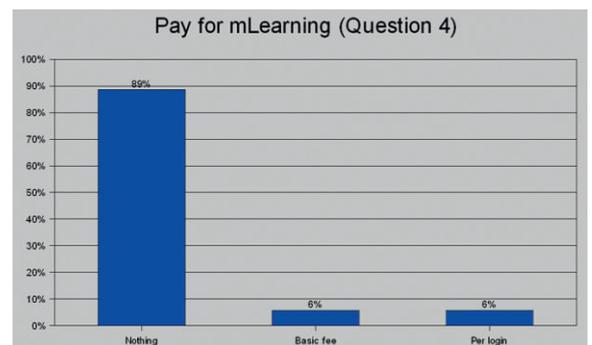


Fig. 4.6-5: Pay for mLearning

The answers of these questions are important for the next test, because in case, one or both questions can be answered with no, the test groups can be simplified.

The tests show no significant differences in using the navigation between male and female test persons. But the tests have shown that people without much experience in using a mobile phone or who have an old mobile phone needed more time in average to answer the questions. The mix between male and female is not as important in contrast to the criterion of experience as in using a (modern) mobile phone.

A positive result is that more than the half (60%) of the students found all navigations good and, according the first analysis, the third navigation type was preferred. Nevertheless, only 9% of the test persons could imagine using mLearning on their mobile phones. This fact causes another question:

- Are there any differences because of the cultural background?

In order to clear this fact a second test with international students has been started. From the 6 examined test persons all replied to the third question with yes. Because of the statistically small number of test persons, this result has to be used at the current state very carefully. Nevertheless this result shows a difference in attitude to the topic of mLearning. How much this more negative attitude of the German students in contrast to the more positive attitude of the foreign students influences the behaviour is yet unclear.

Another interesting result was that almost all students felt stressed during the test. The supervisor told them several times that the navigation is the test object. Nevertheless, almost all reported at the end of the tests that because they wanted to do their best, they got nervous.

Most of the students used, beside the navigation links the back button key from the mobile phone. In the interview they reported additionally that this key was very important for them, because they felt safe. "You know that you can find always back" said one of the test persons. In the recorded videos it was also possible to see that a lot of the test persons tried to navigate through the web pages with the same keys they are normally using with the phone.

Although the test was designed to concentrate on the navigation, a content related fact was discovered. Because the navigation is a tool to access the content, the test scenario made the assumption that the faster the test person can access content the better the navigation is. Of course the time to access the content is additionally dependent on the test person. Therefore, the content will be included in the test. A lot of the test persons reported that they found the links inside the content very helpful, because they were able to immediately access the information behind.

Future Work and Conclusion

For the first tests it was assumed that mounting the mobile device in front of the test person will not affect the behaviour. This assumption is unproven up to now. This assumption has to be either verified or falsified. Therefore a new test scenario has to be generated in order to examine the behaviour of test persons with or without mounted mobile devices, respectively.

Another influence of the test is the task the test persons have to solve. Every test person has to answer four questions after each other. Currently it is not clear, what kind and how much the task influences the navigation behaviour. In order to clear this situation, a test with different tasks and the influence on the navigation behaviour has to be performed. Also the influence of the different mobile devices is currently not worked out. Because of the importance of this influence this will be the first of the future tests. Only if it is clear in which way and how much the mobile devices influence the navigation behaviour, it is possible to develop a mobile device independent navigation.

Nevertheless, the first results of this test discovered already unexpected coherences. Therefore the results will help to improve navigation and users like or dislike navigation on mobile devices, respectively.

Acknowledgement

Many thanks to the Eye-Tracking Laboratory for the cooperation and the help, the technical staff as well as Martina Laun. Many thanks to the project group, Tamara Christmann, Nina Heselich, Karsten Schiebel, Manuel Wittek and Iris Wolfer, for there work and effort to test the persons and perform analyses.

References

- [1] Jay, Stevens, Glencross and Chalmers, How People use Presentation to Search for a Link: Expanding the Understanding of Accessibility on the Web, Proceedings of the 2006 international cross-disciplinary workshop on Web accessibility (W4A), 2006, <http://aig.cs.man.ac.uk/people/jayc/eye-tracking-final.pdf>, May 2007
- [2] Manhartsberger, Zellhofer, Eye tracking in usability research: What users really see, 2006 <http://www.usability.at/ueberuns/EyetrackinginUsability.pdf>, May 2007
- [3] Pan, Hembrooke, Gay, Granka, Feulner, and Newman, The Determinants of Web Page Viewing Behavior: An Eye-Tracking Study, Proceedings of the 2004 symposium on Eye tracking research & applications, 2004 <http://www.hci.cornell.edu/projects/pdfs%20of%20pubs/ETRA04.pdf>, May 2007
- [4] Öquits, Evaluating Readability on Mobile Devices, Acta Universitatis Upsaliensis, Studia Linguistica Upsaliensis, 2006
- [5] Eye-Tracking Manual, 2005, University of Applied Sciences Offenburg, Eye-Tracking Manual, 2005
- [6] Christmann et al., 2007, University of Applied Sciences Offenburg, Documentation of project work, 2007

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



OTH

GUT BERATEN

LEISTUNGEN

- Steuerberatung
- Betriebswirtschaftliche Beratung
- Unternehmensberatung
- Existenzgründungsberatung
- Treuhandwesen

steuerberater@oth.de · www.oth.de

Im Mittelpunkt unserer Beratungsleistungen steht die langfristige Erfolgssicherung des Mandanten. Dieses Ziel realisieren wir durch die Entwicklung zukunftsorientierter, richtungsweisender und auf individuelle Anforderungen zugeschnittener Konzepte und deren Umsetzung.

Sachkompetenz, Effizienz, Flexibilität sowie die professionelle Zusammenarbeit interner und externer Spezialisten sichern den Mandanten eine optimale Betreuung, auch bei internationalen Aktivitäten.

OTH Ortenauer Treuhand GmbH Kurt Lutz und Partner · Steuerberatungsgesellschaft
Kehler Straße 22 · 77694 Kehl-Marlen · Telefon 0 78 54/18 2-0

OTH Ortenauer Treuhand Engel und Schwenk GmbH · Steuerberatungsgesellschaft
Friedrichstraße 2 · 77855 Achern · Telefon 0 78 41/47 00

MI-4n6, das Schweizer Taschenmesser der praktischen Computer-Forensik

Prof. Dr. rer. nat. Daniel Hammer
Fakultät Medien und
Informationstechnik (M+I)

Badstraße 24,
77652 Offenburg
Tel.: 0781 205-114
E-Mail: hammer@fh-offenburg.de

1965: geboren in Berlin
Studium der Mathematik und Physik in Berlin und Moskau,
Promotion auf dem Gebiet der Theoretischen Informatik
(deskriptive Komplexitätstheorie)
Wissenschaftlicher Mitarbeiter an verschiedenen Forschungseinrichtungen (Karl-Weierstraß-Institut Berlin, TU Berlin, Uni Greifswald)
Forschungsaufenthalte in Spanien (CRM), Russland (IUM/MCCME) und Israel (Technion)

Tätigkeit in zahlreichen IT-Projekten (Security, Systemintegration) auf dem Gebiet des eBusiness und Online-Providing sowie im öffentlichen Sektor

Seit 2004: Professor für Informatik, insbesondere Sicherheit in Informationssystemen an der Hochschule Offenburg

Forschungsgebiete: Computer & Netzwerk-Forensik, Sicherheit in vernetzten Systemen, Privacy Protection, Security Engineering



4.7 MI-4n6, Das Schweizer Taschenmesser der praktischen Computer Forensik

Prof. Dr. rer. nat. Daniel Hammer

Die Nutzung der Computertechnologie hat in den letzten Jahren eine tiefgreifende Veränderung erfahren. Wurden bis in die 80er-Jahre Rechenanlagen vorwiegend selektiv für sehr spezielle Aufgaben genutzt, haben sich Computer heute mit vielfältigen Möglichkeiten den Weg bis in alle Bereiche des wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Lebens gebahnt. Die meisten Arbeitsabläufe erfolgen inzwischen elektronisch. Über 90 % aller Daten werden elektronisch erstellt und nur 30 % davon jemals ausgedruckt. Vereinbarungen, Verträge und Terminabsprachen werden genauso digital gespeichert wie sensible Informationen zu Neuentwicklungen, Businesspläne oder Kundendaten.

Eine umfassende Mobilität und die weltweite Ausrichtung wirtschaftlicher Aktivitäten gehören darüber hinaus zum Grundansatz vieler Unternehmen. Die elektronische Kommunikation über riesige Netzwerke in Form von E-Mail, Konferenzschaltungen oder als reiner Datentransfer sind zur Umsetzung dieser Ziele und Ansprüche unverzichtbar und gehören längst zum Arbeitsalltag.

Computerkriminalität

Doch nicht nur das Wirtschaftsleben hat sich digitalisiert und global vernetzt, sondern auch die Wirtschaftskriminalität.

Firmencomputer nehmen heute eine Schlüsselposition bei wirtschaftskriminellen Handlungen ein. In über 50 Pro-

zent der einschlägigen Ermittlungsverfahren sind digitale Spuren zu untersuchen. Hier geht es vor allem um Datendiebstahl, -missbrauch und -betrug jeder Form, wie das Kopieren von Entwicklungsplänen, Verträgen, Kundenlisten oder Einkaufsquellen, aber auch um Vorfälle wie illegale Preisabsprachen oder Insider-Geschäfte. Zudem verdeutlichen aktuelle Studien einen deutlichen Anstieg dieser Delikte, gepaart mit einer hohen Dunkelziffer. Auf jeden entdeckten Fall kommen geschätzte fünf unentdeckte Fälle, und sowohl der finanzielle Schaden als auch der Reputationsverlust sind für viele betroffene Unternehmen erheblich.

Das digitale Zeitalter birgt aber auch viele andere Risiken, wie etwa den Verlust kritischer Unternehmensdaten. Dabei muss man zu den Gefahrenquellen nicht nur die physikalische Beschädigung von Datenträgern, Stromausfälle oder menschliches Versagen rechnen. Delikte wie die Sabotage von Netzwerken durch äußere Angriffe durch Viren, Trojaner oder Denial-of-Service-Attacken gehören genauso dazu wie alle Formen computergestützter Datenmanipulation durch Innentäter, etwa die Änderung von Web-Inhalten, Abrechnungsdaten, Konten oder Bilanzen. Eine wichtige Rolle bei der Wirtschaftsspionage spielt zudem die Veruntreuung digitaler Informationen. Hier eröffnen mobile Datenträger wie USB-Speichermedien in Sekundenschnelle Möglichkeiten zum Datentransport, für die man früher mehrere Kartons voller Aktenordner benötigt hätte.

Zum Tagesgeschäft der praktischen IT-Sicherheit im Unternehmensumfeld gehört aber beispielsweise auch die Wiederherstellung sicher verloren geglaubter Informationen von versehentlich formatierten Datenträgern bzw. die zuverlässige Vernichtung sensibler und wichtiger Unternehmensdaten, damit diese nicht in unbefugte fremde Hände geraten.

Computer-Forensik

Computer Forensik ist die Wissenschaft von der Sicherung gerichtsverwertbarer elektronischer Beweismittel sowie der Untersuchung, Wiederherstellung und Bewertung digitaler Spuren und Datenbestände. Sie rückt immer mehr in den Brennpunkt der praktischen IT-Sicherheit. Sie liefert Mittel und Methoden, um den eingangs genannten Problemen zu begegnen. Sie ist eine spannende moderne Disziplin, die sich verschiedenster Teilgebiete der Informationstechnologie bedient.

Experten in Computer-Forensik sind immer häufiger gefragt und nicht nur, wenn es um die Durchsetzung juristischer Ansprüche oder die Ermittlung des Schadensvolumens bei einem Sicherheitsvorfall geht. Weil das Fachgebiet aber so weit gefächert ist, sind Sachverständige entsprechend rar und ausgebucht.

