



Hochschule Offenburg
University of Applied Sciences

Beiträge aus **Forschung & Technik 2007**



**Institut für
Angewandte Forschung**



**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.**

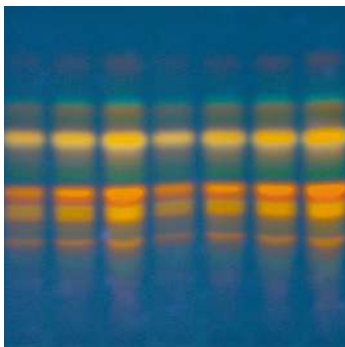
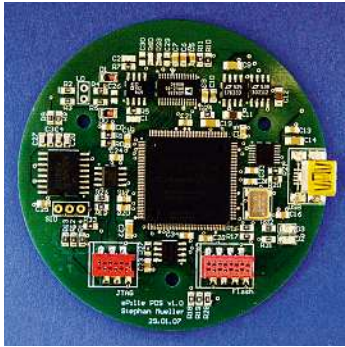
DEUTSCHLANDS
BESTE
ARBEITGEBER

2007

Capital

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

SICK
Sensor Intelligence.



Beiträge aus Forschung & Technik 2007



Forschungsbericht der
Hochschule für Technik, Wirtschaft
und Medien – Offenburg



Hochschule Offenburg
University of Applied Sciences



*Prof. Dr.-Ing. Winfried Lieber
Rektor der Hochschule Offenburg*

„Die Fachhochschulen prägen mit ihren Spitzenleistungen in der angewandten Forschung und praxisorientierten Lehre die deutsche Hochschullandschaft maßgeblich mit“, so Bundesforschungsministerin Annette Schavan vor wenigen Wochen in Berlin bei der Ankündigung, die BMBF-Forschungsprogramme für Fachhochschulen erheblich zu stärken. Diese Entscheidung ist nur konsequent, denn Wissens- und Technologietransfer der Fachhochschulen ist für die Unternehmen in Deutschland ein wesentlicher Standortfaktor.

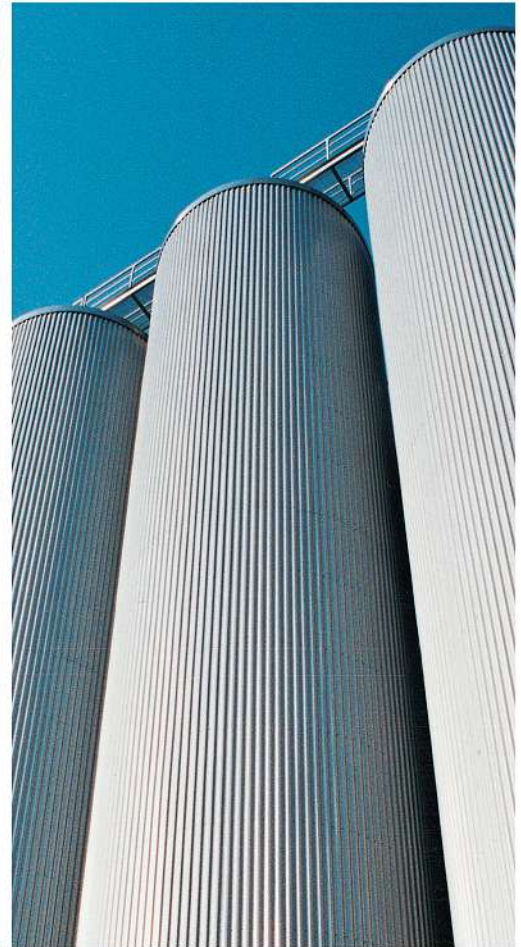
Im Kontext von „gute Lehre folgt guter Forschung“ hat die Forschungs- und Entwicklungstätigkeit der Lehrenden auch an unserer Hochschule inzwischen Tradition. Angewandte Forschung, Entwicklung und Wissenstransfer sind längst integrale Bestandteile unserer Hochschule. Schließlich verhindert das Durchführen von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben mit Partnern aus der Wirtschaft ein Abkoppeln der fachlichen Kompetenz von den Fortschritten in Wissenschaft und beruflicher Praxis.

Vor dem Hintergrund der begrenzten personellen und finanziellen Ressourcen kommt es dabei auf die Organisationsform vor Ort an, die profilkbildende Schwerpunkte unter Berücksichtigung der fachlichen Kompetenz der Professo-

ren unterstützt und fördert. In diesem Sinn leistet das Institut für Angewandte Forschung (IAF) einen stetigen und verlässlichen Beitrag für die Innovationsfähigkeit unserer Hochschule. Außerdem ist die Erhöhung der Drittmittelfähigkeit angesichts der beschränkten Haushaltsmittel ein zentraler Aspekt zugunsten gut ausgestatteter Labors.

Mit qualifizierten Projekten unterstreicht der vorliegende Forschungsbericht wieder den hohen Stellenwert, den Forschungs- und Entwicklungsarbeiten an unserer Hochschule einnehmen. Als zentrale wissenschaftliche Dienstleistungseinrichtung ist das IAF der notwendige Freiraum und der organisatorische Rahmen für Forschung und Entwicklung an unserer Hochschule.

Ich danke allen Kollegen, insbesondere der Leitung des IAFs, Herrn Prof. Dr. Jansen und Herrn Prof. Dr. Spangenberg, den Mitarbeitern sowie den Studierenden, die durch die Wahrnehmung von Aufgaben in der anwendungsorientierten Forschung ein wesentliches Profilelement unserer Hochschule fördern.



Zukunft gestalten – mitarbeiten am Erfolg

Als mittelständisches Unternehmen im Rahmen einer Firmengruppe mit 1.000 Beschäftigten und Standorten im In- und Ausland projektieren, vertreiben und fertigen wir mit großem Erfolg weltweit komplette Anlagen und Komponenten für die Brauindustrie. Als Weltmarktführer zählen wir viele namhafte Brauereien zu unseren Kunden.

Unsere Innovationskraft hat wesentlichen Anteil an diesem Erfolg. Das wollen wir auch in Zukunft sicherstellen. Unsere Forschungs- und Technologie-Division in der Unternehmenszentrale in Ludwigsburg ist deshalb ständig auf der Suche nach kreativen Wissenschaftlern, die es als Herausforderung sehen, für ungewöhnliche Aufgaben ebenso ungewöhnliche Lösungen zu finden.

Rufen Sie uns an, wenn Sie am Erfolg mitarbeiten wollen: **071 41 408-218**
Herr Braun gibt Ihnen gern Auskunft.

ZIEMANN Ludwigsburg GmbH
71636 Ludwigsburg

Taking care of brewing

I	Angaben zum IAF der Hochschule Offenburg.....	9
II	Formen der Zusammenarbeit mit dem IAF.....	13
III	Geschäftsbericht	17
IV	Mitteilungen zu durchgeführten Forschungsarbeiten	23
IV.1	BioPower.....	25
IV.2	ZeMIS.....	28
IV.3	ASIC-Entwicklung an der Hochschule Offenburg	30
IV.4	Analyse der Performance Parameter eines ZigBee-Funknetzes	32
IV.5	Berechnung der Modenausbreitung in Gradientindex-Mehrmodenfasern und Vergleich mit Messungen	37
IV.6	Hochauflösendes Fourier-Spektrometer	41
IV.7	Echtzeit-Verbrennungsmotorsimulation mit einem stromzustandsgeregelten Drehstromantrieb	44
IV.8	Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Rahmen der Beteiligung der HS Offenburg am internationalen Shell ECO Marathon	49
IV.8.1	Berechnung und Optimierung eines Radnabenmotors.....	49
IV.8.2	Konstruktion und Fertigung eines Radnabenmotors	50
IV.8.3	Entwicklung und Optimierung einer vollintegrierten Motorelektronik für einen BLDC-Radnabenmotor mit extrem hohen Wirkungsgraden	51
IV.8.4	Numerische Untersuchung der Strömung um ein sich drehendes Rad.....	51
IV.8.5	Experimentelle Untersuchung des transienten Verhaltens einer PEM-Brennstoffzelle bei kleinen Stromdichten	52
IV.8.6	FEM-Analyse und Optimierung einer Felge	53
IV.9	Black Forest Team-Event in Hockenheim	55
IV.10	Einfluss verschiedener Pflanzenöle auf die Partikel-Emissionen von Diesel-Motoren	59
IV.11	Analyse und online Monitoring von Hefezellen durch Feldfluss-Fraktionierung.....	62
IV.12	Geothermal Surface Installation – Adjusted Power Plant Technologies –	65
IV.12.1	RHENERGIE-Geothermiekonferenz an der Hochschule Offenburg erzielte große Resonanz	69
IV.13	Nanoparticles as Biological Markers.....	71
IV.14	Numerische Simulation und Visualisierung periodischer Konvektionsströmungen	75
IV.15	Neue Methoden zur Analyse von pflanzlichen Drogen	81
IV.16	Solarthermie2000plus solare Klimatisierung von Bürogebäuden	85
IV.17	Moderne Verfahren in der Gebäudeautomation; Optimierung des Gebäudebetriebs durch Auswertung von Wetterprognosen	87
IV.18	Neue Energiezentrale für die Hochschule Offenburg	93
IV.19	Mobile Device Dependent Adaptive Content Presentation	97
IV.20	Neuer HD-Hochschultestkanal in Baden-Württemberg	102
IV.21	Humboldt's Plant Geography as a Web Service	105
IV.22	Webbasierte Multimediadatenbanken	109
IV.23	Eye-Tracking-Forschung an der Hochschule Offenburg.....	113
IV.24	Medien als Zukunftsmarkt: Berater und Analysten formulieren Erwartungen an die Zukunft des deutschen Medienmarkts.....	118
IV.25	Führungsaufgabe: Integrierte Unternehmenskommunikation	122
V	Zusammenstellung	125
	Stichwortverzeichnis	132



**Institut für
Angewandte Forschung**

KONTAKT

**Hochschule für Technik, Wirtschaft
und Medien – Offenburg**

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

**Ingrid Lange
Sekretariat**

Telefon +49 (0) 781 205-272
Fax +49 (0) 781 205-174
E-Mail lange@fh-offenburg.de

Zentrale

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

IMPRESSUM

Herausgeber

Institut für Angewandte Forschung (IAF)
Hochschule für Technik, Wirtschaft
und Medien – Offenburg

Redaktion und Gestaltung

Prof. Dr.-Ing. Dirk Jansen
Ingrid Lange, 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

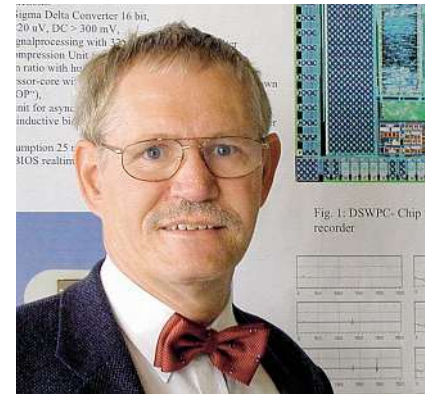
Telefon +49 (0) 781 95500
Fax +49 (0) 781 955050
www.kd-medienvverlag.de

Druckerei

Gedruckt in Deutschland 2007

Die Abbildungen für das Titelblatt wurden
Kap. IV.8 „Forschungs- und Entwicklungsarbeiten
im Rahmen der Beteiligung der HS Offenburg
am internationalen Shell ECO Marathon“,
Prof. Dr. Ulrich Hochberg entnommen.

I Angaben zum IAF der Hochschule Offenburg



Prof. Dr. Dirk Jansen, Leiter IAF

Die im **IAF** der Hochschule Offenburg seit 1986 durchgeführten anwendungsbezogenen Forschungsarbeiten demonstrieren Ausbildungsniveau und Leistungsfähigkeit der Hochschule. Diese F&E-Arbeiten verfolgen die Zielsetzung, Technologie und innovative Impulse an die Industrie im Sinne einer wirtschaftlichen Verwertung weiterzuleiten. Dieser 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 Zuge der europäischen Harmonisierung wachsende praktische Bedeutung einer Länder übergreifenden Zusammenarbeit.

Gliederung

System- und Regeltechnik

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:

Ingrid Lange

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. 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:

Carlos Magana Baragan

Dipl.-Ing. (FH) Daniel Bau

Dipl.-Ing. (FH) Bertram Birk

Axel Bürklin

Dipl.-Ing. (FH) Jesus da Costa

Fernandes M.Sc.

Benjamin Dorn

Dipl.-Ing. (FH) Marc Durrenberger

Ursula Epe

Dipl.-Ing. Nidal Fawaz M.Sc.

Dipl.-Ing. Thomas Feldmann

Meltem Göcer

Dr. Dietmar Henrich

Daniel Hess

Dipl.-Ing. (FH) Sascha Himmelsbach

Dipl.-Ing. (FH) Klaus Huber

Dr. James Kassab

Martin Kunze

Valentin Ortega Clavero

Bernhard Schneckenburger

Bernhard Schwend

Andrea Seigel

Dipl.-Ing. (FH) Tobias Volk

Kooperationspartner

Das Institut arbeitet mit den nachfolgend aufgeführten Kooperationspartnern zusammen:

Hochschulen, Institute und Universitäten

Inland

Hochschule Aalen
Hochschule Albstadt-Sigmaringen
Humboldt Forschungsstelle Berlin
Hochschule Biberach
TU Chemnitz
Clausthaler Umwelttechnik Institut
CUTEC, Clausthal
Hochschule Esslingen
Universität Freiburg
Fraunhofer Institut, Freiburg
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Fraunhofer Institut für Solare
Energiesysteme, ISE, Freiburg
Studentenwerk Freiburg
Hochschule Furtwangen
IAF, Hochschule Furtwangen
Hochschule Heilbronn
TU Ilmenau
Hochschule Karlsruhe
ZKM Karlsruhe
Universität Karlsruhe
Hochschule Konstanz
Hochschule Mannheim
Hochschule Pforzheim
Hochschule Reutlingen
Hochschule Stralsund
Hochschule Stuttgart
Hochschule Ravensburg-Weingarten
Universität Tübingen
Institut für Biomedizinische Technik,
Ulm
Hochschule Ulm
HSG-IMIT, Villingen-Schwenningen

Ausland (Europa)

Belgien

Institute for Reference Materials and
Measurements, Retieseweg
Europractice, Leuven

Bulgarien

Gabrovo – Technical University

Dänemark

Vitus Bering, Center for Higher
Education, Horsens

Finnland

South Carelia Polytechnic,
Lappeenranta
Oulu Polytechnic
Riihimäki&Valkeakoski, Häme
Polytechnic

Central Ostrobothnia Polytechnic,
Kokkola

Frankreich

Universität Louis Pasteur, Straßburg
IPST, Straßburg
Universität de Haute Alsace
ERMITE, Straßburg
LSP, Straßburg
ENSPS, Straßburg
Institut National des Sciences
Appliquées de Strasbourg (INSA)
Université Joseph Fourier Grenoble
TIMA, Grenoble
Ecole Catholique d'Arts et Métiers,
Lyon
Pole Reg. Et Int. des Sciences
de la Mesure
Lycée Jean Mermoz (formation en
photonique), Saint-Louis
Université Limoges
ESDES, Lyon
Ecole Nationales d'Ingénieurs de Tarbes
Modélisation, Intelligence, Processus,
Systèmes (MIPS) der Ecole Supérieure
des Sciences Appliquées pour Formatis
Groupe d'Optique Non Linéaire,
Institut de physique et Chimie des
Matériaux et des Surfaces

Griechenland

Centre of Research and Technology
Hellas CERTH, Athen

Großbritannien

Leeds Metropolitan University

Irland

Cork Institute of Technology

Italien

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

Niederlande

Hogeschool Zeeland, Vlissingen
Saxion Hogeschool Enschede

Polen

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

Portugal

Instituto Politécnico de Bragança

Rumänien

Universität Kronstadt, Brasov
Russland

Institut für Geisteswissenschaften,
Wolschkij

State Academy of Economics and Law,
Khabarovsk

Schweden

Uppsala University
Högskolan i Gävle

Schweiz

Ecole d'ingénieurs et d'architectes
de Fribourg

Universität Basel
FHBB, Basel

Spanien

Universidad Cardenal Herrera –
CEU, Valencia
Universidad de Burgos
Universidad de Valencia
(Estudio General)
Universidad de Jaén

Weißrussland

National Academy of Sciences, Minsk

Ausland (Welt)

Argentinien

Universidad Tecnológica Nacional,
Mendoza

Brasilien

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

Chile

Valparaíso – Universidad Tecnica
Federico, Santa Maria

China

Hebei University of Technology, Tianjin
Hong Kong Baptist University
University of International Business
and Economics, Beijing

Kolumbien

Cartagena de Indias – Corporación
Universitaria Tecnológica, Bolivar

Kuba

Universidad de Habana
Universidad de Granma, Granma
Ciudad de La Habana, Havanna

Mexiko

Universidad de Guadalajara,
Guadalajara
Tecnologico de Monterrey, Monterrey

Thailand

Kasetsart University, Bangkok

USA

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

Industrie, Sonstige

Fischer Edelstahlrohre, Achern
Medien- und Filmgesellschaft
Baden-Württemberg, Baden-Baden
Stadtklinik Baden-Baden

Bundesministerium für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit,
Berlin
Forschungszentrum Jülich,
Außenstelle Berlin
CoolCard, Berka-Sondershausen
Smart, Böblingen
Deutsches Museum für Technik, Bonn
DAAD, Bonn
Deutsche Forschungsgemeinschaft,
Rechnerkommission, Bonn
LUK, Bühl
Merck, Darmstadt
Nikon Vertretung Deutschland,
Düsseldorf
VDI, Düsseldorf
ITM, Düsseldorf
Stratec Biomedical Systems AG,
Freiburg
IHK Südlicher Oberrhein, Freiburg
TV Südbaden, Freiburg
AnDiaTec GmbH, Freiburg
Litef GmbH, Freiburg
Familienheim Freiburg
Baugenossenschaft e. G.
Benz GmbH, Haslach
TLB-Technologie Lizenz Büro,
Karlsruhe
Odima, Kehl
KEPILION Technolgy GmbH, Kehl
Nussbaum, Kehl-Bodersweier
INA, Lahr
DFM Designhaus für Mikroelektronik,
Lahr
Siemens, München
August Köhler Papierfabrik, Oberkirch
Burda, Offenburg
Europapark Rust, Rust
Vega Grieshaber KG, Schiltach
BBS, Schiltach
Hegau Klinikum, Singen
Solar- und Wärmetechnik, Stuttgart
Immo Therm GmbH, Stuttgart
Kartbahn Teningen
PicoMed, Überlingen
E.A.D.S., Ulm
Landkreis Unterallgäu
Kurverwaltungsgesellschaft mbH,
Waldbronn
SICK, Waldkirch
IT Compact, Weinstadt
BCT Technology AG, Willstätt
Zeitungsverlage u. Anzeigenblattverlage
der Region
LEGO Educational Division
ZfS – Rationelle Energietechnik GmbH

Bedarfsgerechte Personalplanung mit Personaldienstleistern

Personaldienstleistungsunternehmen erarbeiten Lösungen für alle Angelegenheiten, die mit Personal zu tun haben. Durch sie können Unternehmen auf Personalmangel flexibel reagieren und schnell den Marktanforderungen von heute gerecht werden. Die Zeitarbeit als flexible Form der Beschäftigung hilft Betrieben, wenn kurz- oder langfristig externe Mitarbeiter benötigt werden, um unvorhergesehene Personalengpässe abzufedern.

In den vergangenen Jahren ist die Personaldienstleistungsbranche stetig gewachsen. Jahr für Jahr finden hier über 800.000 Erwerbstätige eine vollwertige Beschäftigung. Leiharbeit trägt nicht nur zur Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen bei, sondern eröffnet, auch im Rahmen sozial abgesicherter Beschäftigungsverhältnisse, Arbeitslosen eine Chance zum Wiedereinstieg in den Arbeitsmarkt.



Zukunft
beginnt
mit einem
neuen Weg



Personaldienstleistungsunternehmen gewinnen in Deutschland mehr und mehr an Attraktivität. Bisher war Deutschland im internationalen Vergleich das Schlusslicht in diesem Sektor. Was gestern noch jenseits der nationalen Grenzen geschah, wirkt sich schon heute bei uns aus. Der dynamisch wachsende Markt hat sich in den letzten zehn Jahren verzehnfacht. Die Wachstumsprognosen in diesem Bereich belaufen sich für Deutschland bis zum Jahr 2010 auf 15 bis 21 %.

Der Blick in die Zukunft zeigt: der Trend zur Flexibilisierung der Arbeitswelt wird sich weiter fortsetzen.

Regional durch 3 Niederlassungen vertreten, beschäftigt die acrobat Personaldienstleistungs GmbH derzeit über 500 Mitarbeiter sowohl im gewerblichen und kaufmännischen als auch im medizinischen Bereich. Aus nahezu allen Berufsfeldern können sorgfältig ausgesuchte, kompetente Mitarbeiter zur Verfügung gestellt werden.

acrobat GmbH

Spezialist für Personal
in Industrie, Handwerk,
Büro und Medizin

Ratskellerstraße 7
77855 Achern
Tel. 07841 / 9 09 96-0
Fax 07821 / 9 09 96-25

Lotzbeckstraße 31
77933 Lahr
Tel. 07821 / 9 09 96-0
Fax 07821 / 9 09 96-60

Hauptstraße 59
78713 Schramberg
Tel. 07422 / 2 70 07 -0
Fax 07422 / 2 70 07 -25

info@acrobat-personal.de
www.acrobat-personal.de



Testen Sie einfach die Möglichkeiten und Stärken unserer Personaldienstleistungen.

II 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 Sinne 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 akuten technischen Herausforderungen in konkreten Anwendungen aufrechterhalten werden. Die Hochschule ist deshalb daran interessiert, mit der Industrie in anspruchsvollen Projekten zusammen zu arbeiten. Hierbei liegt anwendungsorientierte Forschung im besonderen Fokus der Hochschulen, 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 erscheint, andererseits aber das Risiko im Industrieumfeld zu groß erschei-

nen 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 zur Industrie oder ingenieurmäßig tätigen Selbständigen stehen.

Das besondere Potential der Hochschulen liegt dabei in der Interdisziplinarität, d. h. es stehen hervorragende Fachleute in vielen Fachgebieten mit Spezialkenntnissen und Laboratorien



Abb. II-1: Ministerpräsident Günther Öttinger testet den an der Hochschule Offenburg im Rahmen von Formula Student entwickelten Rennboliden

unter einem Dach bereit. Moderne Projekte berühren häufig mehrere Fachgebiete. 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, Netzwerke des Wissens und das Grundlagenverständnis, wenn nicht die Hochschulen?

Im angelsächsischen Raum haben sich längst die Hochschulen als Entwicklungskerne einer modernen Gründungszone, als Quelle der Spin-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 GE entwickelt, die heute nicht mehr existieren bzw. nur noch auf anderen Arbeitsfeldern aktiv sind.

Hochschulen sind Brutstätten der Innovation, die Eier mögen unscheinbar aussehen, die Küken verletzlich, das flügge Tier mag eine ergiebige Legehennen oder ein Paradiesvogel werden. 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 Hochschulen 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 selbständig 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 bezüglich des Themas kann dabei von der Industrie wie 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. Der früher sehr effektive Werkvertrag kann seit Inkrafttreten des „Scheinselbständigen Gesetzes“ nicht mehr vergeben werden. 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, die ihre Arbeitskraft derzeit für Gotteslohn einbringen. Der in wenigen Fällen gewährte, geringfügige Deputatsnachlass von 2 SWS steht in keinem Verhältnis zum persönlichen Zeitaufwand.