Spezialisten auf diesem Gebiet müssen nicht nur die involvierten Systeme bis in die Tiefen der Hardware kennen, sondern auch wissen, welche Tools in der gegebenen Situation am besten passen und was unter bestimmten Umständen vermieden werden muss. Genau hier liegt aber ein entscheidender Punkt, denn auch gestandene Forensiker stehen oft vor der Frage, wie man ein ganz kon-

ketes Tool beschaffen und zusammen mit anderen Werkzeugen in einen vorhandenen Arbeitskontext integrieren kann.

Das Forschungsprojekt MI-4n6

Im Labor für IT-Sicherheit und Computer-Forensik der Hochschule Offenburg wurde das Forschungsprojekt „MI-4n6“ ins Leben gerufen, das sich genau diesem Problemkreis widmet.

Ziel war es, ein von CD bootfähiges Betriebssystem mit einer großen Auswahl an installierten forensischen und allgemeinen Security-Tools zu erstellen, das – bis auf einige kommerzielle Tools – alle Werkzeuge enthalten sollte, die für den Alltag eines Computer-Forensikers bzw. Datenretters wichtig und notwendig sind.

MI-4n6 realisiert ein eigenständiges Betriebssystem, das von CD gestartet werden kann und die Möglichkeit bietet, ein Computersystem in forensisch korrekter Weise „von außen“ zu analysieren. Um dies leisten zu können, muss es unter anderem folgenden Anforderungen genügen:

- keine Veränderung des zu untersuchenden bzw. kompromittierten Systems
- Abb. 4.7-1: Forensic Live CD
- Unterstützung vieler Dateisysteme verschiedenster Betriebssysteme
- Unterstützung möglichst vieler Hardwareplattformen
- unmittelbare Einsetzbarkeit aller Tools direkt von CD

Zur Realisierung dieses anspruchsvollen Portfolios bot sich Linux als Basis-Betriebssystem aus einer Vielzahl von Gründen an.

Zum einen sind der Linux-Kernel und alle Software, die man zum Betrieb eines Linux-Systems benötigt, im Source-Code verfügbar. Daher lässt sich ein Linux-basiertes Betriebssystem in hohem Maß auf jeden Einsatz zuschneiden und optimieren. Darüber hinaus bestehen nicht nur die maßgeschneiderten Linuxsysteme in der Regel durch Performance und Sicherheit. Für den forensischen Einsatz besonders interessant ist auch das problemlose Einbinden digitaler Datenträger im Read-only-Modus.

Außerdem gibt es in nicht unerheblicher Quantität hochprofessionelle Software, die für das beschriebene forensische Einsatz-Szenario geschaffen worden sind und leicht in das System integriert werden können.

Für die erfolgreiche Realisierung des MI-4n6-Systems mussten jedoch auch einige Hürden genommen werden.

Die Entwicklung des Linux-Kernels verläuft sehr dynamisch. Als klassische Open-Source-Software (OSS) entsteht er in einer Vielzahl von internationalen und interkulturellen Projekten, die unter einem gemeinsamen Kontext integriert und koordiniert werden. Die große Zahl der weltweit darin involvierten Programmierer und die schier grenzenlose Freiheit den Quellcode von OSS zu modifizieren,

verleihen diesen OSS-Projekten eine besondere Spezifik. Die um den jeweils aktuellen stabilen Kernel herum konzipierten Linux-Systeme unterliegen daher ebenfalls einer progressiven Dynamik.

Die Entwicklung von Linux-basierten Livesystemen ist in vielfältiger Form beschrieben worden [2,5]. Aufgrund der angesprochenen Dynamik haben diese Beschreibungen allerdings nur eine begrenzte Gültigkeit und sind gegebenenfalls nicht einmal in Grundzügen übertragbar.

Die gesamte Vorgehensweise für Entwicklung und Mastering des Linux-basierten MI-4n6-Livesystems musste zum großen Teil völlig neu konzipiert und die jeweils nötigen Prozeduren zur Erstellung des Basissystems neu programmiert werden.

Durch gezielte Modifikation des Systemkernels für MI-4n6 konnte zum Beispiel die Zahl der unterstützten Dateisysteme erweitert werden.

Um das bei einem späteren Einsatz zu analysierende Zielsystem beim Booten von MI-4n6 unangetastet zu lassen, wurde eine eigene spezielle Routine integriert, die verhindert, dass flüchtige Bereiche wie zum Beispiel der Swap-space des Zielsystems beim Start von MI-4n6 unberührt bleiben. Nach Standard ist die MI-4n6 nun so ausgelegt, dass keine Dateien auf der lokalen Festplatte des zu untersuchenden Computer-Systems verändert oder erzeugt werden.



Abb. 4.7-1 Forensic Live CD

Neben diesen rein technischen Anforderungen war es in diesem Projekt auch wichtig, dass MI-4n6 als System einfach und komfortabel zu handhaben ist. Dazu gehört, dass eine mögliche grafische Oberfläche intuitiv bedienbar ist und die installierten Programme ohne langes Suchen verfügbar sind.

Viele forensische Tools verzichten auf eine grafische Oberfläche, da diese nur zusätzliche Speichersegmente nutzt, in denen dann eventuell wichtige Beweis Spuren überschrieben werden könnten. Daher bootet das MI-4n6 Livesystem in einen Textmodus. Bei Bedarf kann aber leicht in einen grafischen Modus gewechselt werden.

Es ist keinerlei Installation auf der Festplatte notwendig. Durch die automatische Hardware-Erkennung sowie Unterstützung vieler Plattformen und Dateisysteme ist MI-4n6 bestens für den breiten Einsatz geeignet. Durch transparente Dekompression können bis zu 2 Gigabyte an lauffähiger Software in das zu startende Betriebssystem integriert werden. Diese Software muss vorher natürlich kompiliert und in entsprechenden forensischen Beispiel-Szenarien getestet werden. Dies nahm einen breiten Raum innerhalb des Forschungsprojekts ein.

Die entstandene „MI-4n6 Forensic Live CD“ ist bei der Software-Vielfalt und technischen Auslegung ein echtes Novum.

MI-4n6 besticht aber nicht nur durch Quantität, sondern enthält auch eine Reihe von Tools, die es nur sehr schwer oder gar nicht öffentlich gibt. Zu den besonderen Glanzpunkten gehören diesbezüglich unter anderem:

- die vom Defense Cyber Crime Institute (DCCI) verbesserte Version „dcccidd“ des Data Dumpers „dd“ zum bitgenauen Kopieren digitaler Medien, die nur über das US-Militär erhältlich ist
- die Linux-Variante der de-facto forensischen Standard-Software „EnCase Forensics“

- die Software „libewf“, mit der sich direkt bitgetreue Images eines Datenträgers im Expert-Witness-Compression-Format erzeugen lassen, das von EnCase unterstützt wird. Es lassen sich damit direkt und ohne grafischen Overhead EnCase-Images eines Datenträgers herstellen.
- Anti-Forensik Software von The Grugq, die sich auch zum Aufspüren versteckter Daten eignet

und vieles mehr.

Insgesamt wurden über 180 professionelle Analyse-Tools aus den Bereichen Computer-Forensik, Anti-Forensik und Datenrettung sowie Debugwerkzeuge, Hexeditoren etc. in MI-4n6 integriert. Darüber hinaus gibt es eine reichhaltige Sammlung von Steganographie-Software (sehr häufig werden versteckte Informationen in steganographisch manipulierten digitalen Informationsträgern kommuniziert) und allgemeinen Security-Tools.

Resonanz

Um die Ergebnisse des Forschungsprojekts einer breiten Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen, wurde ein auf CD-ROM brennbares ISO-Image ins Internet gestellt [4]. Dies sollte zum einen die Früchte der Arbeit präsentieren, aber zum anderen auch den kritischen Dialog fördern, um zukünftige Versionen gegebenenfalls zu optimieren.

Die bisherige Resonanz auf das fertige MI-4n6 Livesystem ist überwältigend. Sie kommt aus aller Welt, von den USA bis Malta, von Computer-Enthusiasten bis zu Computer-Forensik-Experten und Ermittlungsbehörden. So ist MI-4n6 zum Beispiel seit 2008 durch das Aus- und Fortbildungszentrum Swisttal in die polizeiliche Weiterbildung der Bundespolizei eingeflossen. Auch Ermittlungsbehörden in Sachen Computer-Kriminalität und Steuerfahndung gehören zu den Nutzern der CD. Gerade in diesem Anwenderkreis wurde das MI-4n6-Projekt sehr begrüßt. Für zukünftige Versionen sind bereits einige spezielle Tool-Wünsche geäußert und Angebote zur Zusammenarbeit gemacht worden.

Insgesamt gab es seit Februar 2007 ca. 17000 vollständige Downloads des knapp 700 Megabytes großen ISO-Images von MI-4n6.

- [1] Eoghan Casey; Digital Evidence and Computer Crime, Forensic Science, Computers and the Internet. Second edition, Elsevier Academic Press, 2004
- [2] Keith J. Jones, Richard Bejtlich and Curtis W. Rose: Real Digital Forensics – Computer Security and Incident Response. Addison-Wesley Longman, 2005
- [3] The CAIDA network telescope project. Cooperative Association for Internet Data Analysis, 2003 \\http://www.caida.org/analysis/security/telescope/
- [4] Cymru Darknet Project, 2004. <http://www.cymru.com/Darknet/>
- [5] Rainer Hattenhauer, Linux-Livesysteme, Galileo Press, 2005
- [6] MI-4n6 Projekt <http://security.fh-offenburg.de/mi-4n6.php>
- [7] MI-4n6 Download (694 MB) unter [http://security.fh-offenburg.de/mi4n6_web/download.php](http://security.fh-offenburg.de/mi4n6/_web/download.php).



**Wir haben die Hardware.
Sie haben die Wahl. Weltweit.**

Sie suchen die wirtschaftliche Lösung für die Kalt-, Halbwarm- und Warm-Massivumformung?

Sie erwarten von einer gebrauchten Maschine nicht weniger als von einer neuen?

Sie bevorzugen Gesprächspartner, die verstehen, worauf es Ihnen ankommt?

Sprechen Sie mit uns und lassen Sie sich überzeugen: Mehr als 800 leistungsfähige Schmiedemaschinen stehen in unseren Hallen für Sie permanent einsatzbereit.

Und da Alter ja bekanntlich keine Rolle spielt, sondern nur die Leistung zählt, werden Sie bei uns schnell fündig: Erfahrenen Alleskönnern muss man das Laufen schließlich nicht mehr beibringen.

Übrigens:

Wir bringen Ihnen Ihre Auserwählte zur richtigen Zeit an den richtigen Ort. Unser Fachpersonal steht Ihnen bei De- und Remontage und Transport mit Rat und Tat zur Seite. Und auch bei Fragen rund um die Maschinenüberholung sind wir für Sie da.

Mit dem richtigen Partner gehen Ihre Wünsche in Erfüllung.



PRESSTRADE®

PRESSTRADE Pressenhandel GmbH

Oststraße 1 · D-77694 Kehl

Fon +49 7851 9376-0 · Fax +49 7851 9376-76

info@presstrade.com · www.presstrade.com

Lassen Sie uns Ihre Pläne schmieden.

Zusammenstellung

Veröffentlichungen

Bollin E., Feldmann T., Da Costa Fernandes, J.: Nachhaltiges Planen und Betreiben von Gebäuden durch simulations- und automatisationsgestütztes Facility Management – im kommunalen Energiemanagement; Forschungsbericht Landesstiftung Baden-Württemberg, 5. Nov. 2007

Bollin E., Huber K.: Practical Experiences on Large-Scale Solar Thermal System for Heating and Cooling in Germany; CIER 2007 Processing, Havana Cuba May, 22nd–25th 2007

Bollin E., Feldmann T., Da Costa Fernandes J.: Moderne Verfahren in der Gebäudeautomation – Optimierung des Gebäudebetriebs durch Auswertung von Wetterprognosen; Teilbericht zum zafh.net-Forschungsbericht der Hochschule Offenburg, HfT Stuttgart und Hochschule Biberach, gefördert durch die Landesstiftung Baden-Württemberg, Februar 2007

Breyer-Mayländer T.: Marketing in der Spielebranche sowie die Rundfunk; Film und Internetunternehmen, AKAD-Themenheft 903, Stuttgart 2007

Breyer-Mayländer T.: Marketing in der Musikindustrie sowie in Zeitungs-, Zeitschriften- und Buchverlagen; AKAD-Themenheft 902, Stuttgart 2007

Breyer-Mayländer T.: Besonderheiten von Medienmärkten und das Management integrierter Medienunternehmen; AKAD-Themenheft 901, Stuttgart 2007

Breyer-Mayländer T.: Gratiszeitung in Europa – eine Zwischenbilanz; BDZV, S. 167–176, ZV Verlag Berlin 2007

Breyer-Mayländer T., Goldbeck K.: Schule mit Zeitung; Schmitz: Leitfaden für Lehrerinnen und Lehrer, BDZV Berlin 2007

Breyer-Mayländer T., Goldbeck K.: Schule mit Zeitung; Schmitz: Leitfaden für Zeitungsverlage, BDZV Berlin 2007

Bühler K.: Strukturbildung in der Thermo- und Fluidodynamik; Tagungsband 7. Tag der Lehre Haus Biberach, S. 108–110

Bühler K., Low L.W.: Numerical Simulation of the Secondary Flow due to the Coaxial Rotation of two Spheres; Proceedings of the European COMSOL Conference 2007 in Grenoble, France, Ed.: J.-M. Petit and O. Squalli, Vol. 1

Bühler K., Zierep J.: Grundzüge der Strömungslehre – Grundlagen, Statik und Dynamik der Fluide; 7. Aufl. Teubner Wiesbaden 2008

Bühler K., Zierep J.: Strömungsmechanik, HÜTTE-Die Grundlagen der Ingenieurwissenschaften; 33. aktualisierte Auflage, Teil E Technik Mechanik, S. E 146–216, Hrsg. H. Czichos, M. Hennecke, Springer, Berlin 2008

Christ, A.; Feißt, M.; Omari, R.: Eye-Tracking Study of Navigation Behaviour on Mobile Devices for mLearning; mLearn 2007, Melbourne, Australien, Oct. 16th–19th 2007

Curticepean D., Lieber W., Bunge C.-A.: Evaluation of Launch-Dependent Frequency Response of Multimode Fibers for Subcarrier-Multiplexing (SCM); ISBN: 1-55752-846-2, Frontiers in Optics 07, Laser Science XXIII, Organic Materials and Devices of Displays and Energy Conversion

Curticepean D., Lieber W., Bunge C.-A.: New Aspects in Bandwidth Measurements Considering the Effects of DMD; Optics & Laser Technology, Vol. 39 (2007), S. 61-67, DOI:10.1016/optlas-tec.2005.05.2007

Curticepean D.: Die Macht der Animationen im Unterricht der Naturwissenschaften – eine didaktische Betrachtung; Energie der Didaktik – Beiträge zum 7. Tag der Lehre, S. 111-114, ISBN 978-3-00-022550-5, 2007

Doherr D.: Kooperative Projektarbeit zur Entwicklung eines interaktiven CAD-Tutoriums für Maschinenbau und Verfahrenstechnik als Distance Learning; Beiträge zum 7. Tag der Lehre, HS Biberach, ISBN 978-3-00-022550, S. 57-59, Karlsruhe

Fawaz N.: Biomedical Telemetry Application of an electronic Capsule with enhanced Performance; Design, Automation and Test in Europe DATE Conference, Proceedings of DATE/EDAA, Ph. D Forum, April 2007

Feldmann T.: Optimierung des Gebäudebetriebs durch die Auswertung von Wetterprognosen; Proceedings der GLT-Anwendertagung 2007 in Berlin, 19.–21. Sept. 2007

Feldmann T.: Wetterfrosch spart 38 % Energie ein – Optimierung des Gebäudebetriebs durch Auswertung von Wetterprognosen; Fachbeitrag in der Zeitschrift CCI, Promoter-Verlag Karlsruhe, April 2007

Gruner G.: Die Geschichte des Animationsfilms von 1980 bis heute; Fimgenres: Animationsfilm, Hrsg. Andreas Friedrich, Reclam-Verlag, Stuttgart

Jansen D., Fawaz N.: An Electronic Pill (ePille®) for Drug Delivery with Bidirectional Communication System used for e-medical Application inside the Body; IEEE International Conference for e-medical Systems, S. 15-20, Fes, Morocco, Oct. 2007

Jansen D., Fawaz N.: A new miniaturized Electronic Pill (ePille®) using near field bi-directional communication system for biomedical telemetry application with drug delivery system; Proceedings of Biomedical Engineering/Biomedizinische Technik BMT, Vol. 52, ISSN: 939-499, Aachen, Okt. 2007

Jansen D., Fawaz N.: A new miniaturized Electronic Pill (ePille®) for mass medical application with bi-directional communication system; MikroSystem-Technik Kongress, Proceedings of MST 2007, S. 723–726, ISBN 978-3-8007-3061-2, Dresden

Jansen D., Fawaz N., Bau D., Durrenberger M.: A Small High Performance Microprocessor Core SIRIUS for Embedded Low Power Designs; Demonstrated in a Medical Mass Application of an Electronic Pill, Techniques and Trends, S. 363-372, ISBN 987-0-387-72257-3, California, USA, June 2007

Jansen D., Fawaz N.: A new platform of an electronic pill with bi-directional communication system for miniaturized and low power biomedical application; Volume 39, S. 45-49, ISSN 1862-7102, Ulm, MPC Multi-ProjektChip-Workshop 2007

Jochum J.: Optimisation d'un pilote pour la pyrolyse en continue de la biomasse humide, Hochschule Offenburg, 2007

Lankau R., Werner H.U.: Media Soundscapes I: Klänge, Landschaften des Klangs und Methoden des Hörens Media; Schriftreihe „Massenmedien und Kommunikation“ (MUK) der GHS Siegen

Lankau R., Werner H.U.: Soundscapes II: Didaktik, Design, Dialog; Schriftreihe „Massenmedien und Kommunikation“ (MUK) der GHS Siegen

Lorenz K.: Efficient Up-conversion System for Silicon Solar Cells; Conference Solar Energy, Nanophysics and Nanotechnology, Sept. 2007

Nuß U.: Power Electronic Basics, Tagungsband OTTI-Seminar Power Electronics for Renewable Energies Page 13–37, Freiburg, July 19th/20th 2007

Nuß U.: Feedback Control Systems for Power Electronics; Tagungsband OTTI-Seminar Power Electronics for Renewable Energies, Page 273–302, Freiburg, July 19th/20th 2007

Sänger V., Schmidt C.: „MI-Learning: ein Rahmenwerk für webbasiertes E-Learning“; im Tagungsband zum 7. Tag der Lehre in Biberach, 22. Nov. 2007

Sänger V.: Strittmatter-Haubold V.: Aktivierende Veranstaltungsformen – Lehrveranstaltungen lerngerecht gestalten; Seminarunterlagen des Heidelberger Instituts für Weiterbildung, April 2007

Schüssele L.: Der internationale Masterstudiengang „Communication and Media Engineering“ an der Hochschule Offenburg – Internationalisierung als Motor für Reformen; Handbuch für Qualität in Studium und Lehre. E8.10, S. 1–22, Raabe-Verlag, Dez. 2007

Spangenberg B., Eckhardt H.S., Dominick H.: Fiber-optics detection device for GC-UV; Proc. SPIE Vol. 6433

Spangenberg B., Kaiser R.E.: The water content of stationary phases; J. Planar Chromatogr. 20, 307–308

Wilke A., Zell Z., Duri T., Klotz M., Meier S.: Mikrobielle Brennstoffzelle – Stromerzeugung aus Abwasser; Chemie Ingenieur Technik; Volume 79, Issue 9 S. 1340–1341, Sept. 2007

Wilke A.: The Microbial Fuel Cell – Generation of Electricity by Microorganisms; Deutsch-Ungarisches Kolloquium für Verfahrenstechnik; Technische Universität Berlin, 02.–04. Juli 2007

Zahoransky R., Dorn B., Wehmann C., Winterhalter R.: „Nanoparticle Emissions of CR Diesel EURO 4 fuelled by Plant Oils“; Veröffentlicht als: Tagungs-CD der 11th ETH Conference on Combustion Generated Nanoparticles, Zürich, Aug. 12th-15th 2007

Zahoransky R.: Energietechnik; ISBN 978-3-8348-0215-6, Vieweg Verlag, 3. Auflage, April 2007

Zahoransky R., Dorn B., Wehmann C., Winterhalter R.: Particle and Gaseous Emission of Diesel Engines Fuelled by Different Non-Esterified Plant Oils; SEA_NA Paper Series, Nr. 2007-24-0127, 2007

Zahoransky R.; Dorn B.: Forschung auf dem Gebiet der Biokraftstoffe; Magazin Energiepflanzen, Heft 2, 2007

Vorträge

Bollin E.: Sustainable Energie for Buildings; Business-Breakfast Seminar on Energy Efficient Development in Germany, Hotel Intercontinental, Toronto, Nov. 29th 2007

Bollin E.: Sustainable Energy for Buildings; Business-Breakfast Seminar on Energy Efficient Architecture, Chicago, USA, Nov. 27th 2007

Bollin E.: Perspektiven einer nachhaltigen Energiewirtschaft; Studium Generale der Hochschule Heilbronn, 12. Juni 2007

Bollin E.: Practical Experiences on Large-Scale Solar Thermal Systems for Heating and Cooling in Germany; CIER 2007, Havana Cuba, May 22nd-25th 2007

Bollin E.: Sonnenenergienutzung in Gebäuden; Tag der Sonne, SHK-Innung Ortenaukreis, Offenburg, 04. Mai 2007

Bollin E.: Heizenergie der Zukunft; Volksbank Kinzigtal, Wolfach, 23. April 2007

Bollin E.: Solaranlagen: Wirtschaftlichkeit und Technik; Handwerker-ausstellung, Hausach, 11. März 2007

Bollin E.: Solarthermie2000 an der Hochschule Offenburg; Universität Kassel, 08. Feb. 2007

Breyer-Mayländer T.: Strategien für Investitionen und Kooperationen; Euroforum-Konferenz „Zusatzgeschäfte für Verlage“ 20. Nov. 2007

Breyer-Mayländer T.: Zusatzgeschäfte als Chance und Herausforderung für Verlage; Euroforum-Konferenz „Zusatzgeschäfte für Verlage“, Hamburg 15. Nov. 2007

Breyer-Mayländer T.: Online-Marketing-Controlling: Aktuelle Instrumente richtig einsetzen; Management Circle Fachtagung „Der Online-Marketing-Controller“, Frankfurt, 27. Aug. 2007

Breyer-Mayländer T.: Chancen und Herausforderung für Verlage durch die Digitalisierung der Medien; Euroforum-Konferenz „Online-Strategien für Verlage: Neue Geschäftsmodelle im Internet“; Berlin, 28. Juni 2007

Breyer-Mayländer T.: Zusatzgeschäfte als Chance und Herausforderung für Verlage; VDAV-Branchentreff 2007, Bonn, 13. Juni 2007

Christ, A.; Feißt, M.; Omari, R.: Eye-Tracking Study of Navigation Behaviour on Mobile Devices for mLearning; mLearn 2007, Melbourne, Australien, Oct. 16th-19th 2007