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 Aufgabe der Transferzentren ist die direkte, industrie-nahe Auftragsbearbeitung, wie sie in

dieser Form vom IAF nicht geleistet werden kann und wie sie den Intentionen des mehr im vorwettbewerblichen Bereich einzuordnenden IAF's widerspricht. Transferzentren und IAF ergänzen sich dabei hervorragend.

Weitere Mittel der Innovationsförderung sind Ausgründungen, bei denen Absolventen eigene Firmen mit Unterstützung, Know-how und teilweise direkter Förderung der Hochschule gründen. Das IAF ist hier ebenfalls Ansprechpartner und über das CTO (Campus Technology Oberrhein) Mitglied im baden-württembergischen Projekt „Gründerverbunde auf dem Campus“. Ein 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 IAF's 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 Ergebnisse miteinander auszuwerten. Die Form der Zusammenarbeit kann sehr lose wie auch sehr eng sein, die Förderrichtlinien sind gewöhnlich zu beachten oder werden als Leitlinie für Vertragsabschlüsse verwendet. Bei umfangreichen Kooperationen wird das IAF vom Technischen Lizenzbüro Baden (TLB) in Karlsruhe beraten.

Kooperationen beginnen meist mit einem „Letter of Intent“ (Absichtserklärung). Einzelheiten der Verträge werden gewöhnlich erst festgelegt, wenn eine verbindliche Förderzusage vorliegt. Die Fördermittel werden in den meisten Fällen von den Partnern separat beantragt, verwaltet und abgerechnet, ein Unterauftragnehmerverhältnis besteht 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 Förderanträge 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 Lizenz nehmenden Firma. So werden bei Ausgründungen häufig sehr günstige Konditionen in der Anfangsphase vereinbart, um den Start up des Unternehmens nicht zu belasten. Grundsätzlich erhebt die Hochschule aber den Anspruch auf Beteiligung am wirtschaftlichen Erfolg des lizenzierten Systems.

Grants, Stiftungen und Spenden

Eine strategische Zusammenarbeit der Industrie mit dem Institut wird durch Grants, im deutschen Sprachraum Stiftungen oder auch Spenden genannt, stark beflügelt. Stiftungen sind von Natur aus zweckgebunden und auf die Bearbeitung bestimmter Themen ausgerichtet, die Maximalform ist wohl die Stiftungsprofessur für ein bestimmtes Arbeitsgebiet. Stiftungen unterscheiden sich von Forschungsaufträgen dadurch, dass die erzielten Ergebnisse allgemein zugänglich sein müssen, z.B. veröffentlicht werden, also nicht exklusiv dem Auftraggeber zur Verfügung stehen. Der steuerrechtlich enger gefasste Begriff der Stiftung kommt nur in wenigen Fällen zum Tragen, z. B. wenn eine regelmäßige Summe zur Förderung von F&E in einem bestimmten Arbeitsgebiet 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 Chromatographieanalysetechnik“ etc. Der Sinn dieser Spenden von Industrie 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 eventueller 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 Grant 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 Kostensätze zugrunde gelegt werden. Beratungen werden gewöhnlich an das 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 zusammen gearbeitet.

Ausgründungen

Das IAF unterstützt bei Ausgründungen oder führt selbst Ausgründungen durch. Hierbei arbeitet es eng mit CTO und

den ortsansässigen Ansprechpartnern (Banken, IHK) zusammen. Die Unterstützung kann in unterschiedlichster Form erfolgen.

Als Beispiele sind die folgenden öffentlichen Fördermöglichkeiten für Ausgründungen aufgeführt:

EXIST-SEED, ein Förderprogramm der Bundesregierung für Existenzgründungen an Hochschulen. EXIST-SEED finanziert Gründungswilligen Personal- und Sachkosten für die Dauer von bis zu einem Jahr. Die Förderung richtet sich an einzelne Gründer ebenso wie an Gründungsteams. Voraussetzung für die Förderung ist ein innovatives technologieorientiertes Gründungskonzept. EXIST-SEED 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 drei Mal 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 selbständig 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. 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 persönlichen Risiko für die Ausgründer verbunden, allerdings ist er nur als Zwischenstation geeignet, da kein eigener Firmenname und nur eine beschränkte Selbständigkeit 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 260 Projekten mit 432 beteiligten Personen zu Firmengründungen beraten, 79 Projekte sind bereits in unterschiedlicher Rechtsform am Markt tätig, 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 Selbständigkeit zur Seite. Weitere Informationen zu CTO finden Sie auf der Internetseite des Gründerbüros:

www.cto.uni-freiburg.de

Campus Technologies Oberrhein
(CTO)
Frau Dorothea Bergmann
Projektmanagement
Stefan-Meier-Str. 8
79104 Freiburg

III Geschäftsbericht

Der Bericht gibt die im Kalenderjahr 2006 durchgeführten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten der Hochschule Offenburg, davon der überwiegende Teil im Institut für Angewandte Forschung durchgeführt, wieder. Die Angaben über Umsatz und Auftragsvolumen entsprechen dem Stand der Buchführung vom 31.12.2006 und sind aktuell. Hinsichtlich des Mitglieder- und Mitarbeiterbestandes 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:

- System- und Regeltechnik
- Physikalische Sensorik
- Verfahrenstechnik
- Medien
- Wirtschaft

In den neu geschaffenen Kompetenzbereichen Medien und Wirtschaft werden die in den letzten Jahren erfolgte Erweiterung der Hochschule im Bereich der Medientechnik wie auch die Aktivitäten in den Gebieten des Marketings-

und der Wirtschaftswissenschaften sowie Logistik zusammengefasst. Bisher ist dieser Bereich noch nicht zu offiziellen Schwerpunkten erhoben worden. In Anbetracht des Umfangs und der Art der in diesem Fachgebiet durchgeführten Forschungs- und künstlerischen Arbeiten ist eine Subsumierung unter die bestehenden Schwerpunkte nicht mehr angemessen.

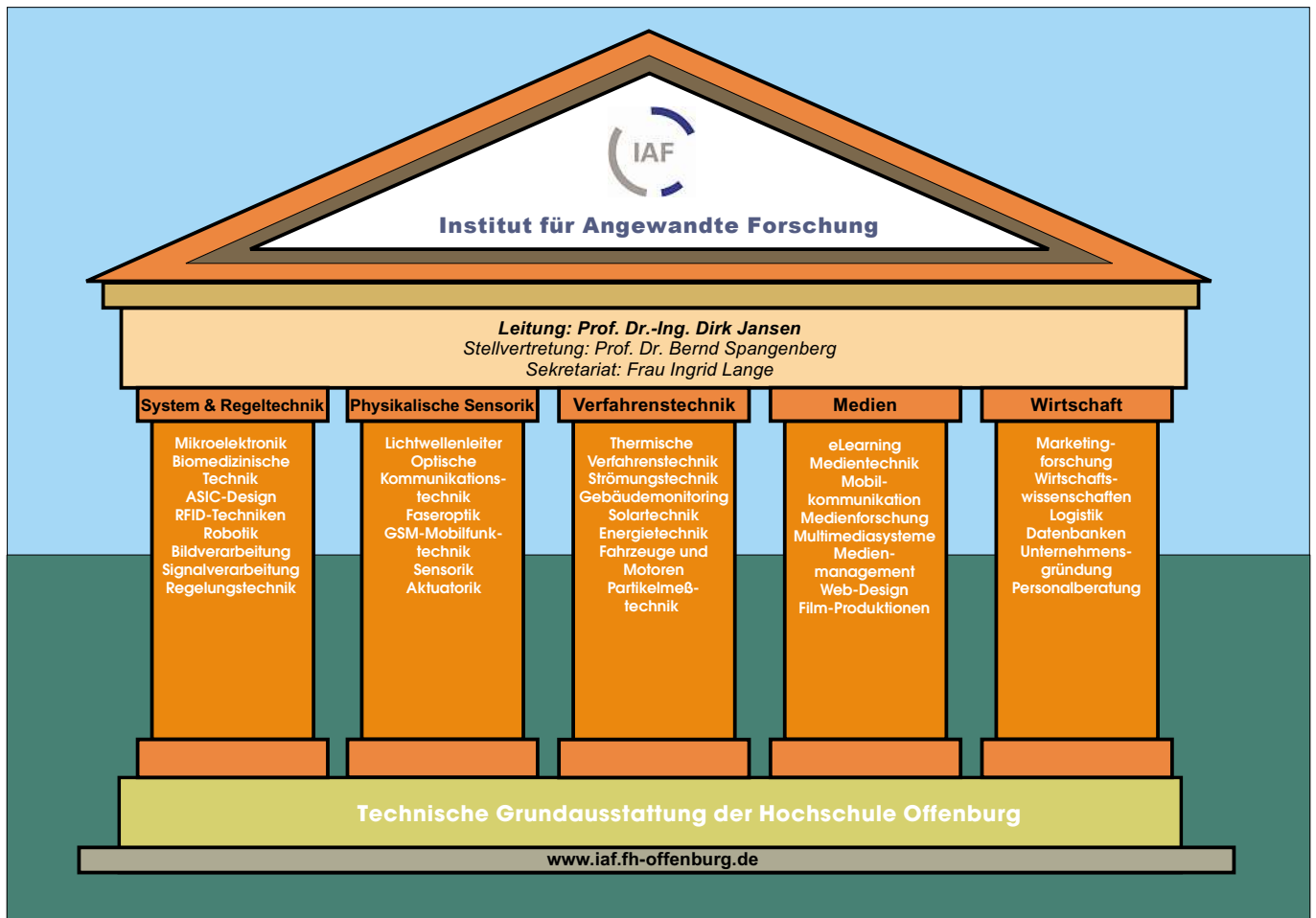


Abb. III-1: Kompetenzbereiche des Instituts für Angewandte Forschung der Hochschule Offenburg

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. III-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 Forschungs- und Entwicklungstätigkeit erfolgt in den Laboratorien der Mitglieder. Nur größere Projekte, die den Einsatz mehrerer Mitarbeiter erfordern, werden in IAF-eigenen Räumen bearbeitet.



Abb. III-2: Dienstleistungen des IAF's Offenburg

Einnahmen und Umsatz

Einnahmen und Umsatz sind im Jahr 2006 gegenüber dem Vorjahr zurückgegangen.

Der Umsatz betrug im Jahr 2006
1.094 Mio. Euro.

Abb. III-3 zeigt die Umsatzentwicklung seit 1992. Der Rückgang im Jahr 2006 erklärt sich zum einen daraus, dass die durchlaufenden Mittel für das Technologie Lizenz Büro Karlsruhe, die von der Hochschule Offenburg verwaltet werden, nicht mehr in den Umsatz eingerechnet wurden. Weiterhin erfolgten keine größeren Investitionen aus HFBG-Mitteln im IAF, die in den Vorjahren noch ausgewiesen waren. Als Stütze für den Umsatz konnten die aus den Vorjahren übertragenen Drittmittel, die laufende Projekte betreffen und im Vorjahr nicht abgearbeitet werden konnten, positiv verbucht werden. Weiterhin wurden Mittel eingespart, die 2005 im Vorgriff auf 2006 vor allem im Verwaltungsbereich eingesetzt wurden. Als weitere Situation hat sich durch die laufende Umstellung der Studiengänge vom Diplom zu Bachelor/Master-Studiengängen und die damit verbundenen organisatorischen Belastungen der Professorenschaft das Engagement für die Forschung zurückgehalten, sodass nur wenige neue Projekte, die in den früheren Jahren beantragt worden waren, zum Zuge kamen.

Damit hat sich nun eine Konsolidierung des Umsatzes auf dem Niveau von 1999 eingestellt, wobei eine signifikante Steigerung derzeit nicht zu erwarten ist.

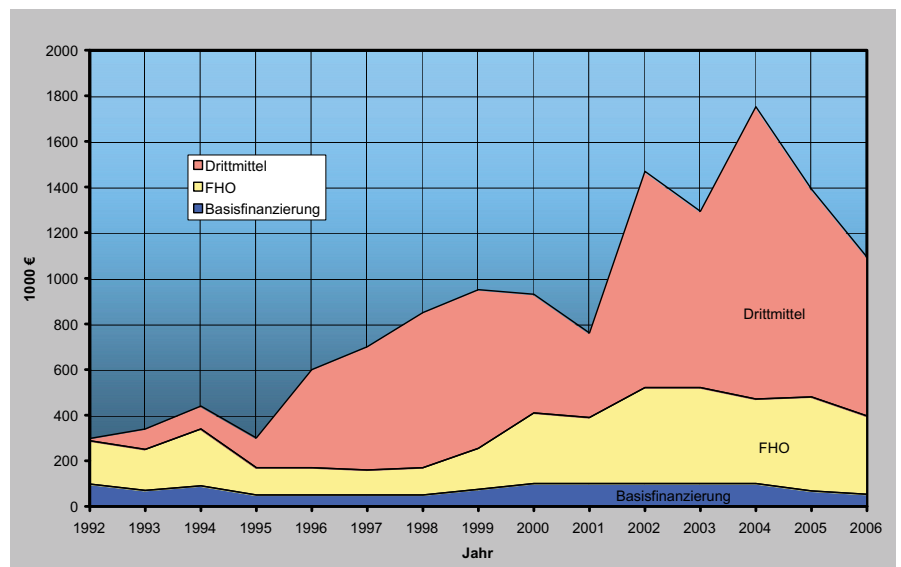


Abb. III-3: Umsatzentwicklung des IAF's Offenburg

Einnahmen nach Finanzierungsquellen

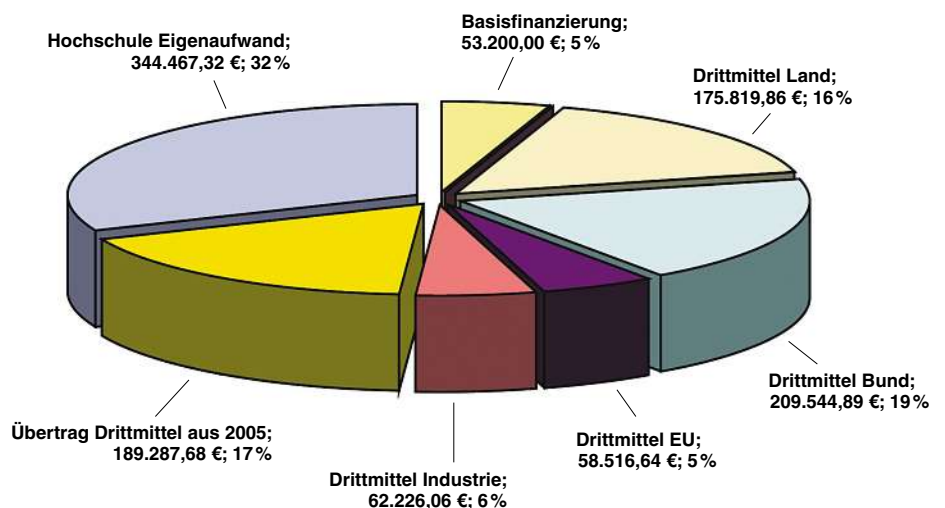


Abb. III-4: Einnahmen des IAF's Offenburg im Jahr 2006

Hierfür müssten die Rahmenbedingungen besser sein.

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 Sachkostenaufwände 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 drei Kollegen kostenmäßig 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 2006 keine eigenen Mittel. In geringem Umfang wurden Umbaumaßnahmen im Verfügungsraum des IAF's zu einem Multi-Cube-Arbeitsplatzsystem durch Eigenaufwendungen der Hochschule durchgeführt. Im Computerbereich kam es nur zu Ersatzbeschaffungen in nicht nennenswertem Umfang. Auf die Aufstellung einer Investitionsbilanz wurde deshalb verzichtet und die Kosten für die ausgeführten Maßnahmen unter Sachkosten verbucht. Gleichzeitig wurden Geräteinvestitionen für veraltete Anlagen und Geräte im Umfang von ca. 50.000 Euro abgeschrieben und ausgebucht. Diese Zahlen sind nicht in der bisherigen Bilanzierung aufgenommen.

Das IAF hatte in 2006

Drittmiteleinahmen in Höhe von 696.327 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 um rund 23 % zurückgegangen. Beigetragen haben hierzu das Auslaufen einiger größerer Projekte sowie die Gesamtsituation im Forschungsbereich, bei der die Akquisition neuer Forschungsprojekte unter den starken administrativen Belastungen der Umstellung von Diplom- auf Bachelor-Studiengänge leiden musste. Trotzdem hat sich die Hoch-

schule Offenburg auch in 2006 an mehreren Ausschreibungen, u.a. für ZaFH beteiligt und erwartet auch in einem der beiden Anträge einen Erfolg. Gleichzeitig lief die Förderung für die bestehenden Zentren für angewandte Forschung in den Bereichen ZaFH.net und ZeMIS aus, wobei der Anschluss noch unsicher ist.

Die Einnahmesituation (Abb. III-4) zeigt, dass der Drittmittelanteil des IAF-Aufwands mit 63 % weit über die Hälfte der Kosten des IAF's deckt. 32 %, also weniger als ein Drittel, beträgt der Hochschul-Eigenaufwand, die Basisfinanzierung durch das Land ist auf nur 5 % zurückgegangen. Hierzu trug bei, dass nicht nur die erwarteten Einnahmen aus der Bonusregelung in 2006 nicht zugewiesen wurden, sondern auch noch ein Defizit aus dem Vorjahr übernommen werden musste. Die ausgebliebenen Mittel wurden zum allergrößten Teil durch einmaligen Ausgleich aus dem Hochschul-Etat aufgefangen.

Einnahmen 2006 (Bilanzsumme 1 093 995,09 €)

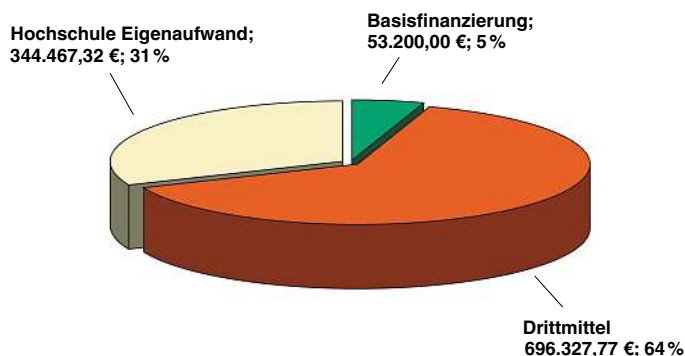


Abb. III-5: Zusammensetzung der Einnahmen

Ausgaben 2006 (Bilanzsumme 1 093 995,09 €)

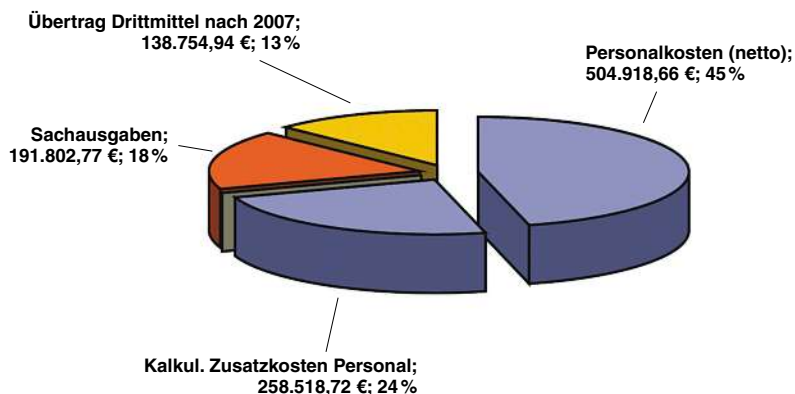


Abb. III-6: Ausgaben des IAF's Offenburg im Jahr 2006

Die Drittmittel setzen sich etwa zu gleichen Teilen aus Mitteln des Landes Baden-Württemberg und aus Förderprogrammen des Bundes zusammen. Ein EU-Projekt, in das das IAF als Partner eingebunden ist, trägt immerhin 5 % bei. Mit 6 % ist der Industrieanteil vergleichsweise bescheiden und sicher noch steigerungsfähig und immerhin deutlich höher als im Jahr zuvor. Nicht unerheblich sind auch die Drittmittel, die aus dem Vorjahr vorgetragen werden. Die nach 2007 übertragene Summe ist mit 138.754 Euro deutlich geringer als im Jahr zuvor und entspricht dem langjährigen Mittelumfang, der aufgelaufene „Berg“ wurde in 2006 also abgetragen. Der Hochschul-Eigenaufwand beträgt ca. 32 %, wobei hier die Overheadkosten einkalkuliert sind. Die Hochschule stellte dem Institut aus Eigenmitteln etwa 50.000 Euro als zentrale Mittel zur Verfügung, um den Rückgang der Basisfinanzierung zu kompensieren. Die Einnahmen aus Patenten und Lizenzen waren bedingt durch die schlechte Konjunktur nur marginal. Bei den Ausgaben (Abb. III-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, erklärt. Der Übertrag an Restmitteln für 2007 mit 138.754 Euro wird die kontinuierliche Arbeit im nächsten Jahr stützen.

Die Tätigkeit im Institut für Angewandte Forschung kann im Wesentlichen in zwei Gruppen geteilt werden:

- Projekte mit Geld und
- Projekte ohne Geld.

Bei den Projekten „mit Geld“ handelt es sich um die Projekte SOLARTHERMIE-2000plus, ZAFH, ZeMIS, RHENAPHOTONICS, LUNA-CELL und andere. In diesen Projekten sind derzeit 22 Mitarbeiter angestellt, mit 15,4 Vollzeitäquivalenten. Daraus kann abgelesen werden, in wie viele Teil- und Teilstbereiche die Arbeit inzwischen personell zerlegt werden muss, wobei es durchaus vorkommt, dass einzelne Mitarbeiter in mehreren Projekten anteilmäßig verbucht werden müssen. Das IAF ist also längst jenseits von „One Man – One Project“, was bis-

her immer als unterste Grenze begriffen wurde. Unter dieser fraktalen Projektarbeit wird es zunehmend schwieriger, anspruchsvolle Projektziele zu erreichen. Dabei wird von den Mitarbeitern häufig verlangt, auch bei 50 %-iger Bezahlung 150 % Einsatz einzubringen. Das ist allenfalls noch bei Doktoranden akzeptabel, wenn auch nicht auf Dauer. Gegenüber dem Vorjahr hat sich die Situation allerdings deutlich verbessert. Der kontinuierliche Aufbau von Kompetenzbereichen ist dabei nur möglich, wenn die Projekte inhaltlich verbunden sind und ähnliche Thematik behandeln. Dies ist zweifellos im Bereich der Schwerpunkte des IAF's der Fall.

Bei den Projekten „ohne Geld“ werden zum Teil große technische und wissenschaftliche Leistungen erzielt, häufig sogar in einem pädagogischen Umfeld. Als jüngste Beispiele sind hier die Entwicklungen im Kraftfahrzeugbereich mit der Entwicklung des Contest-Fahrzeugs „Schluckspecht“ und zuletzt des Rennbolids für den Formula Student Wettbewerb zu nennen. Dieser war auf dem Gemeinschaftsstand des Landes Baden-Württemberg auf der Hannover Messe der Eye-catcher und wurde sowohl von der Bundesforschungsministerin Dr. Annette Schavan und dem Ministerpräsident Günther Öttinger persönlich begutachtet. Diese Projekte sind ein Beispiel für Aktivitäten, in denen Studententeams Spitzenleistungen in Organisation und Technik erbringen, wobei nur geringe, aus der Wirtschaft gesponserte Sachmittel, die kaum nennenswert zur Kostenbilanz des IAF's beitragen, eingesetzt werden.

Hierzu zählen auch die umfangreichen Aktivitäten im Projekt LEGO mit ihrer Ausstrahlung auf die Schulen und technischen Gymnasien der Region. Alle Projekte tragen sich bisher im Wesentlichen aus Sponsormitteln. Bisher wurden hier Öffentliche Förderanträge gar nicht gestellt.

Zur Gruppe der Projekte „ohne Geld“ gehören auch die vielen kleineren Projekte der Kollegen, die Bücher schreiben, Untersuchungen durchführen und nationale und internationale Kontakte pflegen. Hiermit soll nochmals darauf hingewiesen werden, dass die Leistung des IAF's sich nicht nur am eingesetzten Drittmittelvolumen ablesen lässt, son-

dern sich aus den Einzelimpulsen der beteiligten Mitglieder und sonstigen forschungsaktiven Kollegen zusammensetzt.

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 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 „Kernarbeit“ durchgeführt, wobei sich hier Lehre und selbständige Tätigkeit ergänzen. Hierfür ist allerdings ein erheblicher Umfang von Betreuung erforderlich, der von etablierten Assistenten und Mitarbeitern zu leisten ist. In diesem so genannten Mittelbau wird das Defizit an festen Stellen, die allein die Kontinuität im personellen wie auch inhaltlichen Bereich sicherstellen können, immer schmerzhafter. Durch die hohe Personalfluktuations- und Fraktalisierung der Personalstellen ist das sinnvolle Führen von Studenten sehr viel schwieriger geworden. Es wäre deshalb eine wesentliche Verbesserung, wenn in jedem Schwerpunkt des IAF's wenigstens ein von der Basisfinanzierung getragener, nicht in Projekte gebundener Mitarbeiter zur Verfügung stehen würde. Das würde eine Steigerung der Grundfinanzierung auf etwa 20 % vom bisher bestehenden 5 % – Umsatzanteil bedeuten. Damit wären noch nicht die Zahlen erreicht, wie sie im sonstigen Umfeld öffentlich geförderter Institute anzutreffen sind. Eine 95 % – 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 anderem auch mit den Universitäten. Nicht zuletzt ist auf die hohe Lehrbelastung der Professoren mit 18 Deputatsstunden hinzuweisen.

Die Umstellung von der C-Besoldung auf die W-Besoldung wird auf die Forschung nicht unerhebliche Auswirkungen haben. Die damit verbundene definitive Gehaltssenkung bzw. Schlechterstellung der Professoren wird es erschweren, qualifizierte Forscher zu gewinnen. Auch bei den vorhandenen Kräften kann man sich nicht auf eine kontinuierliche Fortsetzung der Tätigkeit verlassen, da eine persönliche Weiterentwicklung ohne einen Hochschulwechsel oder gar einen Wechsel zurück zur Industrie nicht mehr ausgeschlossen werden kann. So liegt derzeit eine gültige Kündigung eines gestandenen Forschungskollegen, der alleine fast 30 % des Drittmittelaufkommens beibrachte, vor. Trotz vorgerückten Alters von Mitte 50 und unter Verzicht auf die „Segnungen“ der Beamtenpension ist eine Führungsposition in der Wirtschaft nicht nur wirtschaftlich attraktiver, sondern erlaubt zudem mehr Gestaltungsfreiheit. Auch dies ist ein Weg, den man gehen kann, um dem stetig zunehmenden Druck und den Kontrollen zu entgehen. Wie lange wird es dauern, diese Persönlichkeit zu ersetzen?

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 geschätzt 80 % dieser Aktivitäten, wobei die in den Steinbeis Transferzentren durchgeführten Arbeiten hier nicht aufgeführt werden. Im Umkreis der Hochschule bestehen vier Zentren, die als selbständige FuE-Einheiten operieren und mit der Hochschule nur durch Personalunion der Leiter verbunden sind. Auf diese Zentren, die mit dem IAF lose zusammen arbeiten 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.

Bezüglich weiterer Informationen sei auf die Website des IAF

www.iaf.fh-offenburg.de

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

Energie-,Umwelt- und Reinraumtechnik

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

System- und Regelungstechnik

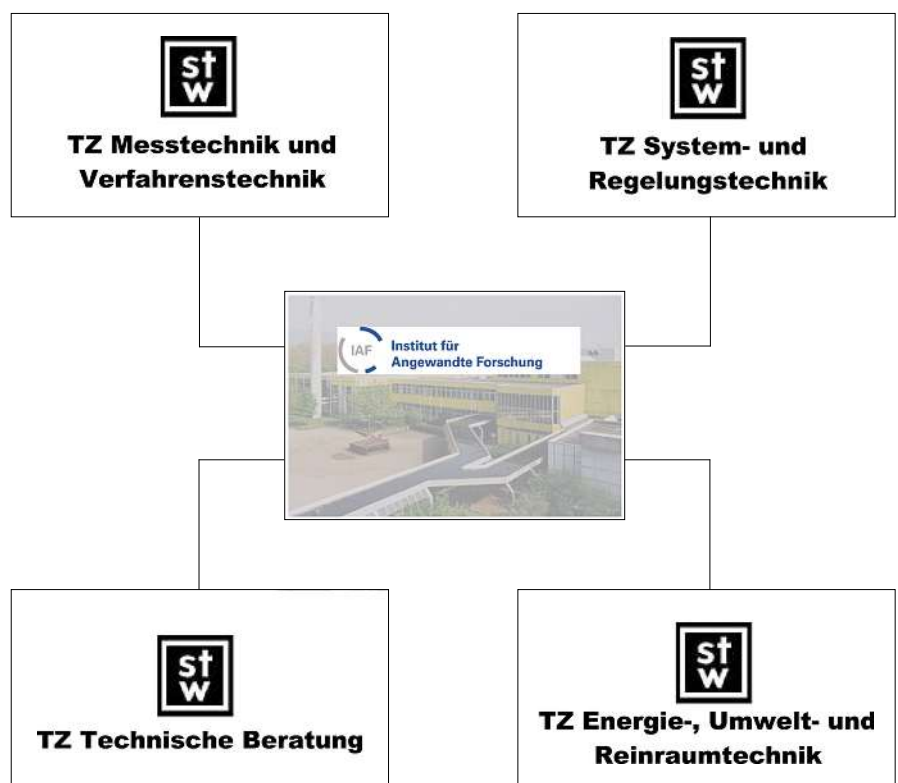
Leitung: Prof. Franz Kolb
Robert-Bosch-Str. 3
77656 Offenburg
Tel. 07 81 96 54 -0
Fax 07 81 96 54 -11
E-Mail: stz67@stw.de

Technische Beratung

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

Messtechnik und Verfahrenstechnik

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



Tab. III-1 und Abb. III-7: Steinbeis Transferzentren an der Hochschule Offenburg



**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.

IV Mitteilungen zu durchgeführten Forschungsarbeiten

Im Folgenden werden die im Jahre 2006 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 und der Industrie

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 Projekte 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

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 Hochleistungs-Eximer-Lasers für die Partikelforschung.

Projekte aus Hochschul – Eigenmitteln

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. Die Projekte sind im Folgenden kurz skizziert.

Tabelle IV-1: Projektübersicht (thematisch gegliedert)

Nr.	Projektthema	Projektleiter	Förderer	Status	Kategorie
1	BioPower	Prof. Dr. Jansen Prof. Dr. Spangenberg	Land	Laufend	B
2	ZeMIS	Prof. Dr. Jansen	Land	Laufend	B
3	ASIC-Entwicklung an der Hochschule Offenburg	Prof. Dr. Jansen	Land	Laufend	C
4	Analyse der Performance Parameter eines ZigBee-Funknetzes	Prof. Dr. Felhauer	HOG	Laufend	C, D
5	Berechnung der Modenausbreitung in Gradientindex-Mehrmodenfasern und Vergleich mit Messungen	Prof. Dr. Curticapean	HOG	Abgeschl.	D
6	Hochauflösendes Fourier-Spektrometer	Prof. Dr. Schröder	EU	Laufend	A
7	Echtzeit-Verbrennungsmotorsimulation mit einem stromzustandsgeregelten Drehstromantrieb	Prof. Dr. Nuß	Land	Laufend	A
8	Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Rahmen der Beteiligung der HS Offenburg am internationalen Shell ECO Marathon	Prof. Dr. Hochberg	Ind.	Laufend	C
9	Black Forest Team- Event in Hockenheim	Prof. Dr. Kuhnt	Ind.	Laufend	C
10	Einfluss verschiedener Pflanzenöle auf die Partikel-Emissionen von Diesel-Motoren	Prof. Dr. Zahoransky,	Ind.	Laufend	C
11	Analyse und online Monitoring von Hefezellen durch Feldfluss-Fraktionierung	Prof. Dr. Zahoransky Dr. J. R. Kassab	Bund	Neu	A
12	Geothermal Surface Installation – Adjusted Power Plant Technologies –	Prof. Dr. Zahoransky	EU	Neu	A
13	Nanoparticles as Biological Markers	Prof. Dr. Zahoransky	Bund/Land	Laufend	A
14	Numerische Simulation und Visualisierung periodischer Konvektionsströmungen	Prof. Dr. Bühler	HOG	Laufend	D
15	Neue Methoden zur Analyse von Pflanzlichen Drogen	Prof. Dr. Spangenberg	Ind.	Neu	D
16	Solarthermie2000plus Solare Klimatisierung von Bürogebäuden	Prof. Bollin	Land	Laufend	A
17	Moderne Verfahren in der Gebäudeautomation. Optimierung des Gebäudebetriebs durch Auswertung von Wetterprognosen.	Prof. Bollin	Land	Neu	A
18	Neue Energiezentrale für die Hochschule Offenburg	Prof. a. D. Klein	HOG	Neu	A
19	Mobile Device Dependent Adaptive Content Presentation	Prof. Dr. Christ	HOG	Laufend	D
20	Neuer HD-Hochschultestkanal in Baden-Württemberg	Prof. Dr. Behring	Ind.	Laufend	C
21	Humboldt`s Plant Geography as a Web Service	Prof. Dr. Doherr	HOG/Land	Laufend	C
22	Webbasierte Multimediadatenbanken	Prof. Dr. Sänger	Ind.	Laufend	C
23	Eye-Tracking-Forschung an der Hochschule Offenburg	Prof. Dr. Roloff	Ind./HOG	Laufend	C
24	Medien als Zukunftsmarkt: Berater und Analysten formulieren Erwartungen an die Zukunft des deutschen Medienmarkts	Prof. Dr. Breyer-Mayländer	Ind./HOG	Laufend	C
25	Führungsaufgabe: Integrierte Unternehmens- kommunikation	Prof. Dr. Breyer-Mayländer	Ind./HOG	Laufend	C

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

Prof. Dr.-Ing. Dirk Jansen

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



IV.1 BioPower

Prof. Dr. Dirk Jansen, Prof. Dr. Bernd Spangenberg, Dipl.-Ing. (FH) Marc Durrenberger, 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.

Während die Machbarkeit dieses Konzepts bereits in den 70er Jahren demonstriert wurde, verlor die Technologie trotz vielversprechender erster Ergebnisse mit dem Aufkommen der leistungsstarken Lithium – Iod – Batterien an Bedeutung. Die zunehmende Entwicklung von medizinischen Implantaten für Langzeit-Behandlungen und der sinkende Energiebedarf neu entwickelter „low- power“-Mikroimplantate lassen die Direkt- Glukose-Brennstoffzellen Technologie wieder an Bedeutung gewinnen. Vor diesem Hintergrund werden am Institut für Mikrosystemtechnik (IMTEK) der Universität Freiburg im Rahmen einer Dissertation implantierbare Direkt-Glukose-Brennstoffzellen entwickelt und optimiert. Im IAF Offenburg

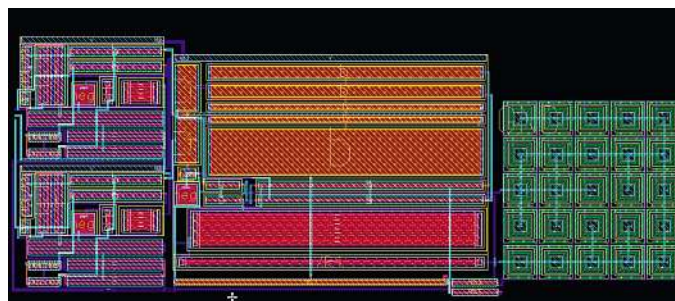


Abb. IV.1-1: Layout einer extrem Strom sparenden Spannungsreferenzzelle (Bandgap Cell) in einer 0.35 μ 2P5M CMOS-Technologie.

wird die hierzu erforderliche low power Wandlerelektronik zur effektiven Nutzung der niedrigen erzeugten Spannungen entwickelt (Prof. Dr. Jansen) und zudem die Analysetechnik zur Untersuchung der Beiprodukte beim Betrieb der Zelle aufgebaut (Prof. Dr. Spangenberg).

Das im Jahr 2006 begonnene Projekt befindet sich noch in der Anfangsphase, die durch Untersuchung der geeigneten Technologien gekennzeichnet ist. Hier soll nur über die in Offenburg erzielten Ergebnisse berichtet werden.

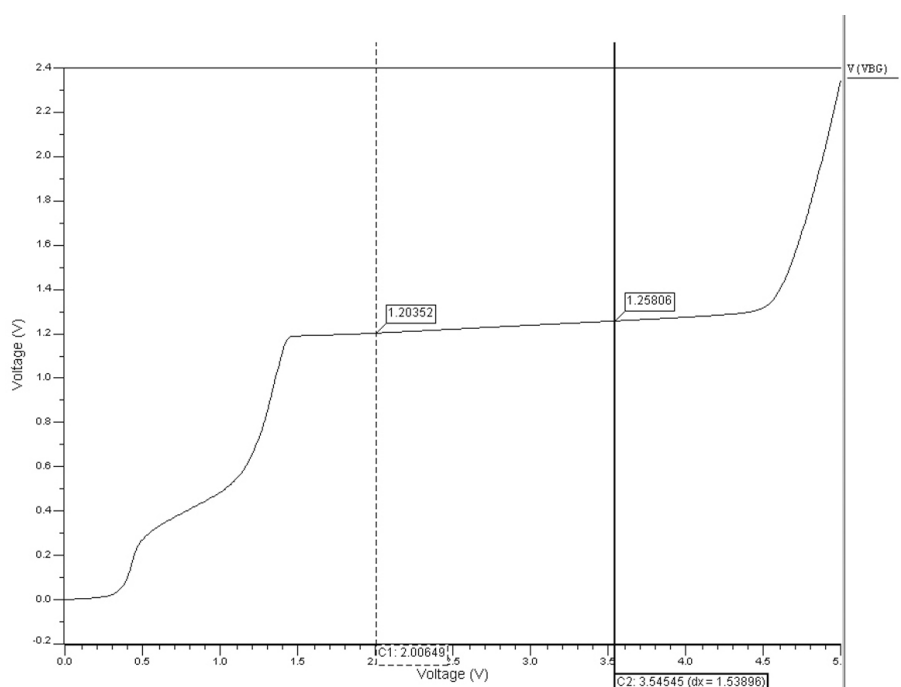


Abb. IV.1-2: Spannungsabhängigkeit der Referenzspannungsquelle

LP-Spannungswandler

Die Glukose Brennstoffzelle erzeugt, bedingt durch ihren Aufbau und ihre beabsichtigte Anordnung im Gewebe des Körpers nur eine sehr geringe Ausgangsspannung von 0.3 ... 0.4 V und liegt damit signifikant unter den sonst üblichen Spannungen von 3 V, die von Batteriesystemen geliefert werden. Kommerzielle DC/DC – Wandler können deshalb nicht eingesetzt werden, da diese erst ab ca 0.8V arbeiten und das noch mit sehr schlechtem Wirkungsgrad. Da auch eine Reihenschaltung von mehreren Zellen auf Grund des gemeinsamen Pols (Gewebeflüssigkeit) nicht in Frage kommt, soll ein hierfür speziell entwickelter anwendungsspezifischer IC Baustein (ASIC) die Umsetzung übernehmen. Hierzu wurden zunächst der Markt industrieller, evtl. geeigneter Bausteine untersucht und Versuche durchgeführt. Weiterhin wurden SPICE – Simulationen potentieller Schaltungen berechnet, um die Einflüsse auf Effizienz der Spannungswandlung zu analysieren. Hierbei musste zwischen den Prinzipien der Ladungspumpe und des induktiven Hochsetzers unterschieden werden. Weiterhin wurde eine Anzahl von integrierbaren Modulen mit extrem niedriger Leistungsaufnahme in der verfügbaren 0.35 µm 2P5M- CMOS Technologie entwickelt, die in dem späteren Chip zum Einsatz kommen sollen. Als erstes Ergebnis wurde eine Spannungsreferenzquelle (Bandgap-Cell) mit nur 8 µA Stromaufnahme neu entworfen und in einem Vortrag auf dem Workshop der MPC-Gruppe präsentiert, weitere Baugruppen wie Operationsverstärker und Oszillatoren mit Stromaufnahmen im µA-Bereich sind in Arbeit.

Die Ergebnisse sind für viele heute noch nicht erschlossene Energiequellen mit niedriger Ausgangsspannung nutzbar und passen zum aktuellen Thema „Energy Harvesting“, bei dem Sensoren aus in der Umgebung verfügbarer Energie versorgt werden und keine Batterie benötigen.

Analytik zur Glucosebrennstoffzelle

Glucose wird in der Brennstoffzelle katalytisch oxidiert, wobei Elektronen als nutzbarer Strom freigesetzt werden. Damit stellt sich die Frage, in welche Substanzen die Glucose umgewandelt wird. Infrage kommen dabei in erste Linie weitere Zuckermoleküle oder organische Säuren.

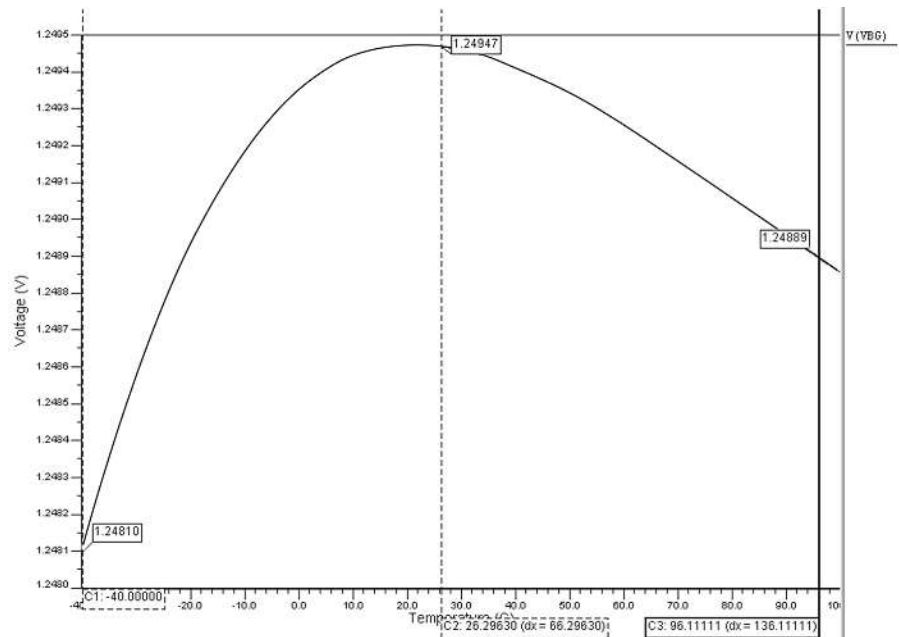


Abb. IV.1-3: Temperaturabhängigkeit der Referenzspannungsquelle

Die Analytik zur Beantwortung dieser Frage wurde auf zwei komplementäre Messmethoden aufgebaut. Auf der einen Seite steht mit der HPTLC (High Performance Thin Layer Chromatography) ein leistungsstarkes System für Normalphasentrennungen zur Verfügung. Auf der anderen Seite kann mit der HPLC (High Performance Liquid Chromatography) mit amperometrischer Detektion eine Ionenaustauschersäule als Trennmedium gerade polare bzw. ionische Substanzen gut trennen.

1. HPTLC: Im letzten Jahr wurden über 20 verschiedene Laufsysteme für Aminoplaten getestet. Dazu werden alle bekannten Substanzen, die bei der Glucoseoxidation entstehen können, auf eine Aminoplatte aufgetragen und durch die mobile Phase aufgetrennt. Anschließend wird auf der Platte eine Derivatisierungsreaktion durchgeführt. So gut wie alle Zucker und viele organische Säuren reagieren mit den NH₂-Gruppen der Aminoplatte bei Temperaturen über 100 °C zu fluoreszierenden Verbindungen, die nachweisstark detektiert werden können. Gesucht werden zwei mobile Phasen, die die verschiedenen Substanzen möglichst unterschiedlich transportieren. Hier sind die Ergebnisse noch nicht ganz zufriedenstellend, weil das Wanderungsverhalten der verschiedenen Substanzen

mit den unterschiedlichen mobilen Phasen doch sehr ähnlich ist.

2. HPLC: Es wurde ein HPLC-Messstand aufgebaut, mit dem amperometrisch HPLC-Chromatogramme aufgenommen werden können. Dazu wurde eine selbst konstruierte Kupferanode als „Wall Jet Elektrode“ konzipiert und in einen amperometrischen Detektor eingebaut. Es wurde eine Ionenaustauschersäule gekauft und mit der Pumpe, dem Injektionssystem und dem Detektor verbunden. Die ersten Trennungen von Glucose und potentiellen Abbauprodukten wurde durchgeführt. Das Bild des Messstandes ist in Abb. IV.1-4 dargestellt.

Am Ende des Jahres wurden erste Messungen mit realen Proben aus der Brennstoffzellentestung durchgeführt. Dabei wurde eine Substanz unbekannter Konstitution entdeckt. Neben der Verbesserung der beiden Analytiksysteme wird die Identifizierung dieser Substanz im Mittelpunkt der nächsten Arbeiten stehen.

Erst wenn diese Verbindung identifiziert wurde und keine weiteren Verbindungen als Abbauprodukte auftauchen, kann quantitativ gearbeitet werden.