Curticapean D.-S.: Die Macht der Animationen im Unterricht der Naturwissenschaften – eine didaktische Betrachtung; Vortrag zum 7. Tag der Lehre in Biberach, 22. Nov. 2007

Curicapean D.-S., Lieber W., Bunge C.-A.: Evaluation of Launch-Dependent Frequency Response of Multimode Fibers for Subcarrier-Multiplexing (SCM); Frontiers in Optics 2007 – Section Photonics, San Jose, Silicon Valley, California, Sept. 16th 2007 (Poster Presentation)

Da Costa Fernandes, J.: Remote Area Power Supplies with Renewable Energies; Seminar Sustainable Energy Conversion, Hochschule Offenburg, Nov. 13th 2007

Da Costa Fernandes J.: Stromgewinnung mit Photovoltaik; Evang. Kirchengemeinde „Guter Hirte“, Diersburg, 22. Okt. 2007

Doherr D.: Seminar Sustainable Energie Conversion; Hochschule Offenburg, 13. Nov. 2007

Doherr D.: Humboldt on the Web; Linda Hall Library, Kansas City, Nov. 14th 2007

Doherr D.: The Humboldt Digital Library-Technical Implementation; Alexander von Humboldt-Conference, Hall Center, University of Kansas, Lawrence, 18th Oct. 2007

N. Fawaz, D. Jansen: “A SoC Electronic Pill (ePille®) with 32bit SIRIUS Processor and Bidirectional Communication System used for Biomedical Telemetry Applications”, International Conference on Information & Communication Technologies: from Theory to Applications – ICTTA’08, IEEE Communication Society, April 2008, Syria (Accepted)

N. Fawaz, D. Jansen: “An Electronic Pill (ePille®) for Drug Delivery with Bidirectional Communication System used for e-medical Application inside the Body”, International Conference for e-medical Systems, ISBN 9954-8905-0-5, p. 15-20, October 2007, Morocco

N. Fawaz, D. Jansen: “A new platform of an electronic pill with bidirectional communication system for miniaturized and low power biomedical application”, MPC-Workshop, Vol. 38, p. 45-49, ISSN 1862-7102, Ulm, Germany, February 2007

N. Fawaz, D. Jansen: “A new miniaturized Electronic Pill (ePille®) for mass medical application with bi-directional communication system”, MikroSystem-Technik Kongress, Proceedings of MST 2007, ISBN 978-3-8007-3061-2, p. 723-726, Dresden, Germany, 2007

N. Fawaz: “Biomedical Telemetry Application of an electronic Capsule with enhanced Performance”, Design, Automation and Test in Europe DATE Conference, Proceedings of DATE/EDAA, ISBN 978-3-9810801-2-4, Nice, France, April 2007

Feldmann T.: Optimierung des Gebäudebetriebs durch die Auswertung von Wetterprognosen; Proceedings der GLT-Anwendertagung 2007 in Berlin, 19.–21. Sept. 2007

Hammer D.: Sicherheit im Austausch geheimer Daten über das Internet, Schutz vor Übergriffen und Verfahrensweisen bei aufgetretener Internetkriminalität (Forensik); Vortrag für eine Experten-Delegation des chinesischen Sicherheitsministeriums im Hinblick auf die Organisation der bevorstehenden Olympischen Spiele 2008 in China, Carl Duisberg Centren, 26. Sept. 2007

Heppler K.: Autonomer Manipulator zur Dekontamination von Betonoberflächen (Postersession auf der KONTEC 2007); 8. Internationales Symposium Konditionierung radioaktiver Betriebs- und Stilllegungsabfälle, Dresden, 21.–23. März 2007

Hillenbrand G.: Freuden und leiden im E-Learning; Moodle-Konferenz in Graz, Österreich, 12.–14. Sept. 2007

Hochberg U., Hug A.: Der Schluckspecht: das erste mit einer Direkt-Ethanol-Brennstoffzelle betriebene Experimentalfahrzeug; Conference Proceeding f-cell, Stuttgart 2007

Hochberg U., Kubrak B., Jahn M.: Different Solutions of the Rayleigh-Benard Instability in a RectangleBox Seeing Different Temperature Gradients; Computational Results in Comparison to Experimental Results; 25th CADFEM Users’ Meeting 2007. International Congress on FEM Technology. Stuttgart Nov. 2007

Huber K.: Solar-unterstützte Klimatisierung des Technologiezentrums Berkheim der Firma Festo, Anlagenkonfiguration und Messsystem; PtJ-Workshop Solare Klimatisierung, Stuttgart, 03. Mai 2007

Lankau R.: Auf der Suche nach der verlorenen Zeit, Medien und Medienrezeption im Spannungsfeld von Zeit und Medien; Volkshochschule Offenburg, 30. Okt. 2007

Lankau R.: Auf der Suche nach der verlorenen Zeit. Gedanken zur aktuellen Medienrezeption; 11. Buckower Mediengespräche, Buckow (Berlin), 12./13. Okt. 2007

Lankau R.: Media Campaign: Sweet poison: Alcopop. Poster competition with students and schools; International Conference, Rovereto, Feb. 22nd/23rd 2007

Nuß U.: OTTI-Seminar Power Electronics for Renewable Energies; S. 13–37, Freiburg, 19./20. Juli 2007

Rohbock U.: Werbewirkungsforschung mit Eyetracking; bei der Präsentation/Ausstellung „Creative Class Oberrhein“ im Rahmen der Aenne Burda Charity Week, Alte Burda-Druckerei, Offenburg, 14. Nov. 2007

Rohbock U.: Eyetracking-Was Blicke uns verraten; Medienforum Freiburg, 18. Okt. 2007

Sänger V.: Web 2.0 in Unternehmen; auf der Veranstaltung Compass“ der Cellent AG, Stuttgart 4. Juli 2007

Spangenberg B., M. Bleichert, H. S. Eckardt, K.-F. Klein: A simple and reliable method to quantify glucosamine in various nutritional supplements; 7th Balaton Symposium, in Siófok, Ungarn, Aug. 5th–7th 2007

Wilke A., Buchholz, R. Bunke, G.: Selective Biosorption of heavy metals by algae; The First International Environmental Best Practices Conference, Olstyn, Poland, Aug. 7th–10th 2007

Wilke, A.: The Microbial Fuel Cell – Generation of Electricity by Microorganisms; Deutsch-Ungarisches Kolloquium für Verfahrenstechnik; Technische Universität Berlin, 2.–4. Juli 2007, Berlin

Zahoransky R.: Particle and Gaseous Emissions of Diesel Engines Fuelled by Different Non-Esterified Plant Oils; 8th ICE International Conference on Engines in Capri/Italy, Sept. 16th–20th 2007

Sonstiges

Bender R.: Beim Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD), seit 2002 Mitglied des Fachgutachterausschusses für Kurz- und Langzeitdozenturen

Christ A.: Gastwissenschaftler Dr. Sameir Abd Alkhalik Aziez Al-Khafagi, University of Technology in Baghdad, Irak (im Rahmen eines DAAD-Forschungsstipendiums vom 01.07.–01.10.2007 an der Hochschule Offenburg)

Christ A.: Dr. Johan Freysen, University of Pretoria, Südafrika (Besuch am 30.07.2007 an der Hochschule Offenburg)

Doherr D.: WS 07/08 an der University of Kansas, Lawrence, USA (09/2007–12/2007)

Jansen D.: Sprecher der MPC-Gruppe der Hochschulen Baden-Württemberg

Jansen D.: Gutachter der AiF und DFG

Jochum J.: Anerkennungspreis für „Popcorn aus der Wirbelschicht“ von der Landesstiftung BW für ein Exponat, das Jugendlichen Technik begreifbar macht

Reich W.: Beim Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD) Gutachter in die Auswahlkommission für Stipendiaten in Süd- und Südostasien berufen

Spangenberg B.: Seit Januar 2007 Editor-in-Chief des Journals JPC (Journal of Planar Chromatography)

Preisverleihung

Hochberg U.: Schluckspecht-Team bekam von Herrn Dietrich Birk, MdL, Staatssekretär im Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst in Stuttgart einen Scheck in Höhe von 10.000 Euro überreicht, 18.07.2007

Technische Berichte

Bau D.: Wearlog

Li J.: ASIC Report – Analog Digital Front End Electronics for RFID

Jansen D., Eichner C., Kurz A., Paulat K., König T. (Hochschule Ulm): Tele-EEG Abschlussbericht

Jansen D., Salido J. J. M.: BIO POWER, Analog Design

Jansen D., Durrenberger M., Bau D., Fawaz N.: A Small High Performance Microprocessor Core SIRIUS for Embedded Low Power designs, Demonstrated in a Medical Mass Application of an Electronic Pill (ePill®)

Lieber W., Curticapean D., Bunge C.-A.: New aspects in bandwidth measurements considering the effects of DMD, Optics & Lasers Technology, Vol. 39, S. 61–67, DOI: 10.1016/j.optlasec.05.05.2007

Riske A.: Synthese und Implementierung des VHDL Codes mit dem Xilinx CPLD

Schwab J.: Entwicklung eines Ansteuer- und Überwachungsmoduls für einen 175A-Frequenzumrichter, Hochschule Offenburg

Volk T.: SEAGsens Digitallogik der konfigurierbaren NFC-Schnittstelle

Volk T.: SEAGsens Analogteil der konfigurierbaren NFC-Schnittstelle

Volk T.: SEAGsens Abschlussbericht

Teilnahme an Messen und Ausstellungen

Bollin E.: Canada Construct: Forschungsprojekte Nachhaltige Energietechnik, am bw-i Messestand, Toronto, Canada, 29.–30. Nov. 2007

Bollin E.: Second International Renewable Energy Storage Conference (IRES II), World Conference Center Bonn, 19.–21. Nov. 2007

Bollin E.: Intersolar 2007, Messe Freiburg, Gemeinschaftsstand Baden-Württemberg International, Freiburg, 21.–23.06.2007

Bollin E.: Fachmesse GeoTHERM 2007: Forschungsprojekte Nachhaltige Energietechnik, Messestand, Offenburg, 01.–02. März 2007

Bollin E.: Fachmesse Bau2007: Projektpräsentation „Langzeitmonitoring des Solar Info Center Freiburg“, München, 15.–20. Jan. 2007

Heppler K.: Beteiligung mit einem Messestand der Hochschule Offenburg auf der Internationalen Fachmesse für Agrartechnik AGRITECHNICA 2007, Hannover, 11.–17. Nov. 2007

Jansen D.: Aussteller auf der 13. Fachmesse ie Industrie+Elektronik, Fachmesse des wvib Wirtschaftsverbands, Freiburg, 25.–27.01.2007

Lorenz: Efficient Up-conversion System for Silicon solar cells, Conference Solar Energy, Nanophysics and Nanotechnology, Sept. 2007

Rohbock U.: Teilnahme an der Messe Einstieg ABI, Karlsruhe mit Betreuung des Messestands der Hochschule Offenburg in Karlsruhe, 05. Mai 2007

Wilke A., Zell C., Duri T., Klotz M., Meyer S.: Mikrobielle Brennstoffzelle – Stromerzeugung aus Abwasser; Process-Net Jahrestagung 2007; 16.–18. Okt. 2007; Aachen.