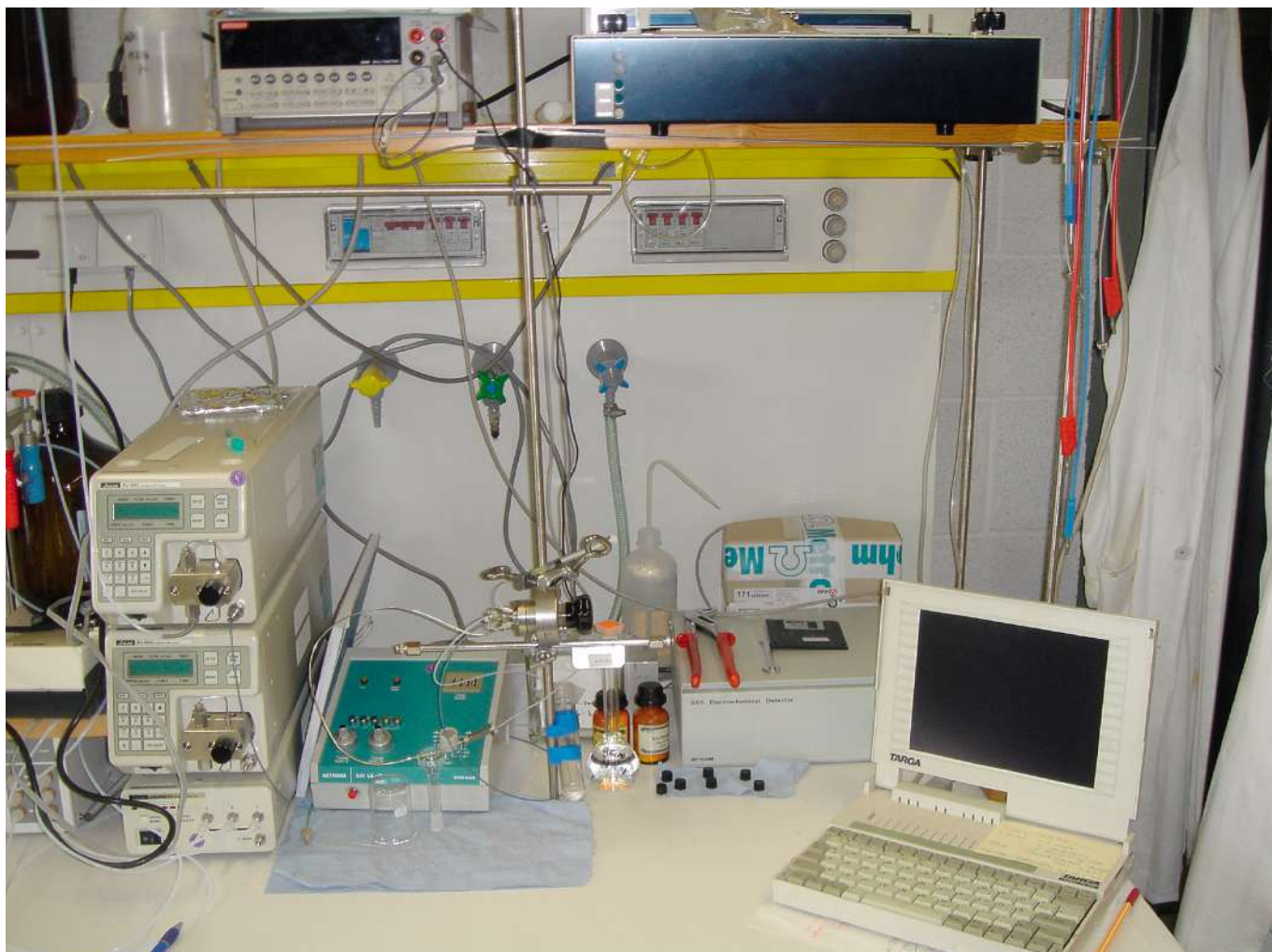


Abb. IV.1-4: Gezeigt ist der Aufbau der amperometrischen HPLC. Links sind zwei HPLC-Pumpen zu erkennen. In der Mitte des Bildes ist quer die Säule eingespannt. Der Detektor ist zwischen Säule und Computer zu erkennen. Die Daten werden mit dem grünen Voltmeter gemessen, über ein Multimeter (oben links) digitalisiert und an den Computer weitergegeben. Ein selbst entwickeltes Programm übernimmt die Auswertung.

Recherchen und Kontakten mit Pharmazeutischen Instituten sich herauskristallisiert hat, dass das System potentiell auch zur oralen Insulin – Medikation geeignet ist und damit eine weite Anwendung finden wird.

Die Arbeiten an dieser ePille®, der Name wurde inzwischen für das IAF Offenburg geschützt, konzentrieren sich auf die eigentliche Datenübertragungsplattform. Eine Systemspezifikation wurde erarbeitet, Teilsysteme in Diplom- und Studienarbeiten untersucht. Abb. IV.2-2 zeigt das Blockschaltbild des ICs, der zurzeit in der Entwicklung ist. Ein am Institut entwickelter 32bit Prozessorkern SIRIUS wird alle Untereinheiten und die Kommunikation steuern. Die Datenübertragung erfolgt induktiv über ein DQPSK-Modem, welches ebenfalls im Rahmen dieses Projekts entstand und inzwischen erfolgreich verifiziert werden konnte. Ferner wurde ein Verfahren zur Ortung der ePille® im Körper entwickelt, um eine auch ortsgenaue Medikamentenabgabe/ bzw. Sensorik zu ermöglichen. Auch an einer kompakten Patientendosiereinheit, über die die Medikamentierung gesteuert wird (Abb. IV.2-3), wird derzeit gearbeitet. Über das Projekt ePille® wird im PHD Forum der internationalen Konferenz DATE 2007 in Nizza sowie bei einem Vortrag auf der IEEE Konferenz IESS in Kalifornien 2007 berichtet.

Referenzen

- [1] Jansen, D.: A Small Imprint RISC for Ubiquitous Systems for SOC Designs, Vortrag MPC-Workshop, Febr. 2006
- [2] Durrenberger, M., Jansen, D.: Entwurf, Test und Optimierung einer ALU für einen 16/32 Bit Prozessor, Vortrag MPC-Workshop, Febr. 2006
- [3] Mogel, M., Jansen, D.: Synchrones Transceiver Modul für eine induktive Datenübertragung, Vortrag MPC-Workshop, Febr. 2006

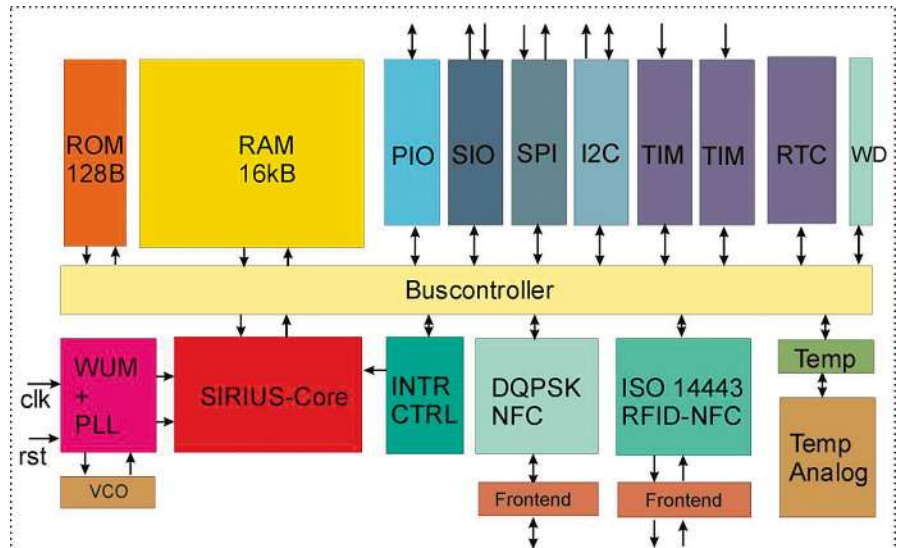


Abb. IV.2-2: Blockschaltbild des ePille®-ASIC mit 32 bit Prozessorkern, DQPSK-Near Field Communication Schnittstelle und integriertem Temperatursensor.

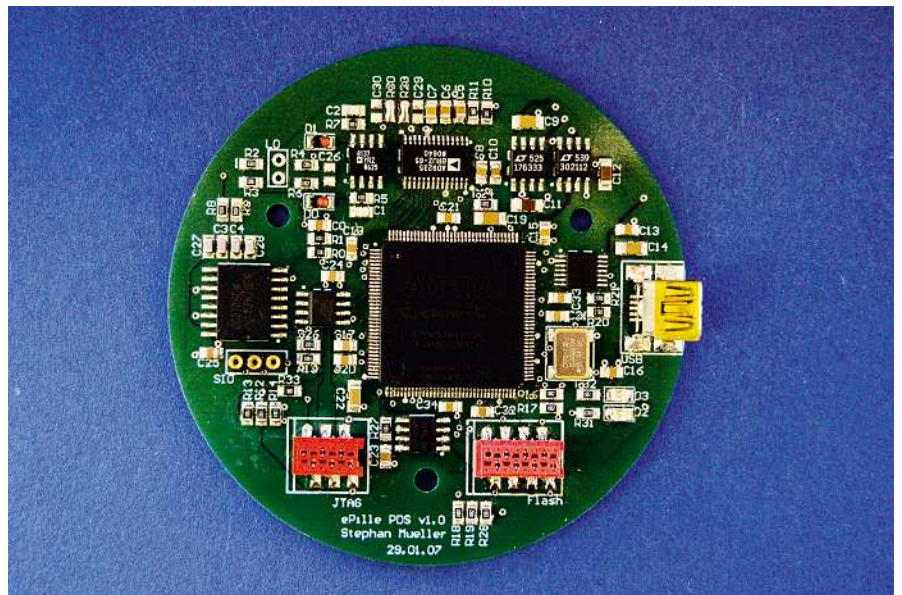


Abb. IV.2-3: Elektronik der Medikamentendosiereinheit. Der Cyclone II FPGA enthält einen Soft-Core SIRIUS 32 mit USB Controller, DQPSK Schnittstelle sowie einen schnellen A/D-Wandler.

IV.3 ASIC-Entwicklung an der Hochschule Offenburg

Prof. Dr. Dirk Jansen,
Dipl.-Ing. (FH) Daniel Bau,
Dipl.-Ing. (FH) Marc Durrenberger

An der Hochschule Offenburg steht seit Mitte 1990 ein gut ausgestattetes Labor für den Entwurf Integrierter Anwenderschaltungen, ASIC's, (ASIC steht für Application Specific Integrated Circuit) zur Verfügung. Im Rahmen der Studen-tenausbildung, in Studien-, Diplom- und Forschungsarbeiten wurden inzwischen zahlreiche integrierte Schaltkreise entworfen, gefertigt und erprobt.

Hierbei wird eng mit Kollegen der MPC-Gruppe zusammen gearbeitet, die von den in dem Gebiet der Mikroelektronik tätigen Fachhochschullehrern Baden-Württembergs gebildet wird und einen regen Austausch in Lehre, Ausrüstung und Forschung sicherstellt. So konnten die von den Studenten entwickelten Chips erfolgreich gefertigt werden, was allein die notwendige Entwurfserfahrung und den Rückfluss von Information

durch Test der Chips sicherstellt. Die Fertigung der Schaltungen erfolgt über die europäische Organisation EURO-PRACTICE, in der die HS Offenburg seit 1991 Mitglied ist.

Im Rahmen der MPC-Gruppe, in der Prof. Dr. Jansen seit ca. 10 Jahren Sprecher ist, wurde ein von der Gruppe veranstalteter Lehrgang „Net to Chip“ konzipiert und durchgeführt, um das Wissen über den Entwurf und die Herstellung von Integrierten Schaltungen innerhalb der Gruppe vor allem unter den jungen Kollegen weiter zu verbreiten. Bei diesem Kurs ging es um die Anwendung der modernen Programm-Tools von der Netzliste bis hin zum Layout auf Silizium, also alle Schritte, die bis zur Abgabe des Designs an den Hersteller erforderlich sind. Dieses Spezial-Know-how ist in keinem Buch zu finden und zudem noch auf die verwendete ASIC-Technologie bezogen. Der Kursus wurde an drei Tagen auf den CAE-Einrichtungen der Hochschule Aalen durchgeführt, wobei Offenburg seine Erfahrung im Bereich Digitale Designs mit dem Cadence-Tool Encounter einbrachte. Die Kursun-

terlagen wurden von den Mitarbeitern Daniel Bau und Marc Durrenberger zusammengestellt und in einem „Hands on“-Praktikum den Kursteilnehmern anwendungsnah vermittelt. Das in dem Kurs vermittelte Know-how hat inzwischen tatsächlich zu neuen IC-Designs geführt, was für die Qualität des Kurses, der in dieser Form von der Industrie nicht angeboten wird, spricht. Die MPC-Gruppe ist bemüht, Kurse dieser Art ein Mal jährlich zu veranstalten und auf diese Weise das Know-how innerhalb der Gruppe weiter zu entwickeln. Auf dem Workshop der Gruppe in Pforzheim war das ASIC Design Center der Hochschule Offenburg in diesem Jahr mit zwei Beiträgen, auf dem Workshop in Mannheim ebenfalls mit zwei Beiträgen vertreten.

Zu der seit mehreren Jahren verfolgten Thematik einer Temperaturprofilauzeichnung konnte im Jahr 2006 ein Integrierter Schaltkreis „WearLog1.0“ entworfen und in die Fertigung gegeben werden, der die früher im gleichnamigen Projekt entwickelten Funktionalitäten der Aufzeichnung von Temperaturprofilen, Vibrationsevents und weitere Maschinenaktivitäten registriert. Abb. IV.3-1 zeigt den Design sowie ein Chipfoto des inzwischen hergestellten Schaltkreises. Die Integrierte Schaltung von etwa 12 mm² Größe enthält einen 16 Bit Mikroprozessor, eine Temperaturzelle zur unmittelbaren Erfassung der Umgebungstemperatur mit hoher Auflösung und Genauigkeit sowie die erforderliche Kommunikationsperipherie. Als Besonderheit ist noch ein RFID-Interface nach dem ISO 14443 Standard integriert, das als IP schon vor einiger Zeit von Frank Baier im ASIC Design Center entworfen und jetzt zum ersten Mal in Silizium überführt wurde. Mit diesem Interface kann das erfasste Temperaturprofil über einen kommerziellen RFID-Reader ausgelesen und für logistische Zwecke interpretiert werden. Anwendungsbereiche hierfür liegen im Bereich

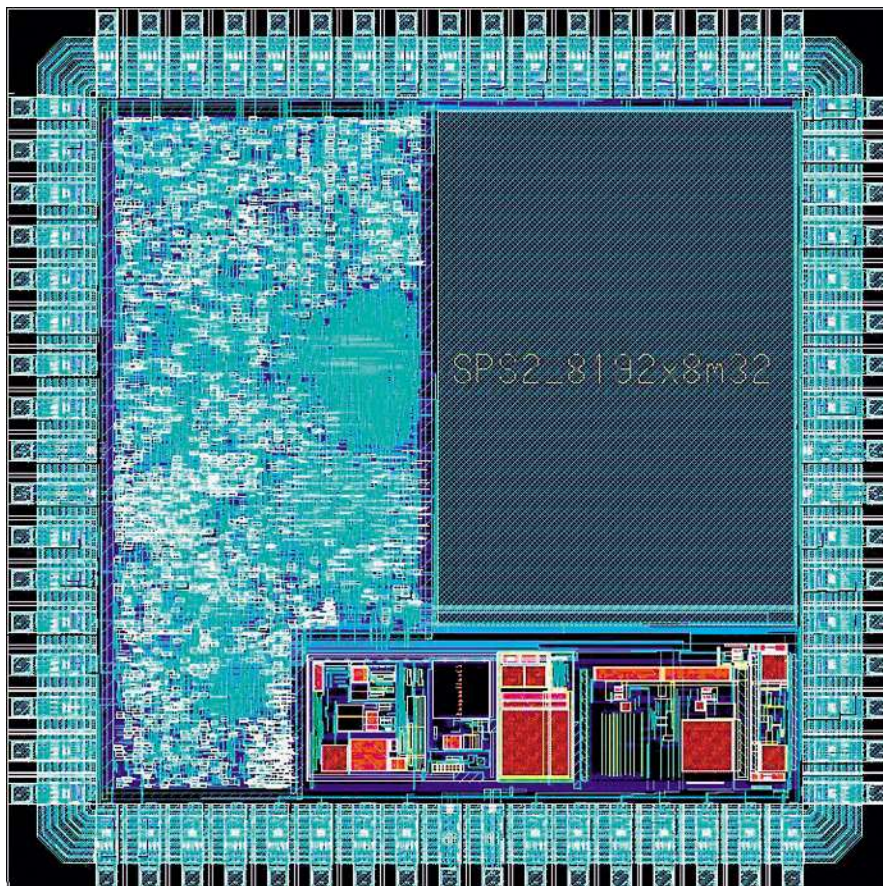


Abb. IV.3-1a: Entwurf des WearLog1.0-Chips. Im unteren Teil sind die analogen Baugruppen gut zu erkennen

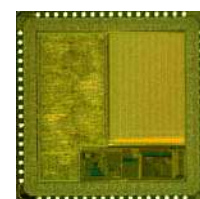


Abb. IV.3-1b: Chipfoto des 3,4 x 3,4 mm² großen in 0.35µm 2P5M-CMOS-Technologie über EUROPRACTICE gefertigten ASIC's

der medizinischen Logistik und der Warenwirtschaft in großer Zahl vor. Der Chip wurde inzwischen über EURORACTICE gefertigt und konnte in seiner Funktionalität weitgehend verifiziert werden. Bis zu einem Komplettsystem sind allerdings noch diverse Entwicklungsschritte erforderlich.

Für Anwendungen in komplexen System on Chip (SOC) Designs wurden die Arbeiten an einem neuen Prozessorkern mit dem Codenamen SIRIUS (Small Imprint Risc for Ubiquitous Systems) fortgesetzt. Dieser Kern soll das Herz zukünftiger Chipgenerationen bilden und muss deshalb neben hoher Leistungsfähigkeit, ein Befehl pro Takt, auch über eine gute Programmierbarkeit durch Hochsprachen verfügen. Zugleich soll er nur wenige Logikelemente enthalten und einfach in programmierbare Logikbausteine (FPGA's) implementierbar sein. Alle diese Forderungen konnten erfüllt werden. Eine lauffähige Version wurde auf einen Cyclon2-FPGA emuliert und ein Komplettsystem einschließlich der zugehörigen Peripheriebaugruppen in Betrieb genommen. Der Kern wird inzwischen in zwei Diplom/Master-Arbeiten eingesetzt und wird auch im Projekt ePille die Signalverarbeitung und Kommunikation steuern. Eine erste Siliziumimplementierung wird im Rahmen des ePille-Chips im Frühjahr 2007 erfolgen. Über den Prozessorkern wird auf einem internationalen Kongress im Juni 2007 in Kalifornien berichtet.

Der am ASIC Design Center entwickelte 24 h EKG-Recorder, vertrieben von der Firma PicoMed GmbH unter dem Namen Cardio Scout, hat alle CE-Zulassungen für Medizingeräte erhalten und läuft inzwischen in Serie. Er wurde u.a. auf dem Gemeinschaftsstand Baden-Württemberg auf der Hannover Messe 2006 international präsentiert und ist immer noch einer der kleinsten 24 h EKG-Recorder der Welt.

Referenzen

- [1] Jansen, D.: A Small Imprint RISC for Ubiquitous Systems for SOC Designs, Vortrag MPC-Workshop, Febr. 2006
- [2] Durrenberger, M., Jansen, D.: Entwurf, Test und Optimierung einer ALU für einen 16/32 Bit Prozessor, Vortrag MPC-Workshop, Febr. 2006
- [3] Mogel, M., Jansen, D.: Synchrones Transceiver Modul für eine induktive Datenübertragung, Vortrag MPC-Workshop, Febr. 2006

Analyse der Performance Parameter eines ZigBee-Funknetzes

Prof. Dr.-Ing. Tobias Felhauer

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

- 1965:** Geboren
Studium der Elektrotechnik/Nachrichtentechnik an der Universität Kaiserslautern
 - 1990:** Diplom
 - 1990–1994:** wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für hochfrequente Signalverarbeitung der Universität Kaiserslautern
 - 1994:** Promotion über neuartige Verfahren zur hochgenauen Vermessung von Funkkanälen mit Bandspreizsignalformen
 - 1994–1999:** 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 2000:** Mitglied des Instituts für Angewandte Forschung (IAF) der Hochschule Offenburg
- Forschungsschwerpunkte:** Digitale Funkkommunikation und Satellitennavigation



IV.4 Analyse der Performance Parameter eines ZigBee-Funknetzes

Prof. Dr. Tobias Felhauer

Im Rahmen dieses Projekts wurde im Labor Telekommunikationstechnik der Hochschule Offenburg ein flexibel konfigurierbares Funknetz nach dem ZigBee-Standard aufgebaut. Mit Hilfe diverser Messgeräte und Analyse-Tools wurden die wesentlichen Performance Parameter dieses Funknetzes unter realen Betriebsbedingungen evaluiert. So wurden z. B. Erkenntnisse über die Empfängerempfindlichkeit, die effektiv erreichbare Datenrate sowie das Interferenzpotential gewonnen, die Voraussetzungen für die optimale Nutzung dieser neuen Funktechnologie sind.

ZigBee ist eine neue WPAN (Wireless Personal Area Network) – Funktechnologie zur Vernetzung von einfachen Geräten und Sensoren. Genauer betrachtet sind die nachrichtentechnischen Aspekte der physikalischen Schicht und der Medienzugriffsschicht im Standard IEEE 802.15.4 spezifiziert, auf dem die höheren Protokollschichten des eigentlichen ZigBee-Standards aufbauen. Ihren Namen hat diese unkomplizierte, an einfachste Endgeräte gerichtete Funktechnologie von der Zick-Zick-Tanzkommunikation der Honigbiene, die – richtig interpretiert – den Artgenossen die Richtung, Qualität und Entfernung zu einer Futterquelle anzeigt. Anwendungsbereiche der ZigBee-Technologie liegen vor allem in der Sensorik, Gebäudeautomation und Medizintechnik, wo Netzwerke mit einfachsten Endgeräten zum Einsatz kommen, die weder hohe Bandbreite/Datenrate noch komplexe Netz-

architekturen benötigen, aber hohe Ansprüche an die Latenzzeit beim Verbindungsaufbau und an eine geringe Leistungsaufnahme für lange Batterielebenszeiten stellen. Hierin diversifiziert sich die ZigBee-Technologie z. B. von der etablierten Bluetooth-Technologie, die schwerpunktmäßig Applikationen mit mittlerer und hoher Übertragungsrate im PC-Bereich und bei der Vernetzung von z. B. Mobiltelefonen und PDAs adressiert.

In einem ZigBee-Netzwerk findet man prinzipiell zwei Gerätetypen unterschiedlicher Komplexität: RFDs (Reduced Function Devices) und FFDs (Full Function Devices). Ein FFD hat die Möglichkeit, mit RFDs oder mit anderen FFDs zu kommunizieren, während ein RFD nur mit einem FFD interagieren kann. Ein FFD tritt innerhalb des PANs (Personal Area Network) als Koordinator, Router oder als komplexes Endgerät auf, wohingegen ein RFD auf die Rolle eines Endgerätes geringerer Komplexität beschränkt ist.

Mit RFDs und FFDs können nach Abb. IV.4-1 PANs sowohl mit Stern als auch mit Peer-to-Peer Topologien aufgebaut werden. Die Stern Topologie definiert einen zentralen Koordinator, über den jegliche Kommunikation im PAN abgewickelt wird. Peer-to-Peer Netze beinhalten ebenfalls einen Koordinator, erlauben jedoch zusätzlich eine Kommunikation zwischen den übrigen FFDs, welche nicht die Rolle des Koordinators übernommen haben. Dadurch können komplexere Topologien wie eine Baumstruktur oder ein vermaschtes Netzwerk durch den Einsatz von Routern (FFDs) geschaffen werden.

Für die ZigBee-Kommunikation können drei lizenzfreie Frequenzbereiche unter Beachtung regionaler Einschränkungen genutzt werden. Im global frei verfügbaren und deshalb von den meisten Endgeräten verwendeten 2,4GHz-ISM-Band sind nach IEEE802.15.4 16 Kanäle im Abstand von 5MHz definiert, in denen jeweils ZigBee-Datensignale mit einer Datenrate von 250kbit/s übertragen

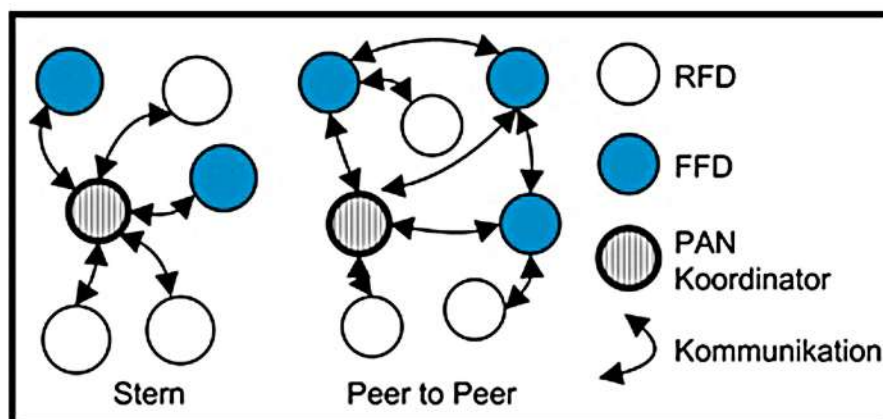


Abb. IV.4-1: Netztopologien in einem ZigBee PAN

werden können. Um den Betrieb auch bei hoher Auslastung zu sichern, sind zusätzlich lizenzfreie Frequenzbereiche zwischen 868–868,6 MHz mit einem 20kBits/s Kanal in Europa sowie 10 weitere 40kBits/s Kanäle bei 902–928 MHz zur Nutzung in den USA vorgesehen.

Um einen Frequenzdiversitäts-Gewinn und eine höhere Störresistenz zu erzielen, wird bei ZigBee die Bandspreizmodulation DS-SS (Direct Sequence Spread Spectrum) eingesetzt. Dazu werden in der 2,4 GHz-Variante jeweils 4 zu übertragende Bits zu einer Bitkombination (Symbol) zusammengefasst. Den 16 möglichen Bitkombinationen werden dann gemäß eines Look-up-Table Spreizcodes bestehend aus 32 chips zugeordnet. Diese Spreizcodes werden schließlich im Rahmen der Bandspreizmodulation durch eine OQPSK-Modulation auf den Träger des verwendeten Frequenzkanals moduliert. Daraus ergibt sich ein resultierender Spreizfaktor von 8 (4Bit → 32chips) bzw. bei einer Nutzbitrate von 250kbit/s eine resultierende Chiprate von 2 Mchips/s.

Im Gegensatz zur PHY-Schicht, welche lediglich einen universellen Rahmentyp kennt, spezifiziert IEEE 802.15.4 mit Data-, Beacon-, Command- und ACK-Frames insgesamt vier verschiedene Frames auf MAC Ebene. Von besonderer Bedeutung für die Synchronisation von Endgeräten und für den Kanalzugriff ist dabei der Beacon-Frame. Um sich an die Anforderungen verschiedenster Applikationen flexibel anpassen zu können, sind bei ZigBee zwei Netzwerkmodi mit unterschiedlichen Kanalzugriffsmechanismen möglich. Im einfachen Non-Beacon-Enabled-Network-Modus erfolgt der Kanalzugriff der Stationen durch einen lokal ablaufenden unslotted CSMA/CA-Algorithmus asynchron, d.h. ohne Bindung an zeitliche Rahmenbedingungen. Hat eine Station gerade keine Daten zu versenden, wechselt sie in einen Energiesparmodus und schaltet ihren Transceiver ab. Dieser Modus erlaubt keine Bevorzugung bestimmter Stationen durch Vergabe reservierter Zeitschlitze. Im komplexeren Beacon-Enabled-Network-Modus synchronisiert der PAN-Koordinator die Kanalzugriffe der von ihm verwalteten Stationen durch das periodische Versenden von Beacon-Frames. Die Zeitdauer zwischen zwei Beacons (Beacon Intervall) unterteilt

sich nach Abb. IV.4-2 in eine aktive Phase, in der die Kommunikation der Teilnehmer untereinander stattfindet, und in eine inaktive Phase, in der die Stationen in einen Energiesparmodus wechseln. Sowohl die Beacon-Intervall-Dauer als auch die Dauer der aktiven und inaktiven Phase können vom PAN-Koordinator frei konfiguriert werden. Die Konfigurationsparameter werden dabei als Parameter innerhalb des Beacon-Frames den verwalteten Stationen mitgeteilt. Durch diese flexible Konfigurationsmöglichkeit ist die Anpassung an verschiedenste Anforderungen möglich. In unkritischen Sensoranwendungen können lange Energiesparphasen mit gelegentlichen Datenübertragungen realisiert werden, wohingegen bei kommunikationsintensiven Applikationen mehr Wert auf Übertragungszeit und Datendurchsatz, als auf Energiesparsamkeit gelegt wird. Die Flexibilität wird weiter dadurch erhöht, dass die aktive Phase in 16 gleichgroße Zeitschlitze unterteilt wird, von denen je nach Bedarf vom PAN-Koordinator maximal 7 Zeitschlitze einer wettbewerbsfreien Phase CFP (Contention Free Period) zur Realisierung von Quality of Service und die restlichen Zeitschlitze einer Wettbewerbsphase CAP (Contention Access Period) zugeordnet werden können, in denen

die Stationen als Wettbewerber gemäß dem slotted CSMA/CA-Mechanismus um den Kanalzugriff konkurrieren. Zeitschlitze innerhalb der wettbewerbsfreien Phase werden als GTS (Guaranteed Timeslots) bezeichnet und müssen von den Stationen explizit beim Koordinator angefordert und reserviert werden. Dabei kann ein ZigBee-Modul auch mehrere GTS beanspruchen.

Einige wesentliche technische Charakteristika der ZigBee-Technologie sind in Tab. IV.4-1 nochmals zusammenfassend aufgelistet.

Im Rahmen dieses Projekts wurde zur Analyse der Performance Parameter eines ZigBee-Netzwerkes mit Modulen des ZDK2420 Development Kits der Firma Chipcon ein entsprechendes Funknetz aufgebaut und konfiguriert. Dieses Funknetz besteht nach Abb. IV.4-3 aus einem ZDK2420 Evaluation Board (EV), das für Datenratenmessungen, Transmitter Tests und für diverse Protokollanalysen verwendet wird, sowie aus weiteren sechs ZDK2420 Development Boards (DB), die sowohl als FFD als auch als RFD im Funknetz agieren können. Für die Analyse der HF-Parameter der ZigBee-Signale wurde ein Spektrumanalysator Anritzu MS2665C eingesetzt.

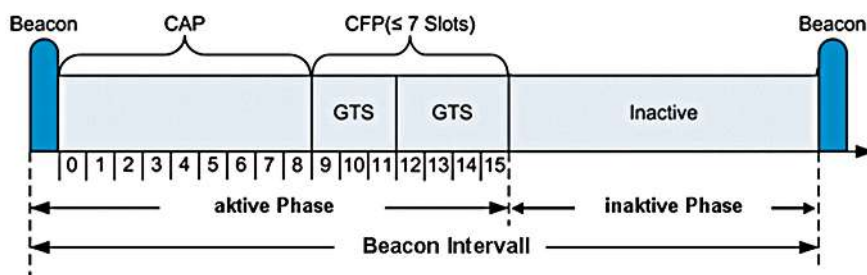


Abb. IV.4-2: Strukturierung des Kanalzugriffs im Beacon-Enabled-Network-Modus

Gerätetypen	RFD; FFD		
Basistopologien	Stern; Peer-to-Peer		
Frequenzbereiche	868-868,6 MHz (Europe)	902-928 MHz (USA)	2400-2483,5 MHz (weltweit)
Kanalanzahl	1	10	16
Modulationsart	DBPSK/DS-SS	DBPSK/DS-SS	OQPSK/DS-SS
Datenrate	20 kbit/s	40 kbit/s	250 kbit/s
Reichweite	max. 75 m		
Betriebsmodi	Non Beacon Enabled / Beacon Enabled		

Tab. IV.4-1: Wesentliche technische Parameter einer ZigBee-Kommunikationsverbindung

Weiterhin wurden folgende von der Firma Chipcon zur Verfügung gestellte vier Software-Tools verwendet:

- Z-Trace: dient zur Kontrolle der Eingabe über das User-Interface der Development Boards.
- RF-Studio: dient zur Konfiguration der in allen ZigBee-Modulen verwendeten Chipcon CC2420 Transceiverchips.
- AVR-Studio: wird zur Programmierung der ATMEGA128 Mikroprozessoren der Development Boards benötigt.
- Daintree Sensor Network Analyser: Dieses Sniffer-Tool ermöglicht diverse Protokollanalysen im betrachteten ZigBee-Funknetz.

In dem zuvor beschriebenen ZigBee-Funknetz wurden unter Nutzung der oben aufgelisteten Tools umfangreiche Analysen durchgeführt, um wichtige Performance Parameter dieser neuen Funktechnologie im realen Betrieb zu ermitteln. Einige exemplarische Analyseergebnisse werden nachfolgend aufgeführt.

Abb. IV.4-4 zeigt zunächst das Leistungsdichtespektrum eines ZigBee-Signals mit der Mittenfrequenz 2405 MHz und der Chiprate 2 Mchip/s. Da im Rahmen der Bandspreiztechnik eine OQPSK-Modulation mit Halbsinus-Grundimpulsfilter verwendet wird, berechnet sich mit der Chipperiode T_{chip} der Energie eines Chips E_{chip} und der Trägerfrequenz $f_{Träger}$ das Leistungsdichtespektrum theoretisch zu

$$\Phi(f) / dB = 10 \cdot \log \left(E_{chip} \cdot \frac{\cos(2\pi(f - f_{Träger})T_{chip})}{1 - 16 \cdot (f - f_{Träger})^2 \cdot T_{chip}^2} \right)$$

Die von diesem theoretischen Leistungsdichtespektrum ermittelbaren Werte für die Null-zu-Null Bandbreite der Hauptkeule von 3 MHz und des Pegel der ersten bzw. zweiten Nebenmaxima von 23,5 bzw. 30,8 dB unterhalb des Pegels des Hauptmaximums können durch Analyse des in Abb. IV.4-4 dargestellten Messergebnisses sehr gut bestätigt werden. Weitergehende messtechnische Analysen haben gezeigt, dass trotz Halbsinus-Grundimpulsfilterung über die Nebenmaxima des Leistungsdichtespek-

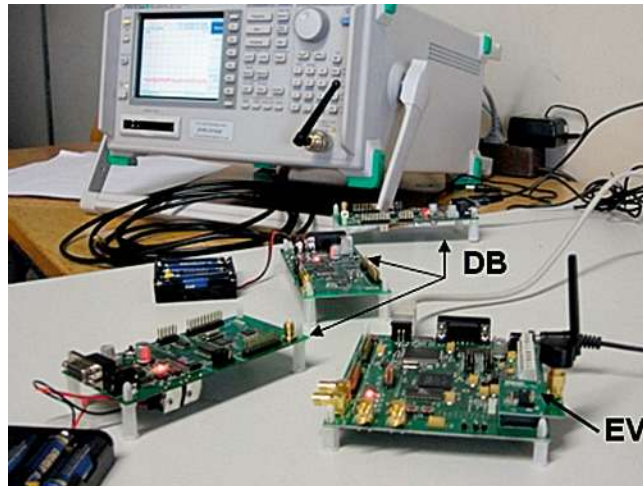


Abb. IV.4-3: ZigBee-Funknetz basierend auf Chipcons ZDK2420 Development Kit

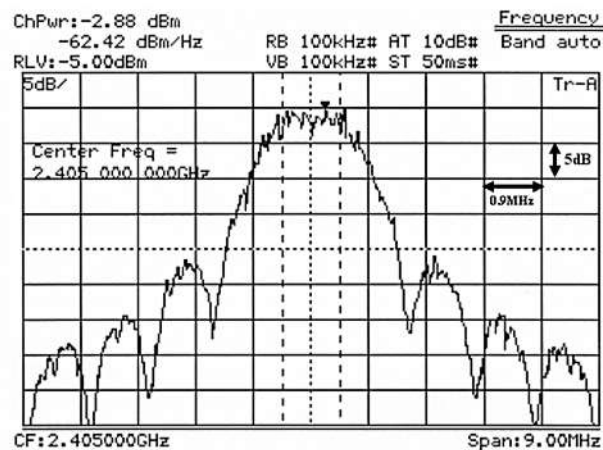


Abb. IV.4-4: Leistungsdichtespektrum

trums auch bei Berücksichtigung der Empfangsfiltercharakteristik insbesondere bei örtlich eng benachbarten ZigBee-Modulen signifikante Nachbarkanalinterferenzen auftreten können, die den Kanalzugriff erschweren und damit die effektive Datenrate vermindern.

Gemäß dem Standard IEEE 802.15.4 darf bei einer Empfängergrenzeempfindlichkeit von $P_{min} = -85dBm$ eine maximale Paketfehlerrate von $PER_{max} = 1\%$ nicht überschritten werden. Diese Empfängerempfindlichkeit wurde evaluiert, indem jeweils 1000 ZigBee-Datenpakete mit unterschiedlicher Sendeleistung übertragen wurden und im Empfänger die Paketfehlerrate PER abhängig von der Empfangsleistung P bestimmt wurde. Die in Abb. IV.4-5 dargestellten Messergebnisse zeigen, dass bis zu einer Empfangsleistung von -90dBm keine Paketfehler auftreten; bei einer weiteren Verringerung der Empfangsleistung steigt die Paketfehlerrate jedoch sehr stark an.

Die theoretisch maximale Bruttodatenrate auf der Funkschnittstelle ist in Tab. IV.4-1 für ZigBee-Module im 2,4GHz-ISM-Band zu 250kbit/s angegeben. Dieser Wert für die effektive Datenrate wird jedoch im realen Funkbetrieb niemals erreichbar sein, da zum einen der Protokolloverhead sowie diverse Verzögerungszeiten durch z. B. den Backoff-Algorithmus im CSMA-CA-Zugriffsmechanismus oder die Aktivierung und Deaktivierung der Transceiver auftreten. Zur Evaluierung der in einem realen ZigBee-Funknetz tatsächlich erreichbaren Datenrate wurden Funknetze bestehend aus unterschiedlich vielen ZigBee-Modulen konfiguriert und jeweils die Zeitdauer gemessen, die zum erfolgreichen Senden von 10000 Datenpaketen mit jeweils 102 Byte MAC-Payload benötigt wird. Auf der Basis dieser gemessenen Zeitdauern wurde dann die Bruttodatenrate (inkl. Protokolloverhead) und Nettodatenrate (exkl. Protokolloverhead) sowohl für ein einzelnes

ZigBee-Modul als auch für das gesamte Funknetz bestimmt. Die Ergebnisse dieser Analyse sind in Abb. IV.4-6 dargestellt. Man erkennt, dass die maximale mittlere Datenrate eines ZigBee-Moduls mit zunehmender Anzahl der Module im Funknetz tendenziell abnimmt, bedingt im Wesentlichen durch die zunehmende Konkurrenzsituation beim Kanalzugriff im Rahmen des CSMA/CA-Mechanismus. Betrachtet man die Datenrate des gesamten Funknetzes, d.h. aller ZigBee-Module im betrachteten Funknetz, so bleibt diese bereits ab zwei Modulen in guter Näherung konstant. Betrachtet man die Werte in Abb. IV.4-6, so erkennt man, dass die Datenrate einzelner ZigBee-Module stets deutlich unterhalb der theoretisch maximalen Datenrate von 250kbit/s liegt. Diese theoretisch maximale Datenrate würde nur erreicht werden, wenn ein Modul ununterbrochen und ohne jeglichen Protokolloverhead senden würde, was in einem realen Funknetz niemals möglich ist.

Die im Rahmen dieses Projekts bisher gewonnenen Erkenntnisse wurden nach entsprechender didaktischer Aufbereitung inzwischen in eine entsprechende Laborübung integriert, um Studenten die Möglichkeiten zu bieten, Erfahrungen mit der neuen Funktechnologie ZigBee zu erlangen.

Der Autor dankt allen, die zum Gelingen dieses Projekts beigetragen haben – besonderer Dank gebührt dabei Herrn Tim Benneckenstein.

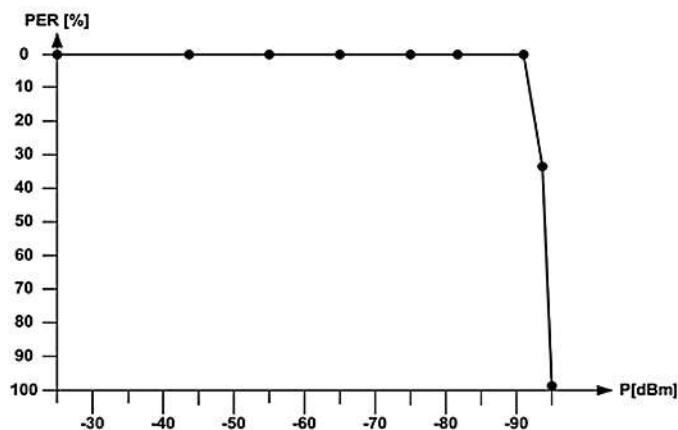


Abb. IV.4-5: Paketfehlerrate PER abhängig von der Empfangsleistung P

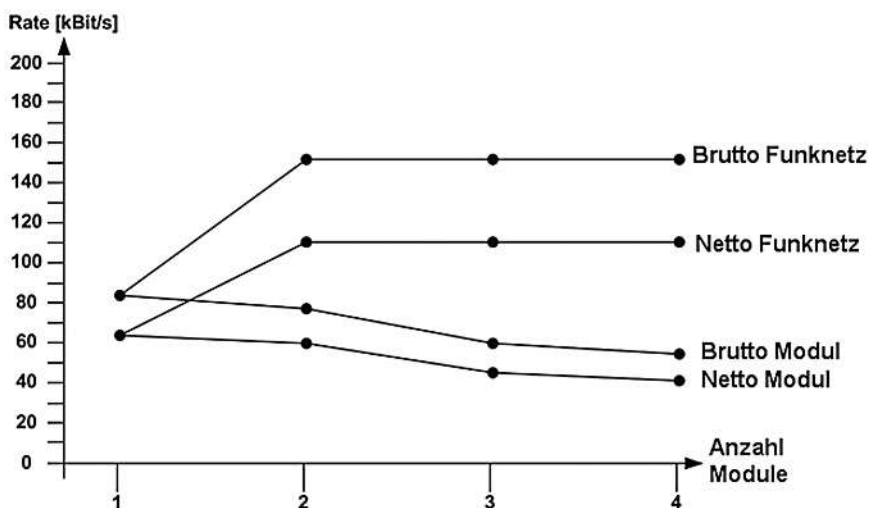


Abb. IV.4-6: Effektive Datenraten unter verschiedenen Bedingungen



**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



fritsch
ELEKTRONIK

entwickelt und fertigt
kundenspezifische
elektronische Baugruppen
und Geräte.

**Ihr Partner von der Idee
bis zum fertigen Produkt**

Fritsch Elektronik GmbH
Gewerbestraße 37
D-77855 Achern-Önsbach
Tel. 07841/6804-0 · Fax 07841/28264
E-Mail: info@fritsch-gmbh.de
Internet: http://www.fritsch-gmbh.de



Reg.-Nr. 3094-01



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

Berechnung der Modenausbreitung in Gradientindex-Mehrmodenfasern und Vergleich mit Messungen

Prof. Dr. Winfried Lieber

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

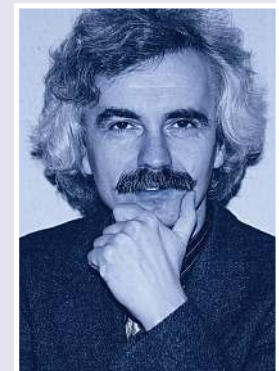
- 1955:** Geboren
- 1976:** Studium der Elektrotechnik an der Universität Kaiserslautern
- 1983:** Diplom
- 1983–1987:** Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Optische Nachrichtentechnik an der Universität Kaiserslautern
- 1987:** Promotion über Messung und Analyse von Ausbreitungseigenschaften 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
- 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
- Lehrgebiete:** Physik, Optoelektronik, Optische Nachrichtentechnik, Kommunikationsnetze



Prof. Dr. Dan Curticaean

Badstr. 24
77652 Offenburg
Tel. 0781 205-217
E-Mail: dan.curticaean@fh-offenburg.de

- 1964:** Geboren
- 1983:** Studium der Physik an den Universitäten Bukarest und Temesvar, Abschluss 1987
Wissenschaftlicher Mitarbeiter an 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
- Lehrgebiete:** Physik, Mathematik, Medientechnik, Digitale Medien, Messtechnik, Photonics, Labor Medientechnik, Labor Physik



IV.5 Berechnung der Modenausbreitung in Gradientindex-Mehrmodenfasern und Vergleich mit Messungen

Prof. Dr. Winfried Lieber,
Prof. Dr. Dan Curticaean

Heutzutage bestehen die meisten Local Area Networks (LANs) aus 50/125 und 62,5/125 Gradientindex-Mehrmodenfasern, die eine Datenübertragung von 100 MBit/s oder 1 GBit/s gewährleisten. Für Übertragungsraten größer als 1 GBit/s ist der Einsatz von LEDs zur Intensitätsmodulation nicht mehr ausreichend – diese müssen durch schnellere Laserdioden ersetzt werden. Der Einsatz von Laserdioden führt jedoch, bedingt durch deren Abstrahlcharakteristik (Abb. IV.5-1b), zu einer selektiven Anregung der Moden in Gradientindex-Mehrmodenfasern und dadurch zu einer schwierige-

ren Bestimmung der effektiv verfügbaren Bandbreite.

In früheren Veröffentlichungen [2], [3], [4] der Autoren wurde gezeigt, wie empfindlich sich die Bandbreite zur Anregung verhält. So wurde durch Messungen der Einfluss der differentiellen Modenlaufzeiten (Laufzeitunterschiede

einzelner Modengruppen) zur ortsauflösten Bandbreite genau nachgewiesen.

Um den Einfluss der differentiellen Modenlaufzeiten auf die Bandbreite untersuchen zu können, ist eine theoretische Betrachtung der Modenausbreitung in Gradientindex-Mehrmodenfasern notwendig. Dafür wird aus der numerischen

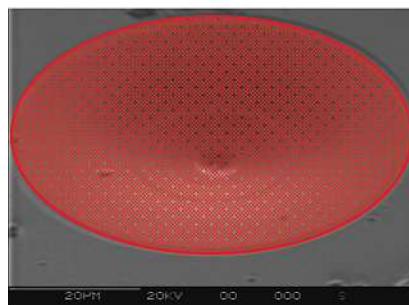


Abb. IV.5-1a: Modenanregung mit LED

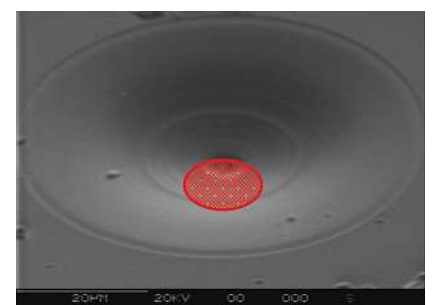


Abb. IV.5-1b: Selektive Modenanregung mit Laserdiode oder Nahfeld einer Single-modefaser für den Versatz $x_t = 8 \mu\text{m}$

Lösung der Helmholtzgleichung das elektrische Feld der Ausbreitungsmoden in Gradientindex-Mehrmodenfasern berechnet. Mit dieser Lösung ist es nun möglich, die Leistungsverteilung unter den Moden sowie die Antwort der Gradientindex-Mehrmodenfaser auf unterschiedliche Anregungen zu bestimmen. Um diese allgemeine Lösung auf unseren Fall anzuwenden, müssen die Ausgangsbedingungen konkret modelliert und implementiert werden. Zunächst wird das Brechzahlprofil der Gradientindex-Mehrmodenfaser mathematisch simuliert. Der Vergleich der Messungen mit der Simulation ist nur dann möglich, wenn auch die Anregungsbedingungen entsprechend modelliert werden. Für unsere Messungen wurden die Moden der Gradientindex-Mehrmodenfaser mit einer Singlemodefaser (als äquivalentem Ersatz für die Laserdiode) bei einem definierten radialen Versatz (x_r) angeregt. Der Vorteil dieser Anregung besteht darin, dass die Anregungsbedingungen reproduzierbar sind und der Versatz auf $0,1 \mu\text{m}$ genau einstellbar ist.