Baden-Württemberg-Tag, Swiss-Tech, Basel, Nov. 2007

Hochschultag der Hochschule Offenburg, 14. Nov. 2007

Intersolar 2007, 21.06.–23.06.2007

Erfindungen

Heinze W.: Schaufel mit verminderter Schallabstahlung; EM vom 19.09.2007

Heinze W.: Gehstock mit ausfahrbaren Füßen zum freien Abstellen; EM vom 19.09.2007

Heinze W.: Vorrichtung zum Ausrichten von Bildern in Galerien; EM vom 19.09.2007

Schröder W.: Method and Apparatus for a Self-learning Adaptive Controller for Nonlinear Systems with Optionally Provable Control Stability; EM vom 25.04.2007

Schröder W.: Faseroptisches Fouriertransformspektrometer, insbesondere für Ramanspektren; EM vom 28.06.2007

Schröder W.: Glucosesensor über optische Drehung der Polarisationssebene im Auge; EM vom 12.06.2007

Schröder W.: Method and Apparatus for a Digital Holographic Microscope with down to Quarterwavelength Resolution in 3 D; EM vom 11.05.2007

Laufende Promotionen

Fawaz N.: Biomedizinische Telemetrie, IAF Offenburg

Ortega V.: Ramanspektrometer, Hochschule Offenburg

Riedinger C.: Faserringresonator als Sagnac-Kreisel, Hochschule Offenburg

Master Thesis WS 2006/2007

Andlauer B.: Internationalität in Masterstudiengängen, Konzeption, Empfehlungen und Fallstudie „Renewable Energy Management“; Freiburg, Albert-Ludwigs-Universität, WS 2006/07

Bühler M.: Systemanalyse und Optimierungsansätze einer Zusammenbau-Radmutter bezüglich Setzverlusten; Neumayer Tekfor GmbH, Hausach, WS 2006/07

Cano Castanos J.: Aufbau und Inbetriebnahme einer Demonstrationsanlage zur Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung; Fraunhofer Institut ISE, Freiburg, WS 2006/07

Castano J.: A Distributed Systems Lab Environment Based on CORBA and SOAP; Hochschule Offenburg, WS 2006/07

Filatov A.: Untersuchung der homogenen Selbstzündverbrennung anhand eines Ottomotors; Hochschule Offenburg, WS 2006/07

Hiltehaus R.: Evaluation System for A-to-D-Converters of the Delta-Sigma Type; Hochschule Offenburg, WS 2006/07

Hoferer P. M.: Entwicklung und Applikation einer Autogasanlage; Hochschule Offenburg, WS 2006/07

Honnen K.: Entwicklung eines Nockenwellenantriebs durch Kette an einem 12V Industrie-Dieselmotor; MTU Friedrichshafen GmbH, WS 2006/07

Jäger S.: Product Engineering eines Aktuators für Precision Farming; Hochschule Offenburg, WS 2006/07

Latorre Nino J. P.: Konstruktion eines Solarkollektors zum kombinierten Luft-Wärme-Entzug für ein Solar-Wärmepumpen-Heizsystem; Consolar Solare Energiesysteme GmbH, Lörrach, WS 2006/07

Li J.: Integration of Analog-Digital Front-End Electronics for RFID (Radio Frequency Identification) in CMOS 0.35 μm Technology; Hochschule Offenburg, WS 2006/07

Mardinsyah A.: Investigation on the Simulation of Terminal Equipment Mobility in the GSM-R Environment and Implementation of the Required Control Software; Nortel Networks Germany GmbH & Co. KG, Immenstadt, WS 2006/07

Müller N.: How to Turn Around the Trend of Cement Related Emissions in the Developing World?; Ecofys GmbH, Nürnberg, WS 2006/07

Reith J.: Reduktion der Rußpartikelemission mittels Mikrowellenbehandlung; Hochschule Offenburg, WS 2006/07

Rieber M.: Konzeptstudie zur Anbindung eines Blechleitrades im hydrodynamischen Drehmomentwandler; LuK GmbH & Co. oHG, Bühl, WS 2006/07

Roser T.: Projektierung der Entwicklung und Serienfertigung einer alternativen Kardanwelle; Erich Neumayer GmbH, Hausach, WS 2006/07

Schikarsky M.: Analysis of an Assembly Process for Seating Groups and Monitoring the Integration of Additional Variants – at the Automotive Supplier of Seating Group for Mini Car -; Faurecia ASPG, England, WS 2006/07

Schillinger D.: Entwicklung eines Konzeptes für optimierte Ein- und Ausschleusvorgänge von Personen unter erhöhten Druckbedingungen bei Tunnelvortriebsmaschinen mit kleinem Durchmesser; Herrenknecht AG, Schwannau, WS 2006/07

Serdas S.: Thermodynamische Analyse von Sondermotoren; ITM Engineering GmbH, Renchen, WS 2006/07

Soebijantoro S.: Untersuchung der mechanischen Bruchfestigkeitswerte des dünnen Solarwafers; Fraunhofer Institut Solare Energiesysteme, Freiburg, WS 2006/07

Wolf O.: Konzeption und Auslegung eines auf chemischen Hydriden basierenden Wasserstoffspeichersystems für PEM-Brennstoffzellenanwendungen; Hochschule Offenburg, WS 2006/07

Diplomarbeiten WS 2006/2007

Abdul Wahab N. F.: Einführung der Wavelet-Transformation und JPEG2000; Hochschule Offenburg, WS 2006/07

Boschert T.: ‚Der Weg in die Selbstständigkeit‘ – Entwicklung und Umsetzung des Geschäftsmodells einer Medien- und Kommunikationsagentur; Hochschule Offenburg, WS 2006/07

Breitenbichler S.: Hebebühne mit Kugelgewindetrieb; Otto Nußbaum GmbH & Co.KG, Kehl-Bodersweier, WS 2006/07

Clement A.: Grundlagenuntersuchung zu den Fahrzeugsystemdaten (FSD) durch die Nutzung der OBD-Schnittstelle zur Identifikation des Verbau- und Systemzustandes des Fahrzeuges und Optimierung der FSD-Prüfung; TÜV SÜD Auto Service GmbH, Offenburg, WS 2006/07

Faißt T.: Konzeption und Realisierung eines Report-Tools zur Qualitätssicherung von Webapplikationen auf Basis von Microsoft.NET; avenit AG, Offenburg, WS 2006/07

Fehrenbach M.: Plattform für drahtlose Sensor-Netzwerke mit hardwareunabhängigem Netzwerk-Stack; NewTec GmbH, Freiburg, WS 2006/07

- Fox K.:** Designstudie zur Optimierung des Heißgasgehäuses der Gasturbine Typ GT13D mittels CFD zur Verbesserung der Kühl- und Strömungsbedingungen; ALSTOM Power Generation AG, Mannheim, WS 2006/07
- Friedmann A.:** Spectrum Sensing Technique for Cognitive Radio: Whitespace detection using Neural Networks; University of Surrey, Centre of Communication, WS 2006/07
- Götz C.:** Entwicklung einer mikrocontrollerbasierten Elektronikplattform für ein Brennstoffzellen-Hybridsystem; Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, Freiburg, WS 2006/07
- Grünemaier W.:** Evaluation von Multi-Sparten-Metering-Systemen mit Strom-, Gas-, Wasser- und Wärmezählern; Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme, Freiburg, WS 2006/07
- Haas A.:** Anwendung eines Model Checkers zur formalen Vollständigkeitsprüfung von VHDL – Codes für ein SDH/SONET ASIC; Nürnberg, Alcatel-Lucent, WS 2006/07
- Hertzog M. M.:** Web 2.0 / Social Computing – Betrachtung wirtschaftlicher Auswirkungen der neuen Mediennutzung im Bereich E-Commerce; T-Systems Multimedia Solutions GmbH, Dresden, WS 2006/07
- Jörger M.:** Aufbau und Inbetriebnahme eines Frequenzumrichters mit intelligenten IGBT-Modulen zur Drehmomentregelung eines Motorenprüfstands; Hochschule Offenburg, WS 2006/07
- Kircher F.:** Entwicklung von Werkzeugen zur Unterstützung der Toleranz- und Produktgestaltung in der Produktentstehungsphase; Progress Werk Oberkirch AG, WS 2006/07
- Kirstetter U.:** Entwicklung eines Gleichstromumrichters zur Aufladung eines Batteriespeichers aus einer Windenergieanlage; Hochschule Offenburg WS 2006/07
- Lang P.:** Entwicklung und Applikation einer Autogasanlage; ITM engineering GmbH, Renchen, WS 2006/07
- Lebelt M.:** ‚Vadata‘ – Konzeption und Realisierung eines Kurzfilmprojekts; Hochschule Offenburg, WS 2006/07
- Lee Y. H.:** Aufbau und Inbetriebnahme eines Zweiprozessorsystems zur hochdynamischen Folgeregelung eines Drehstromantriebs; Hochschule Offenburg, WS 2006/07
- Lehmann R.:** Detaillierung und Implementierung von Bildkennungs-algorithmen zur Detektion von Objekten spezieller Geometrie; Sick AG, Waldkirch, WS 2006/07
- Lohrengel H.:** Surface Acoustic Wave Devices for Ultrawideband RFID Tags; Oregon State University, Corvallis/USA, WS 2006/07
- Marz M.:** Entwicklung einer transportablen Messeinrichtung zur in-situ Überprüfung der Filtrationseigenschaften von industriellen Filtermedien; Badische Stahl Engineering GmbH, Kehl, WS 2006/07
- Mebes F.:** ‚Araber 48‘ – Begegnungen mit palästinensischen Israelis; Hochschule Offenburg, WS 2006/07
- Mesitschek D.:** Umbau und Charakterisierung von Absorptionskolonnen zur Abscheidung von Chlorwasserstoff und Schwefeldioxid; Ecole d’ingénieurs et d’architectes de Fribourg/Fa. RASCHIG, CH-1705 Fribourg / Mannheim, WS 2006/07
- Meyer A.:** Charakterisierung eines Rührsystems für die Polymerherstellung; EKATO Rühr- und Mischtechnik, Schopfheim, WS 2006/07
- Müller I.:** Konzeption und Produktion des Musikvideos ‚wie wir sind‘, die Leute, Münstertal; Hochschule Offenburg, WS 2006/07
- Neumeyer C.:** Planung einer hochauflösenden Rückprojektionseinheit mit stereoskopischer Bildwiedergabe; Wireworx, Ges.f.audiovisuelle Medien mbH, Stuttgart, WS 2006/07
- Reinhardt F.:** Implementierung einer adäquaten Drehmomenterfassung in einen Gleitringdichtungsprüfstand; ESD GmbH EKATO Sicherheits- und Dichtungstechnik, Zell i.W., WS 2006/07
- Rieger C.:** In Process Determination of Free DOP and DOP-F in Epoxy Resin Production; Prozessinterne Bestimmung von freiem DOP und DOP-F bei der Epoxidharzproduktion; DOW Deutschland GmbH & Co. OHG, Rheinmünster, WS 2006/07
- Rinklin D.:** Entwicklung von Abtastmethoden für die 2D-Code-Lesung; Sick AG, Reute, WS 2006/07
- Ritter V.:** Simulation eines Startermotors beim Lebensdauertest mit ABAQUS/Explicit; Robert Bosch GmbH, Bühl, WS 2006/07
- Schillinger A.:** Analyse der Möglichkeiten zur Reduzierung der Staubemissionen der holzbefeuerten Kesselanlage; Schmid & Söhne, Kippenheim, WS 2006/07
- Schneider M.:** Klassische Medienunternehmen und deren Investitionsabsichten in neue mobile Dienste; Hochschule Offenburg, WS 2006/07
- Schröpfer R.:** Steuer und Reglerwurf für Hochspannungsentladung; Eltex Elektrostatik GmbH, Weil am Rhein, WS 2006/07
- Senderowicz S.:** ‚spartacus traveler‘ – Konzeptionieren der Homepage des SPARTACUS travelers unter Berücksichtigung des Rezipienten- und Werbemarkts; Bruno Gmünder Verlag GmbH, Berlin, WS 2006/07
- Staiger S.:** Akustische Bedienung eines industriellen Feldgerätes; VEGA Grieshaber KG, Schiltach, WS 2006/07
- Szerbakowski B.:** Signal-Detektion in Lichtgittern mittels Korrelationsverfahren; SICK AG, Waldkirch, WS 2006/07
- Teufel M.:** web2mail – Intranetzugriff per E-Mail; Scholl Communications AG, Kehl, WS 2006/07
- Wallizer S.:** Erstellung eines Affiliate-Programms für den internationalen B2B-Immobilienmarktplatz IMMOPRO24; TEKTON Consulting S.L., Barcelona, Spanien, WS 2006/07