In Abb. IV.5-1a ist die Modenanregung durch eine LED und in Abb. IV.5-1b die selektive Modenanregung durch eine Laserdiode, in unserem Messaufbau durch das Nahfeld der Singlemodefaser perspektivisch dargestellt.

Eine berechnete Leistungsverteilung unter den Ausbreitungsmoden ist in Abb. IV.5-2 dargestellt. Diese entspricht einer Anregung mit einer Singlemodefaser, deren Gauß-Nahfeldradius $w = 4,5 \mu\text{m}$ beträgt, bei jeweils $x_r = 0 \mu\text{m}$, $8 \mu\text{m}$ und $16 \mu\text{m}$ radialem Versatz.

Die Pulsantwort für jede bestimmte Anregung kann dann hergeleitet und berechnet werden. So sind in Abb. IV.5-3 die berechneten Pulsantworten für eine Gradientindex-Mehrmodenfaser bei $0 \mu\text{m}$, $8 \mu\text{m}$ und $16 \mu\text{m}$ Versatz im Vergleich zu den gemessenen Pulsantworten dargestellt.

Zusammen mit Dr. Ch.-A. Bunge von der TU Berlin ist es den Autoren gelungen, eine theoretische und experimentell geschlossene Betrachtung der Bandbreitenabhängigkeit von differentiellen Modenlaufzeiten herzuleiten. Die theoretischen Ergebnisse wurden durch experimentelle Messungen weitgehend

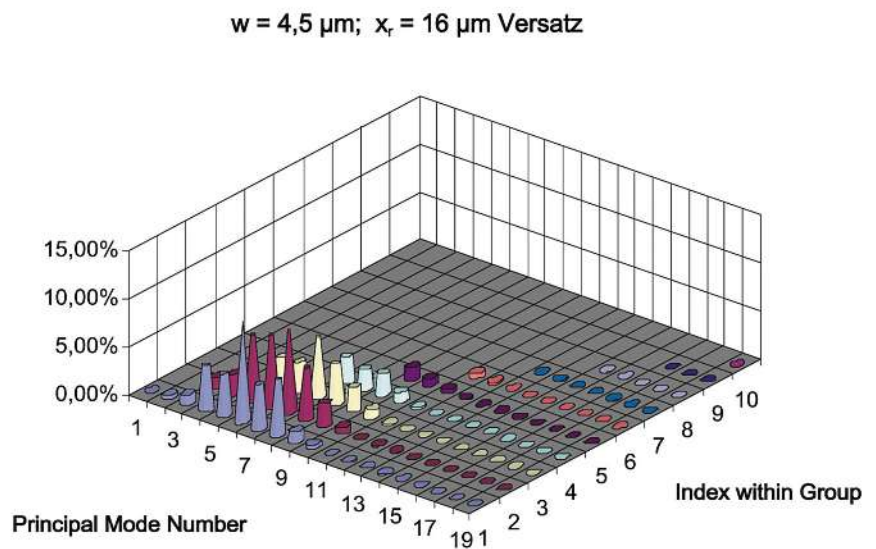
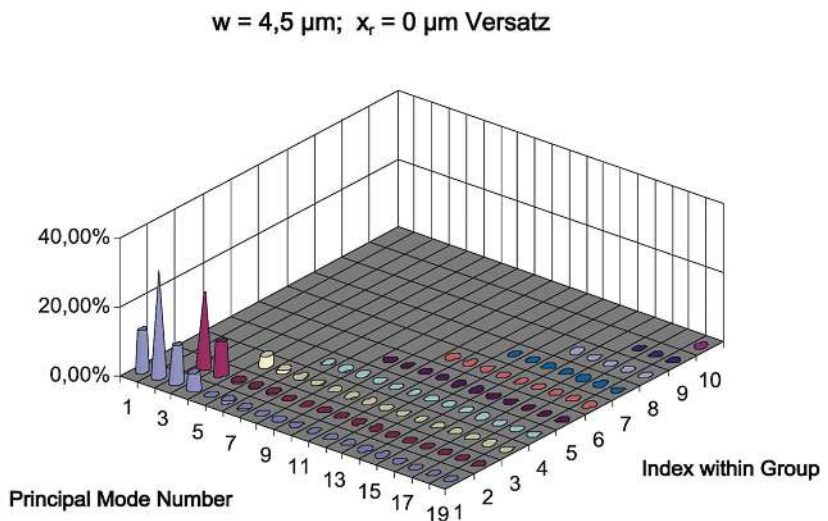
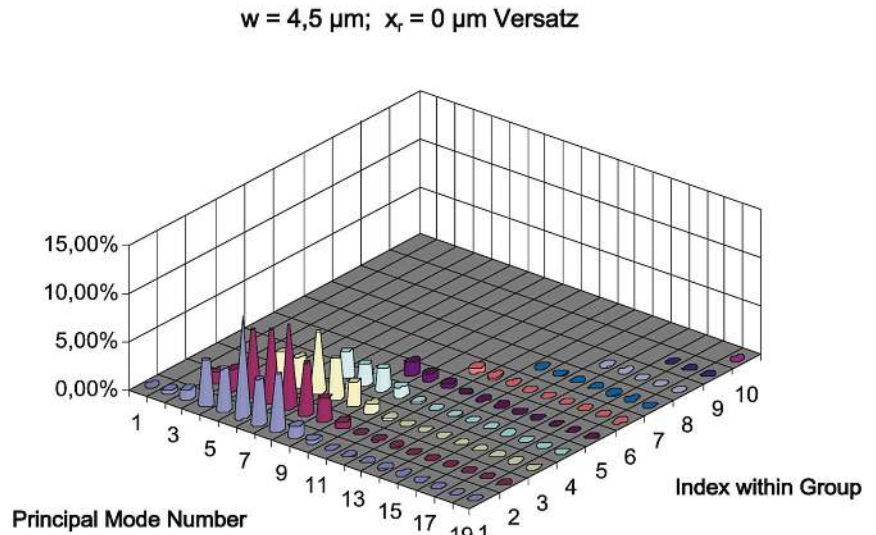


Abb. IV.5-2: Leistungsverteilung unter den Moden für drei berechnete Anregungen ($x_r = 0 \mu\text{m}$, $8 \mu\text{m}$, und $16 \mu\text{m}$ Versatz)

übereinstimmend bestätigt. Diese Ergebnisse wurden in einem Beitrag in Optics & Laser Technology veröffentlicht. Weitere ausführlichere Informationen zu den Berechnungen und Messungen finden Sie unter [1].

Literatur

- [1] Christian-Alexander Bunge, Winfried Lieber, Dan Curticapean: New Aspects in Bandwidth Measurements Considering the Effects of DMD – Optics & Lasers Technology, Vol 39 (2007) pag. 61–67, DOI: 10.1016/j.optlastec.2005.05.007
- [2] W. Lieber, D. Curticapean: Differentielle Modenlaufzeiten in Gradienten-Mehrmodenfasern bei Gigabit Ethernet; Beiträge aus Forschung und Technik 2004, IAF Bericht der FH Offenburg, pag. 43-45.
- [3] A. Oehler, W. Lieber, J. Beck, D. Curticapean: Bandbreite von Mehrmodenfasern für Gigabit Ethernet; ITG - Fachbericht 174 Kommunikationskabelnetze, VDE Verlag GmbH, Berlin, Offenbach, 2002 pag. 77 – 86, ISBN 3-8007-2738-2.
- [4] W. Lieber, Xiao Su Yi, Nisapol Nontasut, Dan Curticapean: Differential mode delay (DMD) in graded-index multimode fiber: effect of DMD on bandwidth tuned by restricted launch conditions; Applied Physics B – Lasers and Optics 75 (2002) 4-5, pag. 487- 491 ISSN: 0946-2171 DOI: 10.1007/s00340-002-1013-6.

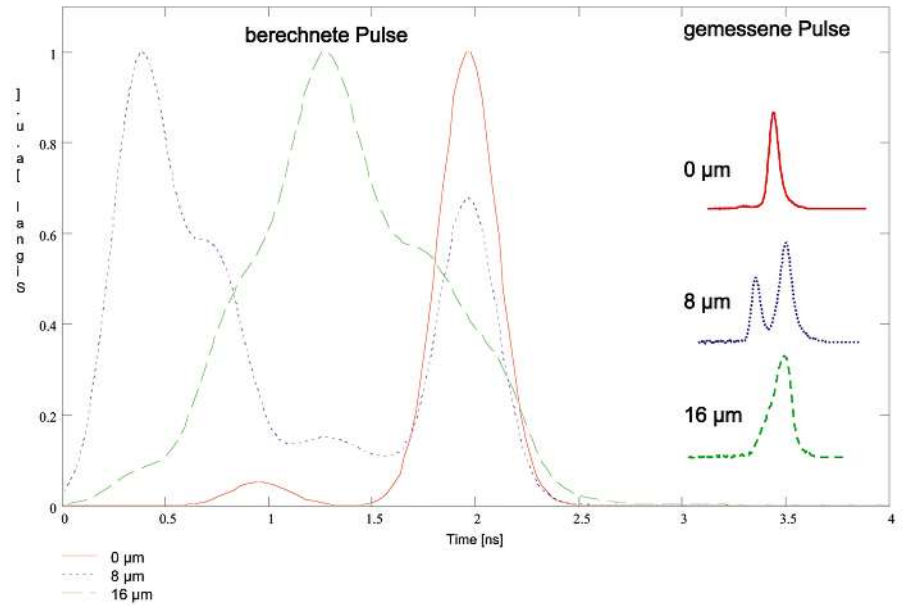


Abb. IV.5-3: Gemessene und berechnete Pulsantworten bei $x_i = 0 \mu\text{m}$, $8 \mu\text{m}$, und $16 \mu\text{m}$ Versatz für eine laseroptimierte Gradientindex-Mehrmodenfasern

Gratis Job-Hotline:
0800/ 0 910 911
für Kunden und Bewerber

arbeit am markt

PERSONALDIENSTLEISTUNGEN

- Zeitarbeit
- Arbeitsvermittlung
- Outsourcing
- Personalberatung

arbeit am markt bietet Kunden, Kooperationspartnern und Mitarbeitern ein breites Spektrum an Dienstleistungen und angepassten Lösungen zum gegenseitigen Nutzen. Wir schaffen umfassende Personallösungen, die sowohl für Unternehmen als auch für Arbeitsuchende zur Um- und Neuorientierung auf dem Arbeitsmarkt interessant sind. So entsteht ein effektives System zur kurz-, mittel- und langfristigen Optimierung von Personalressourcen.

Vertrauen Sie in Personalfragen auf unsere Erfahrung und Kompetenz!



arbeit am markt GmbH · Hauptstr. 1 · 77694 Kehl am Rhein
Tel.: 07851/ 9 94 78 80 · Fax: 07851/ 88 94 77

www.arbeit-am-markt.de



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!

**CURTISS
WRIGHT** Controls
Engineered Systems

INNOVATION IN MOTION



Integration for Leadership

Über 50 Jahre Know-How und Erfahrung bei der Designentwicklung, Herstellung und Integration von elektromechanischen und elektrohydraulischen sowie komplexen elektronischen Komponenten und Subsystemen.

Für Neuentwicklungen und Retrofit-Programme

- Smart Aktuatoren für Munitiosantriebe
- Intelligente Federdämpfungssysteme
- Richt- und Stabilisiersysteme
- Servo-hydraulische Ventile
- Neigesysteme für Züge
- Richtgriffe
- Kreisel



Curtiss-Wright Antriebstechnik GmbH
Badstrasse 5
CH-8212 Neuhausen am Rhf./Switzerland

Telefon: +41 (0)52 674 84 84
Telefax: +41 (0)52 674 66 09

email: info@cwat.ch
Internet: www.cwat.ch

Hochauflösendes Fourier-Spektrometer

Prof. Dr. rer. nat. Werner Schröder

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

- 1954:** Geboren
- 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
- 1996:** Ausgründung einer Firma mit 12 Mitarbeitern



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

IV.6 Hochauflösendes Fourier-Spektrometer

*Prof. Dr. Werner Schröder,
Valentin Ortega*

Im Rahmen eines Projekts für eine Messeinrichtung für die Auslesung eines passiven Mach-Zehnder-Interferometers wurde ein hochauflösendes Michelson-Interferometer entwickelt.

Das Licht einer Lichtquelle wird über eine Faser in das Michelson-Interferometer eingekoppelt, an einem halbdurchlässigen Spiegel aufgeteilt und an zwei Spiegeln reflektiert. Einer der Spiegel ist motorisch über eine Mikrometerschraube verstellbar. Die beiden rückkehrenden, miteinander interferierenden Lichter treffen auf eine InGaAs-Photodiode. Abb. IV.6-1 zeigt das Prinzipbild dieses Michelson-Interferometers.

Um das Michelson-Interferometer geeignet auszulesen, müssen pro Interferenzstreifen mindestens zwei Abtastungen erfolgen. Für eine kurze Messzeit ist eine relativ hohe und konstante Verfahrgeschwindigkeit des Spiegels erforderlich. Das Problem dabei ist, die exakte Position des verschiebbaren Spiegels gleichzeitig synchron mit der optischen Abtastung aufzunehmen. Hierzu gibt es keine geeigneten Interfacekarten für PCs, die unseren Ansprüchen genügt haben. Deshalb wurde ein eigenständiges Mikrocontroller-Steuersystem mit USB-Schnittstelle an einen PC auf der Basis des HCS12 entwickelt (siehe Abb. IV.6-3).

Der Motor an der Mikrometerschraube besitzt einen optischen Encoder. Über ein zwischengeschaltetes Getriebe er-

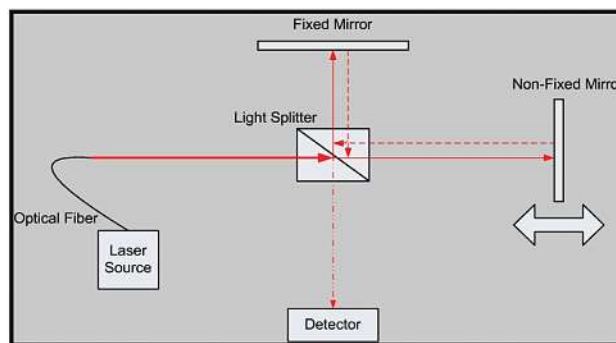


Abb. IV.6-1: Prinzipbild des Michelson-Interferometers.

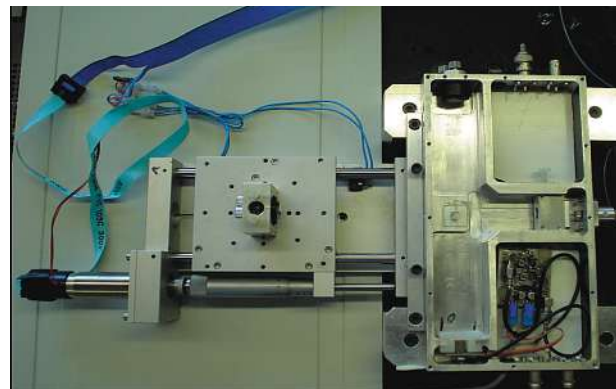


Abb. IV.6-2: zeigt eine Draufsicht auf die Optik und Mechanik des Interferometers

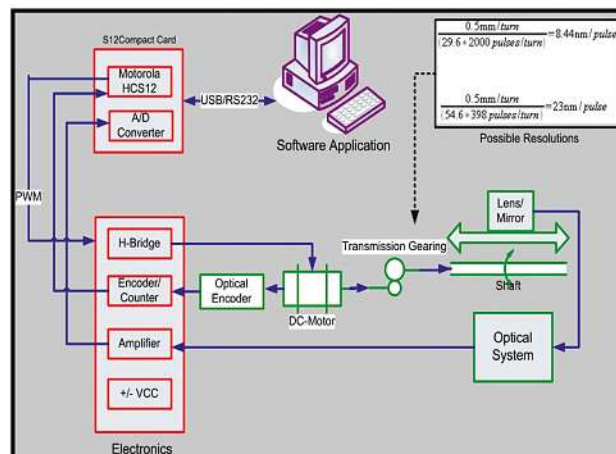


Abb. IV.6-3: Anordnung der elektronischen und mechanischen Baugruppen

gibt sich ein Verfahrensweg von 8.44 nm/Puls bzw. 23 nm/Puls dieses Encoders, je nach verwendetem Getriebe. Der Motorstrom wird über eine Pulsweitenmodulation mit einem digitalen PID-Regler im HCS12 derart geregelt, dass eine vorgegebene Verfahrensgeschwindigkeit möglichst konstant eingehalten wird. Die weiteren Baugruppen der Anordnung sind Abb. IV.6-3 zu entnehmen.

Der HCS 12 wurde in C programmiert, der PC in C++ unter Verwendung von Graphikroutinen aus FLTK für die Bedienoberfläche.

Die Realisierung der Software für den HCS12 zusammen mit der USB-Schnittstelle erwies sich als recht zeitaufwendig, da für eine hohe Abtastrate (ca. 3 ksample/s), schnelle Regelung und gleichzeitige Übertragung der Daten an den PC mehrere Interruptroutinen ineinander greifen mussten.

Wird der Spiegel durchgeführt, wird mittels der Photodiode ein Interferenzmuster wie in Abb. IV.6-4 unten gezeigt gemessen. Für diese Messung wurde das Licht einer ELED mit 1300nm Wellenlänge eingekoppelt. Dem Abstand zweier Interferenzpeaks entspricht ein Verfahrensweg des einen Spiegels von 650 nm. Die Einhüllende zeigt in etwa die Form einer Gaußkurve. Es ist deutlich zu erkennen, dass das Licht der ELED eine relativ kurze Kohärenzlänge aufweist. Im oberen Teil von Abb. IV.6-4 ist die Fouriertransformierte dieses Signals dargestellt. Man erkennt, dass der Spiegel recht gleichmäßig verfahren wird.

Die Fouriertransformierte liefert gleichzeitig das optische Spektrum der Lichtquelle, sofern der Motor einen ausgezeichneten Gleichlauf besitzt. Hierfür reichte die Laufgenauigkeit der Mechanik allerdings nicht aus. Es wurde nun gleichzeitig das Licht eines HeNe-Lasers in die Eingangsfaser des Interferometers eingekoppelt, es ergaben sich damit zwei gleichzeitig gemessene, aufaddierte Interferenzmuster. Mit einer geeigneten Software in MathCad wurden die beiden Spektren im Frequenzbereich getrennt. Die Phase der HeNe-Interferenz wurde entwickelt und aus deren Variation der Kurzzeitjitter der Spiegelbewegung ermittelt. Abb. IV.6-5 zeigt die Abweichung der Spiegelposition in m über die Abtastwerte. Im Wesent-

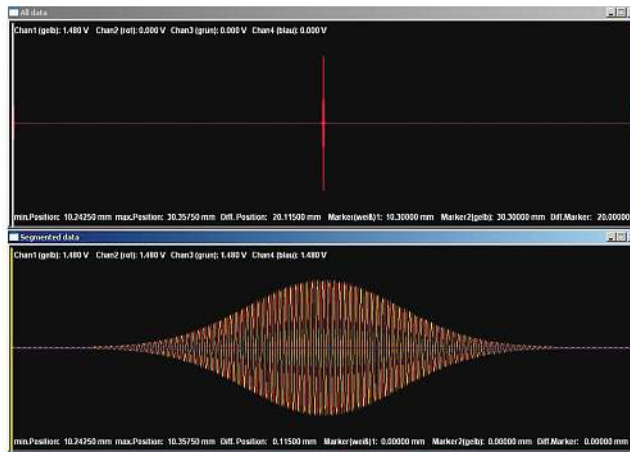


Abb. IV.6-4: Mittels Photodiode gemessenes Interferenzmuster (unten) und Fouriertransformierte dieses Signals (oben)

lichen zeigt die Mikrometerschraube einen Rundlauffehler von ca. 3.5 µm Amplitude. Man beachte die recht hohe Genauigkeit der Messung der tatsächlichen Spiegelposition von etwa 10 nm bei diesem Verfahren.

Mit diesen Daten wurden die Positionsdaten des Spiegels feinkorrigiert und das abgetrennte Interferenzmuster des ELED-Lichts neu abgetastet. Nach einer erneuten Fouriertransformation ergab sich dann das Spektrum der Lichtquelle mit hoher Auflösung von bis zu 0.02 nm. Abb. IV.6-6 zeigt als Beispiel das Spektrum des Lichts der ELED (Wellenlänge

in m), wobei das Licht zuvor durch ein verstimmtes, faseroptisches Mach-Zehnder-Interferometer geschickt wurde. Die Interferenz der beiden Lichter in diesem zusätzlichen Interferometer liefert eine Modulationsstruktur im optischen Spektrum des Ausgangslichts dieses Interferometers. Die absolute Genauigkeit der spektralen Messung beträgt ca. 10 ppm, mit dieser Genauigkeit ist die Wellenlänge des als Referenz verwendeten HeNe-Lasers von 632.8nm bekannt und stabil.

Diese Arbeit wurde mit Mitteln aus dem EU-Projekt Rhenaphot unterstützt.

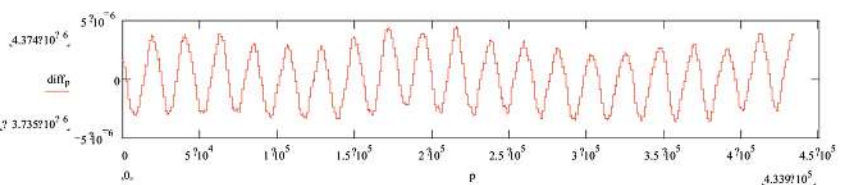


Abb. IV.6-5: zeigt die Abweichung der Spiegelposition in m über die Abtastwerte

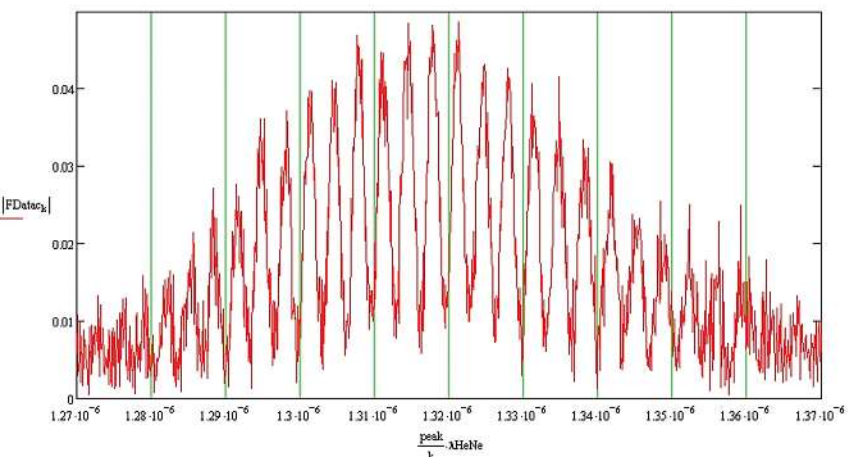


Abb. IV.6-6: Spektrum des Lichts der ELED durch ein unbalanciertes Mach-Zehnder-Interferometer und Wellenlänge in m



„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



Precision in Aircraft Support

www.hydro.aero**GEBÄUDEAUTOMATION****REGELUNGSTECHNIK****PHOTOVOLTAIK**

Gesamtplanung technischer Gewerke

baumgartner
GmbH

Baumgartner GmbH · Westendstraße 19 · 77971 Kippenheim · info@baumgartner-gmbh.de · Tel: +49 (0) 78 25/87 08 46 · Fax: +49 (0) 78 25/87 08 47

Lust auf Zukunft?

Dann passen Sie in unser Konzept!

Wir bilden aus: Fachinformatiker/in und Systemkaufmann/frau.

Professionelle IT-Lösungen für den Mittelstand – made by EGT.

Ein Unternehmen der DATAGROUP.

<http://www.egt-is.de>

<http://www.datagroup.de>



Ihr kompetentes Systemhaus.

EGT InformationsSysteme GmbH
Ein Unternehmen der DATAGROUP
Im Lossenfeld 1
77731 Willstätt-Sand
Telefon 07852/913-0
Telefax 07852/913-10619
mail@egt-informationssysteme.de

Echtzeit-Verbrennungsmotorsimulation mit einem stromzustandsgeregelten Drehstromantrieb

Prof. Dr.-Ing. habil. Uwe Nuß

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



Forschungsgebiete: Hochdynamische Regelung elektrischer Antriebe

IV.7 Echtzeit-Verbrennungsmotorsimulation mit einem stromzustandsgeregelten Drehstromantrieb

Prof. Dr. Uwe Nuß

Abstract

In automotive test benches ac-drives can be used to simulate the torque pulsation of combustion engines. The presented paper describes the used model of a combustion engine, its implementation in an ac-drive and the drive's control structure. For getting the best possible dynamic behaviour, the ac-drive control is based on an axially unsymmetrical state space current controller. The explanation of its structure and its response to setpoint changes closes the article.

1. Einführung

Eines der regelungstechnisch anspruchsvollsten Anwendungsgebiete elektrischer Antriebe ist die Automobilprüfstandtechnik. Elektrische Antriebe werden dort hauptsächlich als Belastungseinrichtungen für Verbrennungsmotoren bzw. für ganze Antriebsstränge oder aber in Rollenprüfständen für komplette Kraftfahrzeuge eingesetzt.

Eine spezielle Anwendung elektrischer Antriebe im Automobilprüfstandbereich besteht darin, das Verhalten von Antriebsstrangkomponenten ohne den zugehörigen Verbrennungsmotor zu untersuchen. So lassen sich beispielsweise in Getriebeprüfständen die Auswirkungen des potentiellen Drehmomentverlaufs von noch in der Entwicklung befindlichen Verbrennungsmotoren auf das zu prüfende Getriebe analysieren [1]. Hierzu muss das Drehmomentverhalten des

Verbrennungsmotors realitätsnah durch einen möglichst identischen Drehmomentverlauf einer elektrischen Maschine, vorzugsweise einer Drehstrommaschine, nachgebildet werden. Um das Getriebe auch unter Belastung untersuchen zu können, wird eine zweite Drehstrommaschine eingesetzt, die das Getriebe und den ersten Drehstrommotor mit einem vorgegebenen Drehmoment belastet. Die Abb. IV.7-1 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines derartigen Getriebeprüfstands.



Abb. IV.7-1: Getriebeprüfstand mit Drehstromantrieben zur Verbrennungsmotorsimulation und zur Belastung (Quelle: UNICO Deutschland)

Wegen der beim Verbrennungsmotor auftretenden Drehmomentpulsation, die bei hoher Motordrehzahl durchaus im Frequenzbereich von mehreren hundert Hertz liegen kann, und wegen der Proportionalität zwischen dem Drehmoment des Drehstrommotors und der es verursachenden Statorstromkomponente ist beim einzusetzenden Drehstromantrieb eine hochdynamische Stromregelung erforderlich. Darüber hinaus wird noch eine Drehzahlregelung benötigt, damit die Drehzahl der Prüfstandmotoren auf den gewünschten Wert ein-

gestellt werden kann. Um zu erforschen, welche Dynamik insbesondere im Bereich der Statorstromregelung erreicht werden kann, wurde im Labor für elektrische Antriebe und Leistungselektronik der Hochschule Offenburg ein leistungsreduzierter Prüfstand unter Verwendung von Asynchronmaschinen aufgebaut, mit dem die Funktionsweise des oben beschriebenen Getriebeprüfstands nachgebildet werden kann [2]. Wie die dort implementierten Regelkreise strukturiert sind und wie damit ein realitätsnahes Drehmomentverhalten eines Verbrennungsmotors in Echtzeit erzeugt werden kann, wird im vorliegenden Beitrag erläutert.

2. Vereinfachtes Modell eines Verbrennungsmotors

Die Grundlage für die Modellbildung eines Verbrennungsmotors ist die in Abb. IV.7-2 dargestellte Prinzipdarstellung der geometrischen Abhängigkeiten der Kolbenbewegung. Darin bezeichnet x die Position des Kolbens, φ den Kurbelwellenwinkel, r den Kurbelwangenradius, l die Länge der Pleuelstange und x_0 die Kolbenposition beim Kurbelwellenwinkel $\varphi = 0$. Die bewegte Masse des Kolbens wird im Folgenden mit m_{osz} bezeichnet.

Für die Abhängigkeit des zurückgelegten Kolbenwegs vom Kurbelwellenwinkel erhält man aus Abb. IV.7-2 die Beziehung [3]

$$x(\varphi) = x_0 + r \cdot (1 - \cos \varphi) + l - \sqrt{l^2 - r^2 \sin^2 \varphi} \quad (1)$$

geregelt. Eine schnelle Stromregelung sorgt demnach auch für eine schnelle Drehmenteinprägung. Um ein möglichst optimales Stromeinschwingverhalten zu erhalten, wird als Stromregler ein zeitdiskret arbeitender Zustandsregler verwendet. Mit ihm lassen sich alle Freiheitsgrade ausschöpfen, die bei einem linearen Reglerentwurf zur Verfügung stehen. Als Verfahren zur Bestimmung geeigneter Reglerparameter wird dabei das Polvorgabeverfahren [5] verwendet, ergänzt um eine zweckmäßige Vorfilterfestlegung [6].

Die Stromregelung selbst erfolgt in einem rotierenden Koordinatensystem, das mit der Winkelgeschwindigkeit ω_s des Rotorflussraumzeigers $\underline{\Psi}'_r$ (bei einer Asynchronmaschine) bzw. des Polradflussraumzeigers $\underline{\Psi}'_p$ (bei einer permanentmagnetenerregten Synchronmaschine) umläuft. Die x-Achse dieses Koordinatensystems, die sogenannte d-Achse, zeigt in die Richtung des Rotorfluss- bzw. Polradflussraumzeigers. Die dazu orthogonale y-Achse wird q-Achse genannt. In diesem d-q-Koordinatensystem lassen sich alle im System auftretenden Raumzeiger in entsprechenden d- und q-Koordinaten darstellen.

Um wirklich alle Freiheitsgrade beim Reglerentwurf auszuschöpfen, wurde bei diesem Projekt erstmals eine achsensymmetrische Stromregelung [7] implementiert. Denn während die Reglerückführkoeffizienten für die jeweiligen d- und q-Koordinaten zwecks Vereinfachung der Reglerberechnung gewöhnlich bis auf das Vorzeichen gleich groß gewählt werden, sind im hier beschriebenen Projekt unterschiedlich große Koeffizienten zugelassen. Dadurch ergeben sich neue Freiheitsgrade hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen Schnelligkeit, Parameterempfindlichkeit und Geräusentwicklung der Regelung. So kann beispielsweise der Statorstromquerkomponente $i_{s,q}$ wegen der Proportionalität zum Drehmoment eine höhere Dynamik zugewiesen werden als der Statorstromlängskomponente $i_{s,d}$, die das Drehmoment in direkter Weise nicht beeinflusst, aber dennoch mitverantwortlich für die mit zunehmender Dynamik anwachsende Geräusentwicklung ist. Auf diese Weise gelang es, der drehmomentbildenden Statorstromquerkomponente $i_{s,q}$ eine endliche Einstellzeit von zwei Abtast-

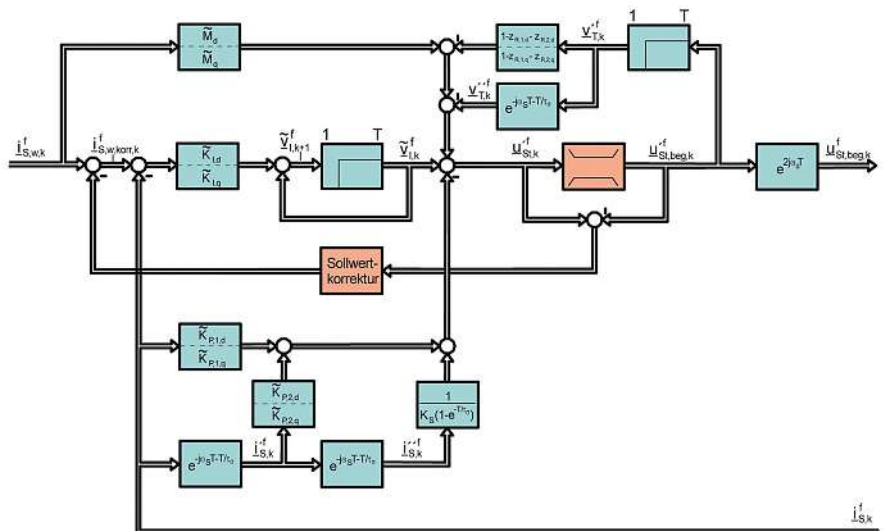


Abb. IV.7-4: Strukturbild des im rotierenden d-q-Koordinatensystem implementierten achsensymmetrischen zeitdiskreten Statorstromzustandsreglers

schritten aufzuprägen, während der für die Flussbildung zuständigen Statorstromlängskomponente $i_{s,d}$ ein asymptotisches Einschwingverhalten zugewiesen wurde. Zur Illustration der Funktionsweise des so entworfenen Stromzustandsreglers zeigt Abb. IV.7-4 dessen Strukturbild.

Die darin auftretenden Größen $i_{s,w}$ und i_s kennzeichnen den Statorstromsoll- bzw. -istwertraumzeiger, während $u_{st,beg}$ der auf den Maximalbetrag begrenzten Stellgrößenraumzeiger (auf eine Schaltperiode bezogener Mittelwert des Statorspannungsraumzeigers) ist. Der hochgestellte Index „f“ gibt an, dass sich die jeweiligen Raumzeigerkoordinaten auf das rotor(fluss)feste d-q-Koordinatensystem beziehen. Der bei Raumzeigern verwendete Index k ist dagegen ein Zeitindex, der die aktuelle Nummer des jeweiligen Abtastzeitpunkts markiert. Die übrigen, in Abb. IV.7-4 enthaltenen Größen sind reglerinterne Raumzeiger oder Reglerparameter, deren Bedeutung [7] entnommen werden kann.

Wie im Abschnitt 1 bereits erwähnt wurde, ist neben dem Stromregler auch noch ein Drehzahlregler erforderlich, der dafür sorgt, dass die Drehzahlen der Prüfstandsmotoren einem vorgegebenen Sollwert, der im Folgenden mit n_w bezeichnet wird, folgt. Da diesbezüglich keine all zu hohen Anforderungen an die Dynamik der Drehzahlregelung gestellt werden, reicht hierfür ein gewöhnlicher PI-Regler aus. Seine Ausgangsgröße entspricht einem Drehmomentsollwert. Sie wird deshalb im einfachsten Fall dem Simulationsmodell des Verbrennungsmotors direkt in Form des gewünschten Verbrennungsmotordrehmoments \bar{M}_{VM} zugeführt. Im Simulationsmodell wird daraus ein pulsierendes Drehmoment erzeugt, das der

Summe $\sum_{i=1}^z M_{z,i}$ der einzelnen Drehmo-

mente eines Zylinders entspricht. Wegen der Proportionalität zwischen Drehmoment und Statorstromquerkomponente wird dieses Summendrehmoment über ein Divisionsglied, in dem der Ein-

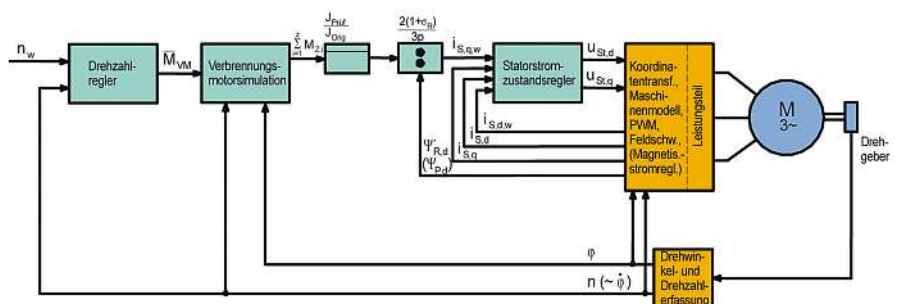


Abb. IV.7-5: Blockschaltbild der regelungsrelevanten Komponenten einer Verbrennungsmotorsimulation an einem Getriebepfand

fluss des Rotor- bzw. Polradflusses auf die Drehmomentbildung berücksichtigt wird, dem Statorstromregler als Führungsgröße $i_{s,q,w}$ für die Statorstromquerkomponente zugeführt. Das beschriebene Divisionsglied enthält außerdem noch einen Anpassfaktor zur Berücksichtigung von Trägheitsmomentunterschieden zwischen Verbrennungs- und Drehstrommotor. Zur Veranschaulichung obiger Zusammenhänge zeigt Abb. IV.7-5 das Übersichtsblockschaltbild der verschiedenen, an der Verbrennungsmotorsimulation beteiligten Regelkreise.

4. Messergebnisse

Zur Veranschaulichung, welche Dynamik mit dem implementierten, auf endliche Einstellzeit in der q-Achse entworfenen Statorstromzustandsregler erreicht werden kann, zeigt Abb. IV.7-6 den auf den Nennwert bezogenen Verlauf des abgetasteten Querstromsoll- und -istwerts einer Asynchronkäfigläufermaschine des Laborprüfstands während des Beschleunigungsvorgangs eines simulierten 4-Zylinder-Dieselmotors bei einer Anfangsdrehzahl von ca. 800 min^{-1} . Wegen der Proportionalität zwischen Querstrom und Drehmoment repräsentiert der Verlauf des Querstromistwerts zugleich den Verlauf des vom Verbrennungsmotor erzeugten Drehmoments. Zur Anpassung der Verbrennungsmotorparameter an die im Labor zur Verfügung stehende Asynchronmaschine wurde das errechnete Verbrennungsmotordrehmoment um den Faktor 100 reduziert.

Wie die Abb. IV.7-6 erkennen lässt, eilt der Querstromistwert seinem Sollwert um einen ziemlich konstanten Zeitversatz nach. Eine genaue Analyse ergibt, dass dieser Zeitversatz zwei Abtastintervalle des Stromreglers beträgt. Dieser Wert stimmt mit der kürzest möglichen Reaktionszeit des Stromregelkreises auf Querstromsollwertsprünge überein, was darauf hinweist, dass das Ziel des Reglerentwurfs erreicht wurde.

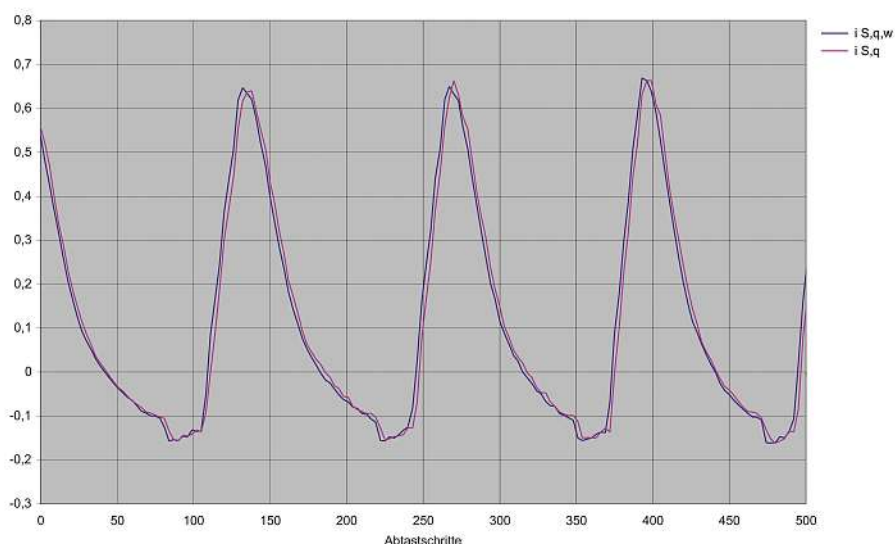


Abb. IV.7-6: Bezogener Verlauf des Querstromsoll- und -istwerts einer Asynchronkäfigläufermaschine bei der Simulation eines 4-Zylinder-Dieselmotors während der Beschleunigung.

Literatur

- [1] Nicola, A.; Rosenberger, J.; Nemeth, G. und Sauer, B: Verbrennungsmotoren hochdynamisch simuliert. *Antriebstechnik* 43 (2004), S. 62–65.
- [2] Yin, R.: Nachbildung verbrennungsmotorspezifischer Bewegungsprofile an einem Prüfstand mit Hilfe einer frequenzumrichter gespeisten Drehstrommaschine. Diplomarbeit, Hochschule Offenburg, 2006.
- [3] Beuschel, M.: Neuronale Netze zur Diagnose und Tilgung von Drehmomentschwingungen am Verbrennungsmotor. Dissertation, Technische Universität München, 2000.
- [4] Vibe, I. I.: *Brennverlauf und Kreisprozess von Verbrennungsmotoren*. VEB Verlag Technik, Berlin, 1970.
- [5] Föllinger, O.: *Lineare Abtastsysteme*. 2. Auflage. München, Wien: Oldenbourg, 1982.
- [6] Nuß, U.: Mehrfachabtastender Stromzustandsregler für höchste dynamische Anforderungen. Tagungsband SPS/IPC/Drives, Nürnberg, 2004, S. 665–675.
- [7] Nuß, U.: Achsenunsymmetrische Stromzustandsregelung mit Dead-Beat-Verhalten nur in der drehmomentbildenden Stromkomponente. Tagungsband SPS/IPC/Drives, Nürnberg, 2006, S. 493-503.

> Wir forschen für Ihren Erfolg!



IMAGING
CREATIV TEAM



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!

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



Firmengruppe

Umformtechnik.. ...interes SANDER

Sander Umformtechnik
GmbH & Co. KG
Reiersbacher Straße 34
77871 Renchen-Ulm
Telefon: 07843 / 705-0
Telefax: 07843 / 705-19
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 und Diplomanden/innen.

Studenten/innen verschiedenster Studiengänge bieten wir immer wieder interessante Aufgaben und Projekte in verschiedenen Unternehmensbereichen an.

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 Problemlösungen

www.sander-metall.de

INNOVATIVE
TECHNOLOGIE
WELTWEIT



Membranpumpentechnologie 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
- Reprötechnik
- 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

im Kabelkanal K08
und über Astra Digital



zuhaus
im
fernsehen

»Guten Abend Südbaden
das Nachrichtenmagazin
stündlich ab 18 Uhr

»Sport
Bundesliga und mehr
montags stündlich ab 18.30 Uhr

»Vital
das Gesundheitsmagazin
dienstags stündlich ab 18.15 Uhr

»Schöner Leben
das Wohlfühlmagazin
donnerstags stündlich ab 18.20 Uhr

»Pawellek fragt nach
der regionale Talk
donnerstags stündlich ab 18.45 Uhr

www.tv-suedbaden.de

Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Rahmen der Beteiligung der HS Offenburg am internationalen Shell ECO Marathon

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Hochberg

Badstr. 24
77652 Offenburg
Tel. 0781 205-220
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 und Grundlagenfächer des Maschinenbaus



IV.8 Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Rahmen der Beteiligung der HS Offenburg am internationalen Shell ECO Marathon

Prof. Dr. Ulrich Hochberg

Die Hochschule Offenburg hat 2006 das sparsamste deutsche Fahrzeug mit Brennstoffzellenantrieb entwickelt. Im Shell-Eco-Marathon in Nogaro (Frankreich) legte das Team umgerechnet 2607 km mit dem Energieinhalt (unterem Heizwert) von 1 Liter Superbenzin zurück. Der Energieträger war Wasserstoff. In einer PEM-Brennstoffzelle wurde der Wasserstoff katalytisch unter Gewinnung elektrischer Energie verbrannt. Der Antriebsmotor war ein selbst entwickelter Elektromotor, der komplett mit Ansteuerlektronik im Hinterrad integriert war. Für diesen Motor wurde das Team mit dem 1. Innovationspreis von Bosch ausgezeichnet. Finanziell unterstützt werden die Arbeiten vom E-Werk Mittelbaden, die Untersuchungen des transienten Verhaltens der Brennstoffzelle waren finanziert vom IAF der Hochschule Offenburg. Zahlreiche Professoren und Angestellte der Fakultäten Maschinenbau und Verfahrenstechnik sowie Elektrotechnik und Informationstechnik haben durch ihre aktive Unterstützung zum Gelingen des Projektes beigetragen.

Im Folgenden werden die FuE-Arbeiten, die im Rahmen dieses Projektes durchgeführt wurden, kurz vorgestellt.

IV.8.1 Berechnung und Optimierung eines Radnabenmotors

Nils-Malte Jahn

Voruntersuchungen haben gezeigt, dass ein bürstenloser Gleichstrommotor (brushless DC motor) für den Anwendungsfall „Schluckspecht“ den höchsten Wirkungsgrad verspricht [1]. Zur Vermeidung von Getriebeverlusten sollte ein Radnabenmotor entwickelt werden, der im Hinterrad integriert wird.

Die Verluste eines Motors setzen sich im Wesentlichen zusammen aus

- Wirbelstromverlusten,
- Ummagnetisierungsverlusten,
- Ohmschen Verlusten,
- Mechanischen Verlusten.

Ein Wirbelstrom entsteht dann, wenn ein elektrischer Leiter sich in einem sich zeitlich veränderndem Magnetfeld befindet. Durch Auswahl nicht leitender Werkstoffe ist vermeidbar, dass Wirbelströme in Rotor und Stator auftreten. Die Wicklung des Motors muss sich jedoch zwangsläufig im Bereich der Magnetfelder befinden, und Wirbelstromverluste sind hier unvermeidlich.

Wirbelstromverluste in runden elektrischen Leitern lassen sich näherungsweise berechnen gem. [2]

$$P_W = \frac{\pi \cdot B^2 \cdot \omega^2 \cdot R^4 \cdot l}{8 \cdot R_{spez}}$$

B: Amplitude der sich zeitlich sinusförmig ändernden magnetischen Flussdichte senkrecht zum Leiter

- ω : Frequenz der magnetischen Flussdichte
- R:** Radius des runden elektrischen Leiters
- l:** Länge des elektrischen Leiters
- R_{spez} : Spezifischer elektrischer Widerstand des Leiters

Beim Einsatz von HF-Litze können Wirbelstromverluste minimiert werden, da der Radius des Leiters in der 4. Potenz in die Wirbelstromverluste eingeht.

Ummagnetisierungsverluste können durch Auswahl nicht magnetisierbarer Materialien praktisch vollständig vermieden werden.