Weber A.: Entwicklung der Ansteuerung und Signalverarbeitung für interferometrische Faserkreisel und dessen Anwendung zur Messung des Faraday-Effekts; Hochschule Offenburg, WS 2006/07

Wenz S.: Erfassung und Analyse redaktioneller Geschäftsprozesse der Verlagsgruppe Praktisches Wissen sowie deren Abbildung in einem Software-Tool; Verlag Praktisches Wissen GmbH, Offenburg, WS 2006/07

Wunsch M.: Marktanalyse und Positionierung für ein General Interest Social Network; mymoonies.com GbR, Offenburg, WS 2006/07

Bachelor WS 2006/2007

Böhler S.: Integriertes Messdatenerfassungs- und Automatisierungssystem einer drei stufigen Biogasanlage der Hochschule Offenburg; SS 2007

Böhringer A.: Entwicklung einer Buschnittstelle zur hochdynamischen Sollwertvorgabe für einen Frequenzumrichter; Hochschule Offenburg, SS 2007

Jung M.: Entwicklung einer Buschnittstelle zur hochdynamischen Sollwertvorgabe für einen Frequenzumrichter; Hochschule Offenburg, SS 2007

Kirstetter U.: Entwicklung eines Gleichstromumrichters zur Aufladung eines Batteriespeichers aus einer Windenergieanlage; Hochschule Offenburg, SS 2007

Maier M.: Entwicklung einer Drehzahlregelung für einen Synchronantrieb mit Absolutwertgeber; Hochschule Offenburg, SS 2007

Mayer A.: Analyse verschiedener Aspekte bei der UMTS-Funknetzplanung mit dem Softwaretool XG-Planner; Hochschule Offenburg, SS 2007

Schwab J.: Entwicklung eines Ansteuer- und Überwachungsmoduls für einen 175A-Frequenzumrichter; Hochschule Offenburg, SS 2007

Zimmermann T.: Entwicklung einer aktiven Pendeldämpfung für das Modell eines Brückenkrans; Hochschule Offenburg, SS 2007

Master Thesis SS 2007

Anni G. K.: Development and Implementation of a Tool for Automated Creation of Nero Quality Control Systems Reports; Nero AG, Karlsbad, SS 2007

Dupps M.: Entwurf und Ausarbeitung eines neuartigen Lochkonzepts für rotationssymmetrische Teile; Progress-Werk Oberkich AG, SS 2007

Hiltscher V.: Conceptional Design and Implementation of the ASIC-Design Center Website Using a Content Management System with a Central Database; Hochschule Offenburg, SS 2007

Horst N.: Auslegung und Bau eines Prüfstandes für Wärmeübertrager (Luft/Wasser) zur Rückgewinnung von Abwärme einer SOFC Brennstoffzelle; Mertzwiller, Frankreich, SS 2007

Hutapea M. P.: Optimisation of the Fuel-Air Mixing Quality in a Gas Turbine Combustion System for NOx Reduction; Hochschule Offenburg, SS 2007

Intarasirisawat J.: OFDM in Wireless Communications and its Application in WiMAX; Hochschule Offenburg, SS 2007

Khandoker H.: Feasibility Study and Evaluation of Different Concepts for Optimising Transparent, Electrically Conductive Coatings Based on Carbon Nanotubes (CNTs); Fraunhofer TEG, Frankfurt, SS 2007

Latorre Nino J. P.: Konstruktion eines Solarkollektors zum kombinierten Luft-Wärme-Entzug für ein Solar-Wärmepumpen-Heizsystem; Hochschule Offenburg, SS 2007

Ngonzi F. K.: Numerische Simulation thermischer Konvektionsströmungen; Hochschule Offenburg, SS 2007

Shiva P.: Development of an Interface to the Data Bank ASAM-ODS for Storing, Converting and Management of the Measured Data; Robert Bosch, Gerlingen-Schillerhöhe, SS 2007

Soebijantoro S.: Untersuchung der mechanischen Bruchfestigkeitswerte des dünnen Solarwafers; Hochschule Offenburg, SS 2007

Suwannarat K.: Brennstoffzellensimulation; Fraunhofer Institut ISE, Freiburg, SS 2007

Diplomarbeiten SS 2007

Adrion S.: Energiemanagement-Analyse und Senkung der Betriebskosten von Gebäuden und Anlagen des Industrieparks Willstätt mit Hilfe von modernen Analysetools; B.I.W. GmbH, Willstätt, SS 2007

Badura P.: Integrierter Datenlogger zur Überwachung des Betriebszustandes der elektronisch kommutierter Motoren; ebmpapst Mulfingen GmbH, SS 2007

Beger F.: Untersuchung und Evaluierung von standardisierten Funkprotokollen zum Aufbau eines Wireless Personal Area Networks für gesicherte Punkt-zu-Punkt-Verbindungen und Implementierung einer Referenz-Plattform; Bebro electronic GmbH, Frickenhausen, SS 2007

Böhler S.: Biologisch/Thermisches Kombinationsverfahren zur Erzeugung eines Synthesegases aus Biomasse, Schwerpunkt: Biologische Synthesegaserzeugung; Hochschule Offenburg, SS 2007

Boos A.: Reformierung von Dieseldieselkraftstoff zum Betrieb eines Niedertemperatur-PEM-Brennstoffzellensystems; Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme ISE, Freiburg, SS 2007

Braun S.: Optimierung der Qualität des Feuerbettes und des Lufteintrags im Siphon einer zirkulierenden Wirbeschichtfeuerung; Biomaneheizkraftwerk Kehl GmbH, SS 2007

Caltacirone C.: Entwicklung von Standards für intelligente Unterzentralen; Daimler AG, Mercedes-Benz-Werk Gaggenau, SS 2007

Dietmann D.: Quantifizierung neuerer Antiepileptika aus Serum mittels LC-MS (Liquid Chromatography-Mass Spectroscopy); Epilepsiezentrum Kork, Kork, SS 2007

Eisenblätter D.: Erstellung eines Kalibrierungsmodells/-tool mit Editor; Elcoteg Communication GmbH, Offenburg, SS 2007

El Idrissi Y.: Simulation und Implementierung eines A-Verstärkers für 120 kHz und 10 W Ausgangsleistung; Hochschule Offenburg, SS 2007

Ernst C.: Möglichkeiten und Grenzen der Biogas und Biomethanproduktion mittels Vergärung und Membrantechnik; Wehrle Umwelt GmbH, Emmendingen, SS 2007

Finkbeiner M.: Entwicklung einer Dauerlaufvorrichtung und Erprobung des Verschleißverhaltens einer Drehbolzenverschlussdüse; Ferromatik Milacron GmbH, Malterdingen, SS 2007

Frank A.: Aufnahme von Kondensationskurven eines Oberflächenkondensators (OKO) und Vergleich mit den berechneten Werten firmeninterner Kondensatorauslegungsprogramme; Gea Wiegand GmbH, Ettlingen, SS 2007

Fuchs S.: Funktionalisierung mineralischer Nanopartikel zur selektiven Enzymaufreinigung aus Biosuspensionen; Forschungszentrum Karlsruhe, Eggenstein-Leopoldshafen, SS 2007

Fuderer D.: Dezentrale Kraft-Wärme-Kopplung mittels Synthesegaserzeugung aus Holzhackschnitzeln; Forschungszentrum Karlsruhe, Eggenstein-Leopoldshafen, SS 2007

Galley D.: Auftragsabwicklung in dt./frz. Sprache Markt- und Wettbewerbsanalyse für Frankreich erstellen; DaimlerChrysler AG, Mannheim, SS 2007

Gallion F.: Integration der Arbeitssicherheit in das QM Handbuch; Schwarzwaldmilch, Offenburg, SS 2007

Gass R.: Hydrothermale Verflüssigung von Biomasse im überkritischen Fluid mit Modellschwarztee; Forschungszentrum Karlsruhe, Eggenstein-Leopoldshafen, SS 2007

Grundmann A.: Innovatives Wärmemanagement für Hochtemperatur-Brennstoffzellen; Fraunhofer Institut Solare Energiesysteme, Freiburg, SS 2007

Hachami A.: Analyse und Simulation einer Strahlungsregelung mit Matlab/Simulink; Siemens Medical Solutions, Forchheim, SS 2007

Hambrecht T.: Automatisierung eines Prüfstands für Stellantriebe mit aktiv wirkender Bremse; AUMA Riester GmbH & Co KG, Müllheim, SS 2007

Harter K.: Entwicklung eines Konzeptes zur Ermittlung und Bewertung der Wandatmosphäre im Feuerraum einer Müllverbrennungsanlage; EnBW Kraftwerke AG, Stuttgart, SS 2007

Hauer T.: Entwicklung und Evaluierung eines Kurvenlichtalgorithmus unter Verwendung eines Lane Departure Warning Systems; Hella, KGaA Hueck & Co., Lippstadt, SS 2007

Hettich S.: Prozesse innerhalb logistischer Reklamationsabwicklung unter Nutzung der Teclom-Plattform; Robert Bosch GmbH, Karlsruhe, SS 2007

Ilg T.: Experimentelle und analytische Untersuchungen hinsichtlich der Festigkeit von Bauteilen in trockenlaufenden Kupplungsdruckplatten; LuK GmbH + Co oHG, Bühl, SS 2007

Jahn N.-M.: Entwicklung eines bürstenlosen Gleichstrommotors mit integrierter Kugelumlaufmutter, Otto Nußbaum GmbH + Co KG, Kehl-Bodersweier, SS 2007

Karkri F.: Einführung und Integration einer RZ-CMDB zur Optimierung des bestehenden ITTL-Changeprozesses am Beispiel eines global operierenden mittelständischen Maschinen- und Anlagenbauers; Herrenknecht AG, Schwana, SS 2007

Kasubke D.: Konstruktion eines klappbaren DSM-Paddels; Keller Geräte & Service GmbH, Renchen, SS 2007

Ketterer C.: Aufbau, Inbetriebnahme und Optimierung eines autothermen Reformers für Ethanol und Einbindung in ein Brennstoffzellen-Reformer-System; ISE - Fraunhofer, Freiburg, SS 2007

Köller F.: Konzepte zur Qualifizierung in Neubauprojekten -Einbindung von Lieferantenqualifizierung in ein Gesamtkonzept; Pharmaplan GmbH, Oberursel, SS 2007

Krux C.: Mise en route de l'école de progrès; S.A.L.M., Liepvre, Frankreich, SS 2007

Kubrak B.: Transition to Chaos in Rayleigh-Bénard Convection; Hochschule Offenburg, SS 2007

Leval P.: Entwicklung eines universellen Kommunikations-Servers zur Konfiguration und Inbetriebnahme von Automatisierungskomponenten; Parker Hannifin GmbH, Offenburg, SS 2007

Louw J. W.: Der Einfluss der Geometrie auf das Stromfeld zwischen zwei rotierenden Kugeln; Hochschule Offenburg, SS 2007

Matt O.: Neukonstruktion einer Wendestation für Papiersackpakete zum Einbau in moderne Papiersackproduktionslinien; mawico automation systems, Achern-Önsbach, SS 2007

Meier S.: Untersuchung über Nutzen und Ausführung einer Taupunktregelung für den Entfeuchtungsvorgang im Kühlregister einer Zuluftanlage; Daimler AG, Rastatt, SS 2007

Offenburger J.: Messtechnische Ermittlung des Durchflusskoeffizienten für Axialkolbenpumpen; Bosch Rexroth AG, Horb a.N., SS 2007

Otteni H.: Wireless Datenkommunikation für E/A - Module in der industriellen Messtechnik; Addi-Data GmbH, Ottersweier, SS 2007

Rager S.: Optimierung einer mehrkanaligen Messtechnik für optische Detektionsmethoden sowie Integration eines Mikrocontrollers zur Steuerung der Messwerterfassung und Kalibrierung des Systems; BMG LABTECH GmbH, Offenburg, SS 2007

Renkewitz C.: Entwicklung einer Ladebordwand; Otto Nußbaum GmbH + Co KG, Kehl-Bodersweier, SS 2007

Ruch T.: Trocknung und Coating von Bioreal®-Hefe in der Wirbelschicht; Agrano GmbH & Co. KG, Riegel a.K., SS 2007

Saum D.: Anaerobverfahren in Kombination mit Membrantrenntechnik für die Reinigung hoch belasteter Abwässer; Wehrle Umwelt GmbH, Emmendingen, SS 2007

Schmalz M.: Entwicklung erweiterter Routing-Funktionalitäten auf miniaturisierten Funkmodulen für drahtlose Sensor-Netzwerke; New Tec GmbH, Freiburg, SS 2007

Schneider C.: Verminderungen von Ablagerungen an thermischen Oxidationsanlagen; Wessel-Umwelttechnik, Hamburg, SS 2007

Schuster D.: Latenzzeit in CAN-vernetzten Sonderfahrzeug-Systemen unter Einsatz von CANopen; DaimlerChrysler AG, Sindelfingen, SS 2007

Spranz F.: Simulation and Analysis of Multi-Hop Wireless Sensor Networks; Oregon State University, USA, SS 2007

Taukulis A.: Hardwareschnittstellentreiber in DOTNET; AUMA Riester GmbH & Co. KG, Müllheim, SS 2007

Timoumi, H.: Entwicklung der Kommunikationsschnittstelle für ein Handterminal zur Parametrierung von Frequenzumrichtern; Hochschule Offenburg, SS 2007

Türkmen E.: Zielgruppenspezifisches Ethnomarketing am Beispiel der Türken in Deutschland; ARBOmedia GmbH, München, SS 2007

Urban M.: Entwicklung eines Reaktorkonzepts auf der Basis der Hydrolysereaktion des chemischen Hydrides Borazan; Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme, Freiburg, SS 2007

Waidmann A.: Einzelzell-Dosierung; Imtek-Uni-Freiburg, SS 2007

Walter W.: Implentierung eines Messsystems in einen Prüfstand für Nutzfahrzeug-Kupplungsdruckplatten; Daimler AG Werk Gaggenau, Rastatt, SS 2007

Wiedmann S.: Optimierung eines Fed-Batch-Prozesses mit CHO-Zellen zur Herstellung eines monoklonalen Antikörpers; Sanofi-Aventis Deutschland GmbH, Industriepark Höchst, Frankfurt, SS 2007

Wipfler R.: Entwurf und Programmierung eines Rfid-Tags zur Langzeit-Temperatur-Messung für den Frequenzbereich 125 khz nach ISO/IEC 18000-2; Hochschule Offenburg, SS 2007

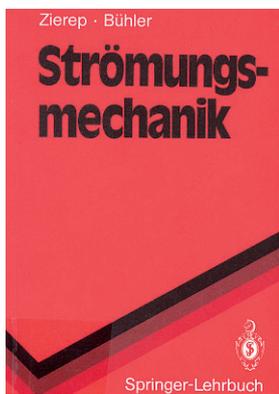
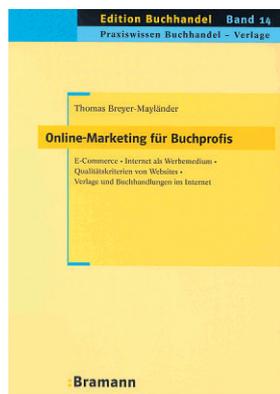
Woltz C.: Optimierung der Wartung und Erstellen von Kalibrierungs-/Justierungsvorschriften für Versionsysteme im Bereich IC-Endmontage; Micronas, Freiburg, SS 2007

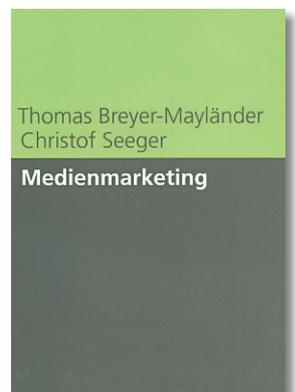
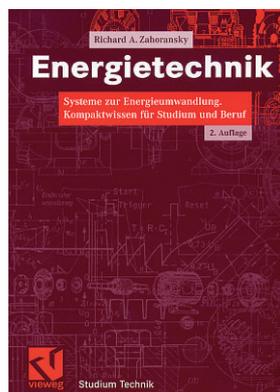
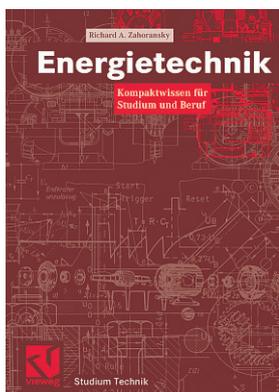
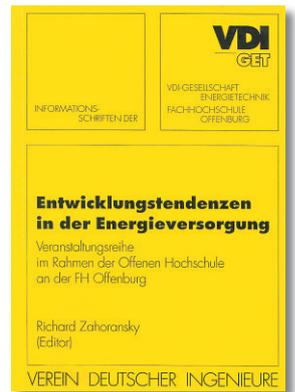
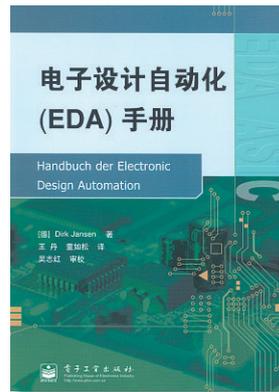
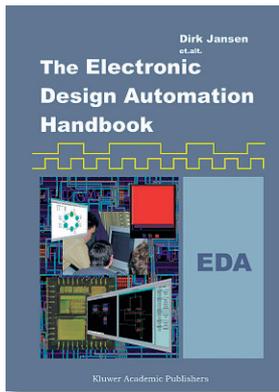
Ziegler P.: Programmierung und Umsetzung von Generatorregelungsfunktionen auf einem Microcontroller; Bosch Engineering GmbH, Abstatt, SS 2007

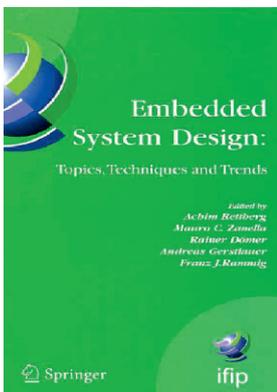
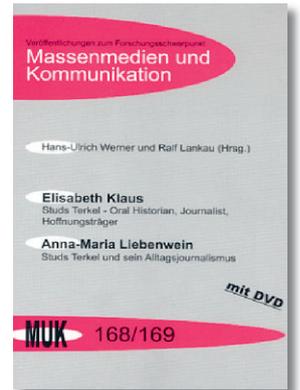
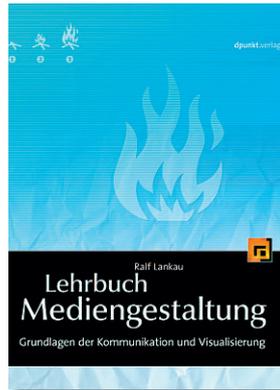
Ziersch J.: Molekulare Mechanismen der entzündungshemmenden Wirkung eines Weidenrindenextraktes; VivaCell Biotechnology GmbH, Denzlingen, SS 2007

Zowislok F.: Konzeption und Entwicklung eines Echtzeitbetriebssystems für den Soft-Core-SIRIUS; Hochschule Offenburg, SS 2007

Werbung in eigener Sache







Stichwortverzeichnis

A daptives Regelungssystem	35	Drag & Drop	112	K alman-Filter	57
Adsorption	44	Drehmomentdynamik	40	Kältemaschinen	77
Adsorptionskälteanlage	77	Drittmittel	18, 19, 20, 23	Kanalkapazität	61, 62, 63, 64
Akustik-Ökologie	115, 116	Dunkelziffer	125	Kapillar-Gaschromatografie	65
Akustik Design	115, 117	Dünnschichtchromatografie (DC)	26	Katalysator	43, 44
Akustische Kommunikation	116	E arcons	117	Kennwertvergleiche	83
Analyse-Tools	127	Eco-Marathon	41, 42	Kernindikatoren	81
ANSYS CFX 11.0	48	Eigenmittel	23	Klanguage	116
Antennen	49, 50, 51, 61, 62, 63, 64	Einnahmen	18, 19	Kohärenzbandbreite	61
Anti-Forensik Software	127	Einnahmen und Umsatz	18	Kollektorfeld	75, 76, 78
antibody	98	Electronic Learning	111	Kompetenzbereiche	17
Antrieb einer Kugelumlaufmutter	42	Elektronenakzeptor	99	Kompetenzzentrum	85
Aqua-System	77	Emotional Design	115, 117	Kooperationen	14, 15
Arbeitsgemeinschaften	15	Emulatorboard	33	kooperative Promotion	20
Arrayantenne	50, 51	Energiebezugsfläche	80	Koppelnavigation	56
ASIC	27	Energiebilanz	88	Kugelumlaufmutter	42, 45, 46
ASIC-Baustein	31	Energy Harvesting	26	L andesförderung	23
Assimilationsregel	79	Entwicklungsumgebung IDE	33	Langzeitmonitoring des SIC	88
Audio-Design	115, 117	ePille®	27, 28, 29, 34	Laser-Doppler-Anemometry	47
audiovisuelle Medien	115, 24	Erdsonden	87, 88	Leistungselektronik	46
Ausgaben	19, 20	Ethanol	43, 44	Leitbildbezug	81
Ausgründungen	14, 15, 16	Euler backward advection scheme	48	Lernformen	113
B ack-EMF	46	Exhaust temperature	91	Lessons Learned	112
backpropagation-Algorithmus	56	EXIST-Gründerstipendium	16	Linux	126, 127
Bakterien	99	Eye-Tracking	120, 123, 24	Lizenzen	15, 16
Bénard cell	47	F abry-Perot laser diode	53	Lock-in-Effekt	104
Beratung	15, 16	Feldsimulationen	49	Lock's number	59
Bereitstellung von Räumen	16	Festbettreaktor	101	LPME	89, 90, 93, 94, 95
Betriebsoptimierung	85	fixation points	120	LPME (long path multi-wavelength extinction)	89
Betriebssystem	33	Flammenionisationsdetektor	65	M agnete	45
biocompatibility	98	flow field	69, 70, 72, 73	Magnetfeldsimulation	45
biogenic fuels	91	fluorescence	97	MathCAD	60
BioPower	25, 26	Fluoreszenzspektrum	26	Mathematical models	
Blickaufzeichnung	103	Framework	13	for model aircrafts	59
Blutzuckerspiegel	27, 28	Funkkommunikation	61	Matlab/Simulink	37
body frame	59	Fuzzy-Decision-Making	88	Maxwellgleichungen	49
Brennstoffzellen	43, 44	G aschromatographie	65, 66	Medien	53, 103, 118
Brennstoffzellenstack	44	gaseous emissions	92, 94	medizinische Mikrosysteme	25
C -Compiler	33	gas emissions	89	Mehrwegeausbreitung	61, 62, 63
Carpet-Plots	77	gaze spots	120	Membranen	43, 44
CETAN number	93	gaze states	120	Metasuchmaschinen	105
Chaos	47, 48	Gebäudeautomation	75, 88	MI-Learning	111, 112, 24
Chromatografie	65	Genetische Optimierung	56	MICROWAVE STUDIO®	49
Chromatogramm	26, 67	Glasreaktor	35	mikrobielle Brennstoffzelle	99, 100, 101, 24
Clustern	21	Globalstrahlungswerte	86	Mikroorganismen	100, 101
CO ₂ -neutral	75	Glykol	77	Mikroprozessorkern	33
CO ₂ -neutrale Stromversorgung	87	Grants	5	Mikrosystem	28
Coaxial Rotation	69	Graphitfilze	101	MIMO-Systeme	61
Community Manager	104	Großprojekte	49, 18, 20	mobile devices	120, 121, 123
Computerkriminalität	125	Gründerverbund der Hochschulen	15	Mond	118
Computer Forensik	125	Gutachten	14, 15	Mondfinsternis	118, 24
control stability	60	H albtagsstellen	20	Monitoring	85, 86, 87, 88, 105, 24
cultural background	123	hauptamtliche Forschung	14	MPC-Gruppe	34
D anjonskala	118	helicopter	59, 60	Multimodeglasfasern	53
Datenbankstrukturen	83	Helicopter model	59	multiphonon relaxation processes	97
Datenloggerfunktion	31	Herzschrittmacher	25, 26	mutagenic effects	93, 94, 95
Datenrate	63	HF-Abstrahlungsverhalten	49	N achhaltigkeitsindikatoren	79, 80, 81
DATE 2007	34	Hybridantrieb	39, 40	Nachtauskühlung	86
DC/DC-Wandler	39	Hybridantriebskonzept	39	Nahwärmenetze	75
Debugwerkzeuge	127	I CTTA'08	34	nanoparticle	98
Deckungsanteil	76, 77	ICVLSI 08	34	Nanotechnology	97, 98
Demonstrationsantrieb	40	IESS'07	34	Navier-Stokes equations	47, 70
Denial-of-Service-Attacken	125	IMTEK	25	Navigationsleiste	111
Designplattform	34	Industrieprojekte	23	navigation scenarios	121, 122
design reuse	34	injection	89, 90, 91, 93, 94	NET-Benchmarking	81
Diabetes	27	Innovationsförderung	14	NET-Indikatoren	81
Diagnostic Assays	97, 24	Insider-Geschäfte	125	NET-Indikatorsystem	80
Dienstleistungen im IAF	18	Insulin	27	Neuronale Netze	55, 56
Dieselantrieb	39, 42	interaction	69	Nogaro	42, 44
Diesel Engines	89, 24	Internal pressure	91	Numerical analysis	48
digitale Spuren	125	IP-TV	107	Numerical Simulation	69, 70
Direkt-Ethanol-Brennstoffzelle	43	J unge Innovatoren	16	Nutzungsgrad	76
Direkt-Glukose-Brennstoffzelle	25			Nutzungsmotive	104
Direktethanolbrennstoffzelle	42, 44				
Direkte Forschungsaufträge	14				

O dometrie	56, 57	solar thermal systems	75	AluMock GmbH	58
öffentliche Förderer	23	Sonification	115, 116, 117, 24	Armbruster GmbH	106
Online-Communities	105	soot	90, 91, 93, 95	Bau Cooperation, Beraten u. Bauen GmbH	102
Online-Identitäten	103, 24	Sorgfaltpflicht	108	BCT Technology AG	30
Online-Inhalte	108	SOUNDSCAPE	115	BiZ Talk AG	96
oscillate	48	soziale Netze	105	Blasi GmbH	102
Oxidationsprodukte	26	soziale Netzwerke	103	BW Bank	96
P article emission	89	spektrale Effizienz	62	Dantherm Filtration GmbH	110
Partikelfilter – Nachfolger	57	Spenden	15	Doll Fahrzeugbau GmbH	58
Partizipation	103, 104	Spindel	45	Dr. Jaeniche GmbH & Co. KG	38
Pelletsessel	75	Splitverhältnis	66	DSV Road GmbH	38
periodic oscillation	48	Sponsorings	108	E. Ernst GmbH	52
Personalkosten	20	statistical analysis	120	Etol-Werk Eberhard Tripp GmbH & Co. OHG	84
Personalrecherche	105	steady-state flow	47, 48	Fritsch Elektronik GmbH	106
Pervasive Computing	26	Steinbeis-Transferzentren	21	GeneSys Elektronik GmbH	114
Physikalische Sensorik	55	Steinbeis GmbH	14, 15, 16	Haugg GmbH	106
plant oils	89, 90, 91, 92, 93, 94, 95	Stiftungen	15	HEB Hydraulik-Elementebau GmbH	106
Plattformen	103, 104, 105, 107, 127, 24	Strahlcharakteristik	50	Hüttinger Elektronik GmbH & CO. KG	6
Portale	107	Strahlungsnahefeld	50	Hydro-Gerätebau GmbH & CO. KG	114
Präsenzlehre	111	Stromquelle	25	I.C.T. Agentur für Handelswerbung	38
präventives Monitoring	105	Substanzgemisch	65, 66	Icoma ZGS GmbH	58
Primärenergie	81	Substitutionsregel	79	IGZ Lahr GmbH	68
Prozessorkern SIRIUS	27, 34	Synchronmotor	39, 40	Ingenieurbüro Fritz Ebner	119
PRO INNO II	35	T emperatursensor	28, 34	IW Bau GmbH	102
Pt100 in Vierleitertechnik	36	Temperierflüssigkeit	36, 37	J. Schneider Elektrotechnik GmbH	110
PWM-controller	60	Temperiergerät	35, 36, 37	Kasto Maschinenbau GmbH	30
Q uadraturphasenmodulation	27	Temperiersystem	35, 36	Kern u. Liebers GmbH & Co. KG	144
Querbezüge	111	Templates	111, 113	KNF Neuberger GmbH	124
questionnaire	122	TEM pictures	91, 94, 95	Kramer Verlag GmbH	38
Quizzes	112, 113	thermodynamische Systeme	37	Kresse & Discher Medienverlag	74
R adiofo	118	thermoionische PND-Detektor	65	Kronen GmbH	68
Radnabenmotor	42, 44	Tonpsychologie	115	Kunststoffwerk Lahr GmbH	110
rape seed oil	89, 92, 93, 94, 95	transfer functions	60	Magna Electronics Europe GmbH & Co. KG	84
Rayleigh-Fading-Annahme	62	Treibstoffe	41	Meiko Maschinenbau GmbH & Co. KG	74
recirculation zone	69, 70, 71, 72, 73	Trennsäule	66	Mildenberger, Lusch + Partner	22
Redoxkomponente	99	Trojaner	125	OTH Ortenauer Treuhand GmbH	124
Reglermodule	37	turbo charger	90, 91, 94	Otto Nußbaum GmbH & Co. KG	12
Reinforced learning	57	Ü bertragungskapazitäten	61	Presstrade Pressenhandel GmbH	128
Restmittel	20	Umsatz	17, 18, 20	Rietho GmbH	68
Reynolds numbers	69, 71, 72, 73	Up-conversion	97, 98, 24	Sander Umformtechnik GmbH & Co. KG	52
RFID-Front-End-Chips	32	V akuumröhrenkollektoren	77	Schaub Fertigungstechnik GmbH	119
RFID-Tag	31	Vermarktungsmöglichkeiten	104, 108	Sick AG	2
Richtdiagramm	50, 51	Verschattung	86	Ekkehard Stehle	114
RISC-Architektur	33	Versuchsreaktor	36	Technologie-Lizenz-Büro GmbH	102
Roboter	55, 56, 57	virtuelle Identität	105	TGO Tarifverbund Ortenau	143
Roboterwettbewerb	57	Visitenkarte	105	Volksbank Offenburg	52
Rotating spheres	69	Visualisierungstools	37	Witzig Frank GmbH	119
rotating spheres	73	Vollzeitäquivalent	20		
Rundfunk	107, 108, 109	W andelelektronik	25		
S OUNDSCAPE	115	Wärmetauscher	75, 76, 77		
Sabotage von Netzwerken	125	Warmwasserbereitung	88		
safe operating regimes	60	Warmwassererzeugung	75		
Schulungen	15	Wasserstoff	43, 44		
SCORM-Kompatibilität	111	Waterpouring-Algorithmus	64		
SD-Karte	33	Web-2.0	103, 24		
SEAGsense	31, 32	Web-TV	107, 108, 109, 24		
Security-Tool	126, 127	Web-TV-Formate	108		
semiabstrakte Klangobjekte	117	Weihenstephan	89		
Sendeantennen	61, 62, 64	Wissensdatenbank	35		
Sensorsystem	31	WLAN-Standard	61, 64		
separation angle	69, 71, 72, 73	Z eMIS (Zentren für Mikrotechnik und Systemintegration)	23		
Short-Distance-Funksystemen	50	Zwei-Speicher-Konzept	88		
Signalprozessor	40				
SIRIUS	27, 29, 33, 34				
SISO-Systeme	61				
solar-plants	75				
Solar-Pufferspeicher	77				
Solar-unterstütztes Nahwärmenetz	75				
solare Klimatisierung	75, 78				
Solarertrag	75, 76				
solarer Jahresertrag	76				
solare NutzwärmeKosten	76				
solar assisted cooling	75				
solar cooling	75				



Die fantastischen FÜNF

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

Die TGO-Schüler-Monatskarte
Informationen unter Telefon
0781/8059643



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 (nicht in den Ferien) könnt Ihr ganztags Eure Eltern und Geschwister kostenlos innerhalb des TGO-Verbundgebietes mitnehmen!

TGO Die Ortenaulinie
Tarifverbund Ortenau GmbH
www.ortenaulinie.de

FAST FORWARD



Weltweit führend in den Bereichen Hightech-Federn, Feinschneid-/Stanzteile, Mikrotechnik und Textilmaschinenelemente zählt KERN-LIEBERS zu den „hidden champions“. Mit über 50 Beteiligungsgesellschaften und ca. 5.500 Mitarbeitern rund um den Globus sind wir wachstumsstark und hochinnovativ. Internationale Kunden aus der Automobil- und Konsumgüterindustrie, dem Textilmaschinenbau und der Elektronik vertrauen auf unsere Lösungen. Unsere Devise „fast forward“ gilt gleichermaßen für die Realisierung neuer Projekte wie für die Förderung unserer Mitarbeiter. KERN-LIEBERS. Immer einen Schritt voraus.

PRAKTIKUM / DIPLOMARBEIT

Theoretisch haben Sie schon eine Vorstellung von Ihrer Zukunft, aber die Praxis fehlt Ihnen noch? Lernen Sie in einem Praktikum im In- und Ausland oder im Rahmen Ihrer Diplomarbeit das Technologiespektrum unserer modernen Fertigung und die vielfältige Einsatzmöglichkeiten unserer Produkte kennen.

INGENIEURE

Sie haben Ihr Studium erfolgreich abgeschlossen oder auch schon erste Berufserfahrungen gesammelt und suchen nun eine Aufgabe mit Verantwortungsspielraum und Gestaltungsmöglichkeiten? Werden Sie Teil unseres Teams und profitieren Sie von unserem Know-how.

Wir bieten Ihnen eine gezielte persönliche Einarbeitung, interessante Aufgaben mit Verantwortung sowie maßgeschneiderte Personalentwicklungsangebote. Rund um den Globus. KERN-LIEBERS der „global player“.

KERN-LIEBERS

FIRMENGRUPPE

Interessiert? Dann sprechen Sie uns bitte an:
Hugo Kern und Liebers GmbH & Co. KG
Platinen- und Federnfabrik
Barbara Ruhнау · Dr.-Kurt-Steim-Straße 35 · 78713 Schramberg
Telefon 0 74 22 / 5 11 - 6 73 · Telefax 0 74 22 / 5 11 - 7 - 6 73
e-mail: bewerbungen@kern-liebers.de · www.kern-liebers.de