Ohmsche Verluste sind nicht vermeidbar, sie können minimiert werden durch Wicklungen mit entsprechend kleinem Innenwiderstand.

Mechanische Verluste können durch Auswahl entsprechender Bauteile minimiert werden. Die mechanischen Verluste setzen sich zusammen aus Verlusten infolge des lastabhängigen Reibmomentes und des lastunabhängigen Reibmomentes.

Der Anordnung der Magnete kommt eine besondere Bedeutung zu. Das größte Magnetfeld kann erzielt werden, wenn die Magnete entsprechend der von dem amerikanischen Physiker K. Halbach vorgeschlagenen Ausrichtung angeordnet werden:

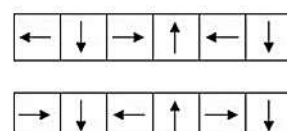


Abb. IV.8.1-1.: Schematische Ansicht einer idealen Halbach-Magnetanordnung

Das Magnetfeld ist hier zwar besonders hoch, jedoch ist die Fertigung eines Motors mit so angeordneten Magneten konstruktiv aufwändig.

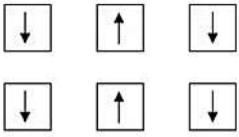


Abb. IV.8.1-2.: Schematische Ansicht einer klassischen Magnetanordnung

Üblicherweise werden in beiden Fällen die Magnete auf magnetisierbaren Werkstoffen („Rückschlussblech“) angebracht, dies bewirkt eine Verstärkung des Feldes. Bezüglich der Leistungsfähigkeit beider Systeme erzeugen die nach Halbach angeordneten Magnete zweifellos das höhere Magnetfeld. Die Halbachanordnung ohne Rückschlussblech ist unwesentlich besser als die klassische Anordnung mit Rückschlussblech. Da das Rückschlussblech darüber hinaus auch eine gute Möglichkeit der Montage bietet, wurde eine klassische Anordnung mit Rückschlussblech gewählt.

In der Arbeit wurden verschiedene Konzepte untersucht. Nicht immer war der Einfluss einer Modifikation auf den Wirkungsgrad unmittelbar zu erkennen. So bewirkt beispielsweise eine Erhöhung des Magnetfeldes eine Vergrößerung der Back-EMF, was zu einer Verminderung des Stroms und damit der Ohmschen Verluste führt (bei gleicher Leistung). Gleichzeitig steigen jedoch die Wirbelstromverluste quadratisch mit der Flussdichte an. Die Wirbelstromverluste wiederum können verkleinert werden, wenn der Radius der verwendeten Drähte verkleinert wird. Aber auch hier sind technisch Grenzen gesetzt durch die Verfügbarkeit von Hochfrequenzlitzen mit kleinen Drahtdurchmessern.

Die Optimierung ergab einen Motorwirkungsgrad von über 98% bei 200W (Auslegungsbedingungen) und eine maximale Leistung von 2000W bei Nenndrehzahl.

Literatur

- [1] Schröder, W.: Nabenmotor mit hohem Wirkungsgrad, Nov. 2005, persönliche Mitteilungen
- [2] Carter, G.W.: The Electromagnetic Field in Engineering Aspects. Longmans, Green and Co Ltd, Second Edition 1967.

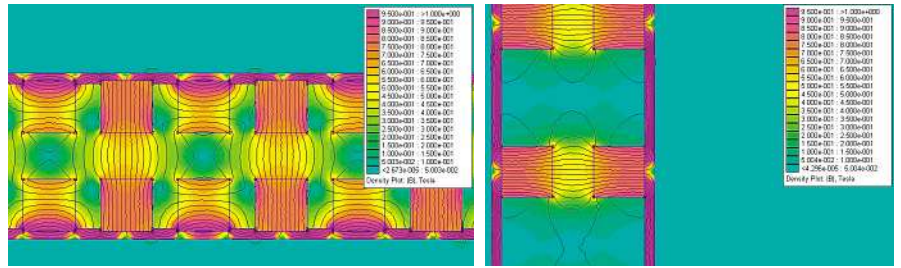


Abb. IV.8.1-3: Vergleich der Feldlinien einer Halbach-Magnetanordnung und einer klassischen Magnetanordnung

IV.8.2 Konstruktion und Fertigung eines Radnabenmotors

Nils-Malte Jahn, Viktor Ritter, Andreas Frank und Christian Bohnert

Konstruktion ebenso wie die Fertigung des Motors erfolgten an der Hochschule Offenburg. Wertvolle Anregungen und Unterstützung erfolgten durch die Firmen Walther, Fahrradbau und Köbele, Motorenbau (Hr. Gaß).

Der Motor wurde vollständig dreidimensional konstruiert, ein Bild des gefertigten Motors ist fast nicht von einem entsprechenden Ausdruck der Konstruktion zu unterscheiden.



Abb. IV.8.2-1: Konstruktionszeichnung des Motors

Besonders aufwändig war die Fertigung der Wicklung, da es für die Herstellung der Wicklung eines 36poligen, 3phasigen Motors mit 4 Windungen je Pol keine Vorlagen gab.

Es mussten daher mehrere Wickelvorrichtungen hergestellt und Testspulen gewickelt werden.



Abb. IV.8.2-2: Fertig gestellter Motor in eingebautem Zustand

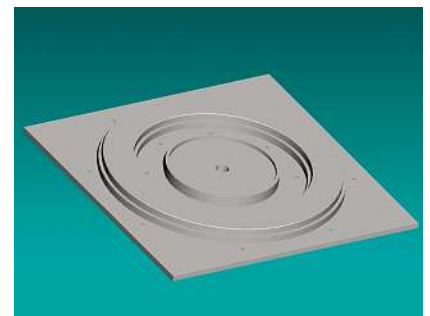


Abb. IV.8.2-3: Wickelvorrichtung



Abb. IV.8.2-4: Testspule

Im Ergebnis wurden die vorausberechneten magnetischen Flussdichten und der vorausberechnete Wirkungsgrad auf wenige Prozent genau erreicht.

IV.8.3 Entwicklung und Optimierung einer vollintegrierten Motorelektronik für einen BLDC-Radnabenmotor mit extrem hohen Wirkungsgraden

Marcel Menne

Die Motorelektronik wurde ebenfalls komplett selbst entwickelt und gefertigt.

Folgende Anforderungen sollte die Elektronik erfüllen:

- Alle Bauteile im Rad integriert,
- CAN-Ansteuerung,
- möglichst geringe Verluste,
- zunächst 2-Phasen Blockkommutierung, erweiterbar auf sinusförmige Kommutierung,
- min. 500W Leistung bei 40V Versorgungsspannung und Nenn Drehzahl,
- optimiert auf Teillast von 50W-250W.

Das Herz der voll im Motor integrierten Elektronik besteht aus zwei 8-Bit Mikrocontrollern der Firma ATMEL. Der 16MHz getaktete AT90PWM3 übernimmt die Motorkommutierung und Auswertung der Sensoren. Ein ATMEGA162 im CANDIP Modul der Firma LAWICEL wird für die CAN Kommunikation und Aufbereitung der Messdaten verwendet. Die Software wurde in C programmiert.

Die Lage-Auswertung erfolgt über drei um $3,33^\circ$ versetzte bipolare Hallensoren. Diese gewährleisten einen sicheren und ruckfreien Anlauf.

Die Leistungselektronik besteht im Wesentlichen aus je einer Halbbrücke und zwei Freilaufdioden pro Motorphase. Für die drei Halbbrücken werden besonders niederohmige n-Kanal MOSFETs der Firma IRF verwendet. Diese besitzen lediglich $4,5\text{ m}\Omega$ Drain-Source-Widerstand und erreichen Schaltzeiten von unter 100ns. Es wurde im High-Side Zweig auf p-Kanal MOSFETs verzichtet, da diese technologiebedingt höhere Durchschaltwiderstände und Schaltzeiten besitzen. Um diese jedoch durch n-Kanal MOSFETs zu ersetzen, sind spezielle Treiber nötig, die eine höhere Gatespannung zur Verfügung stellen können. Hier kommen deshalb drei Halbbrückentreiber zum Einsatz. Diese sorgen außerdem für kurze Schaltzeiten und somit geringe Schaltverluste. Über einen externen Bootstrap

Kondensator erzeugt der Treiber die nötige Gatespannung für die High-Side n-Kanal MOSFETs.

Der geringe Phasenwiderstand in Kombination mit einer geringen Induktivität hat hohe Spitzenströme während der Einschaltzeiten zur Folge. Deshalb wurde eine hohe Schaltfrequenz gewählt, um im Teillastbereich Stromspitzen in den Phasen so gering wie möglich zu halten. Zunächst wurde eine Schaltfrequenz ca. 30 kHz gewählt. Jedoch zeigte sich bei späteren Versuchen auf dem Prüfstand, dass durch eine Verdopplung der PWM-Frequenz auf ca. 60 kHz der Wirkungsgrad im Teillastbereich um ca. 2 % steigt.

Um die Verluste bei Teillast weiter zu reduzieren, wurde ein aktiver Freilauf über die MOSFETs der Halbbrücken realisiert. So fließt der Strom in der Freilaufphase nicht über die Dioden, sondern über die zusätzlich zugeschalteten, sehr niederohmigen MOSFETs.

Die Kommutierung der Phasen erfolgte zunächst durch eine 2-Phasen Blockkommutierung. Diese Art der Kommutierung ist deutlich einfacher und schneller zu realisieren. Die dadurch entstehenden Stromrippel werden über zehn integrierte low-ESR Kondensatoren mit je $1000\mu\text{F}$ abgefangen. Eine sinusförmige Kommutierung ergab überraschenderweise keine deutliche Verbesserung des Wirkungsgrades. Vermuteter Grund ist die kleine Induktivität der Spulen: auch bei sinusförmiger Kommutierung kann kein quasi-kontinuierlicher Strom aufrechterhalten werden.

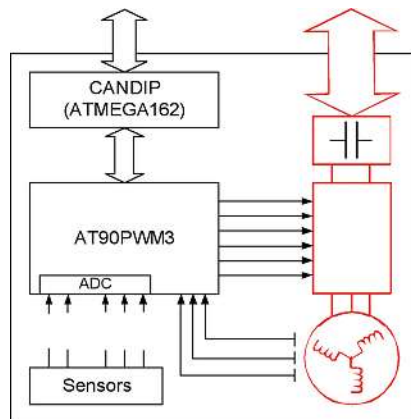


Abb. IV.8.3-1: Aufbau der Elektronik

Zur Rennauswertung und Überwachung befinden sich verschiedene Sensoren im Motor. Mit drei Temperatursensoren wer-

den Umgebungstemperatur, Wicklungstemperatur und MOSFET-Temperatur ermittelt, Versorgungsspannung und Strom werden ebenfalls gemessen. Die aktuelle Geschwindigkeit wird über die Hallensoren bestimmt. Durch diese Messdaten werden diverse Schutzmechanismen realisiert. Unter anderem erfolgt eine Notabschaltung bei Überschreitung von zulässigen Temperaturen, Spannungen und Strömen.



Abb. IV.8.3-2: Die komplette Motorelektronik ist im Inneren der Spule und damit im Inneren der Hinterradfelge angebracht

Darüber hinaus werden diese Daten über einen CAN-Bus allen weiteren Steuergeräten zur Verfügung gestellt.

IV.8.4 Numerische Untersuchung der Strömung um ein sich drehendes Rad

Boris Kubrak

In Zusammenhang mit der Neukonstruktion der Laufräder des Schluckspechts wurden verschiedene Designvarianten zur Abdeckung der Speichen in ANSYS CFX simuliert. Ziel war es, für die vorgegebene Felge eine möglichst strömungsgünstige Abdeckung der Speichen zu finden.

In Solid Edge wurden verschiedene Geometrien entworfen und in CFX exportiert. Mit CFX-Mesh wurde ein Netz finiter Volumina generiert. Mittels numerischer Verfahren ist eine genaue Auflösung der Strömung möglich. Die Simulation wurde für das drehende Rad bei 30 km/h durchgeführt.

Als Randbedingung wurde für den Einlass eine konstante Strömungsgeschwindigkeit von 30 km/h gesetzt. Als Randbedingung für den Auslass wurde ein durchschnittlicher Relativdruck von 0 Pa vorgegeben. Als weitere Randbedingung wurde für das Rad und die Fahrbahn eine Haftungsbedingung gesetzt.

Zur genaueren Auflösung der Rand-schicht wurde auf der Fahrbahn und auf der Radoberfläche eine Prismen-vernitzung gewählt. Alle Berechnungen wurden mit Turbulenzmodell SST (Shear Stress Transport) durchgeführt, das sich durch Vergleich von Messungen im Windkanal mit Rechnungen dem $k-\epsilon$ -Modell und dem reinen $k-\Omega$ -Modell als überlegen erwies.

Durch die Konstruktion der Vorderbremse ist eine relativ breite Brems-trommel erforderlich. Untersucht wur-den verschiedene Varianten von Felgenabdeckungen: Eine schmale Bau-form mit freistehender Bremsstrommel und zwei breitere Bauformen mit in die Abdeckung integrierter Bremsstrommel (siehe Abb. IV.8.4-1).

Abb. IV.8.4-1 zeigt die Umströmung der drei verschiedenen Felgendesigns in der Ansicht von oben. Die Pfeile stellen die Geschwindigkeitsvektoren dar. Die blau- en Pfeile sind Bereiche, in denen langsa- me Strömungsgeschwindigkeit herrscht, in den roten Bereichen herrschen hohe Strömungsgeschwindigkeiten.

Die rechte Radabdeckung – gewölbt und mit Bremsstrommel integriert – zeigt das beste Strömungsverhalten und den geringsten Luftwiderstand, obwohl die angeströmte Fläche hier am größten ist.

Abb. IV.8.4-2 zeigt die Umströmung in der Längsebene des drehenden Rades. Im oberen Bereich des Nachlaufs des Ra- des lässt sich eine deutliche Strömungs- ablösung erkennen (blaue Vektorpfeile).

Bei 30km/h beträgt die auf ein Rad wir- kende Rückstellkraft 0,26 N. Die Ver- lustleistung pro Rad beträgt damit ca. 2,2W, das sind etwa 44 % weniger als bei den Felgen, die bisher am Schluck- specht verwendet wurden.

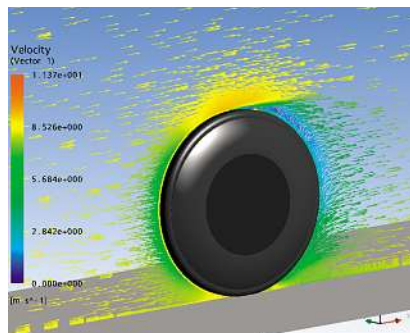


Abb. IV.8.4-2: Umströmung der Felge in der Längsebene bei 30 km/h

Die aerodynamische Verlustleistung des Gesamtfahrzeugs (bei 30 km/h) redu- ziert sich mit den neuen Felgen auf 13,5 W (-25 %), und der C_w -Wert des Ge- samtfahrzeugs ergibt damit 0,16.

IV.8.5 Experimentelle Untersuchung des transienten Verhaltens einer PEM-Brennstoffzelle bei kleinen Stromdichten

Frank Beger, Katrin Fox, Gabriel Antes

Die Spannung einer PEM-Brennstoffzelle bei kleinen Stromdichten wird bestimmt durch Aktivierungsverluste der Katalysa- toren. Meist werden Brennstoffzellen bei mittleren Stromdichten betrieben. Dieser Bereich ist durch Ohm'sche Ver- luste sowie durch Temperatur- und Kon- zentrationsprofile bestimmt und hinrei- chend gut untersucht. Im Bereich kleiner Stromdichten, wie sie auftreten, wenn die Brennstoffzelle bei besonders hohen Wirkungsgraden betrieben werden sol- len, sind Messungen des transienten Verhaltens unseres Wissens noch nicht publiziert.

Eine mögliche Verbesserung des Ge- samtwirkungsgrades ergibt sich, wenn die Brennstoffzelle in Verbindung mit einem Ultrakondensator eingesetzt wird.

Leistungsspitzen beim Beschleunigen können dann aus dem Kondensator ge- deckt werden. Zur optimalen elektri- schen Kopplung des Ultrakondensators mit der Brennstoffzelle ist es notwendig, das transiente Verhalten der Zelle zu kennen. In der vorliegenden Arbeit wur- de daher das instationäre Verhalten ei- ner PEM-Brennstoffzelle bei niedrigen Stromdichten untersucht.

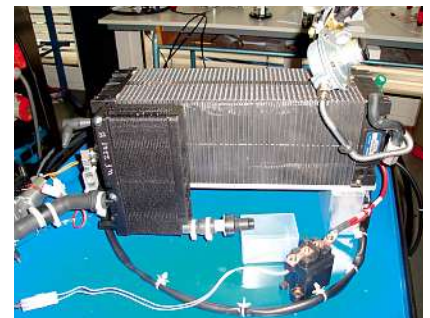


Abb. IV.8.5-1: Versuchsaufbau

Für die Versuche wurde ein kommer- zielles Brennstoffzellenmodul der Firma Ballard verwendet. Die Peripherie des Moduls wurde weitgehend entfernt. Der verbliebene Stack besteht aus 47 Zellen und ist ungekühlt. Die Reaktionsluft wird über einen Wärmeübertrager und einen Befeuchter dem Stack zugeführt. Die Wasserstoffzufuhr erfolgt getaktet quasikontinuierlich, eine Befeuchtung des zugeführten Wasserstoffes erfolgt nicht. Die Wasserstoffzufuhr und -abfuhr wurden so eingestellt, dass im- mer ausreichend Wasserstoff auf der Anodenseite zur Verfügung stand, eben- so die vorgewärmte und befeuchtete Kathodenluft. Die Belastung des Stacks erfolgte über eine eigens entwickelte elektronische Last, mit der die Zelle bei- spielsweise mit einer ohmschen Last be- lastet werden kann, die rechteckförmig schwankt.

Zur Erhöhung der Genauigkeit wurde die Spannung aller Zellen aufgenom- men und nur die mittlere Spannung aus- gewertet. Zur Plausibilitätsprüfung wur- de auch die Spannung eines Zellenpaares gemessen. Die Gesamtspannung der Zellen wurde gemessen und anschlie- ßend durch die Anzahl der Zellen divi- diert. Die so erhaltene mittlere Zellspan- nung hat eine Genauigkeit von 0,01V. Die Stromdichte wurde mit einer Ge- nauigkeit von 0,5 % gemessen.

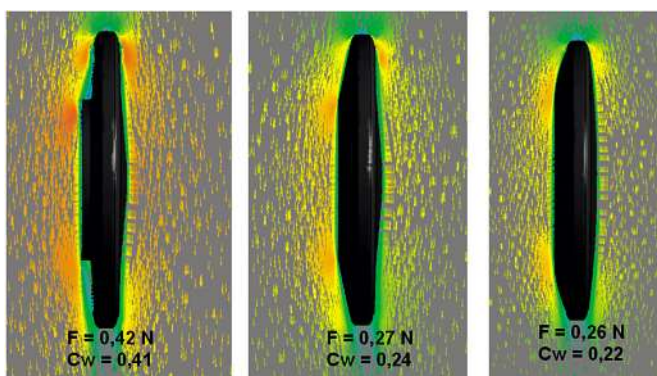


Abb. IV.8.4-1: Umströmung, Rück- stellkräfte und C_w - Werte verschiedener Raddesigns

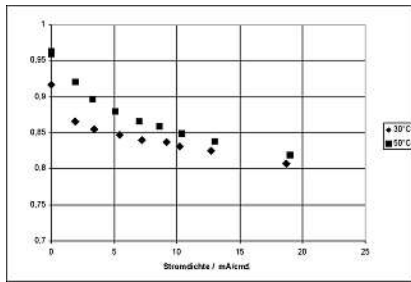


Abb. IV.8.5-2: Polarisationskurve bei kleinen Stromdichten.

Die Zellspannung steigt mit der Temperatur auch bei kleinsten Stromdichten

Vor Versuchsbeginn wurde die Zelle zunächst auf die Versuchstemperatur erwärmt. Da die Verluste des Stacks im untersuchten Bereich klein gegen die Wärmekapazität des Stacks waren, blieb die Temperatur während einer Versuchsreihe auf ca. +/- 5 K konstant. Zunächst wurden 10 Punkte der isothermen Polarisationskurve der Zellen aufgenommen.

Im nächsten Schritt wurde die Zelle mit einer ohmschen Last rechteckförmig belastet. Die mittlere Stromdichte betrug dabei 19 mA/cm². Wie zu erwarten war, nähert sich die Zellspannung bei Belastung bei hohen Frequenzen dem Wert bei konstanter Belastung. Bei niedrigen Frequenzen bricht die Zellspannung bei Belastung erheblich tiefer ein.

Die Versuchsergebnisse zeigen, dass die Gesamtwirkungsgrade der untersuchten Brennstoffzelle bei schwellender Belastung mit hohen Frequenzen höher sind als bei schwellender Belastung mit niedrigen Frequenzen.

IV.8.6 FEM-Analyse und Optimierung einer Felge

Viktor Ritter

Die Auswertungen der während des Rennens gewonnenen Messwerte ergab, dass sich die Verluste unter denen auf der Rennstrecke in Nogaro (Frankreich) anzutreffenden Bedingungen wie folgt zusammensetzen: Rollreibung ca. 2/3, aerodynamischer Widerstand ca. 1/3. Zur Verminderung der Rollreibung werden schlauchlose Radialreifen eingesetzt. Besonders klein ist die Rollreibung, wenn ein vom Hersteller vorgegebenes Felgenprofil eingesetzt wird [1]. Es ist daher sinnvoll, neue Felgen einzusetzen.

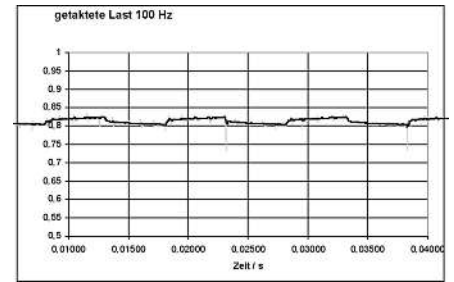
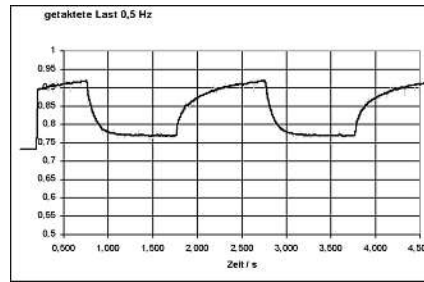


Abb. IV.8.5-3 und 4: Typischer Spannungsverlauf einer Brennstoffzelle bei rechteckförmiger Belastung, mittlere Stromdichte 19 mA/cm², bei 0,5 Hz und 100 Hz

Bei der Konstruktion der neuen Felgen waren die vorgegebenen Abmessungen einzuhalten, dabei sollte die Felge möglichst leicht sein. Im Fertigungszentrum der Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik können auch große Werkstücke bearbeitet werden. Die Fräsbahnen werden dabei unmittelbar aus der CAD-Konstruktion übernommen. Die notwendigen Dreharbeiten werden auf einer Drehmaschine der Fa. Walther Fahrradbau durchgeführt, Herr Walther gab auch wertvolle Hinweise zum fertigungsgerechten Konstruieren.

Die Festigkeitsberechnungen wurden mit dem Programmpaket ANSYS Multiphysics durchgeführt. Berücksichtigt wurden dabei statische und dynamische Kräfte bei der Kurvenfahrt. Eine gitternetzunabhängige Lösung ergab sich bereits bei ca. 100.000 Knoten.

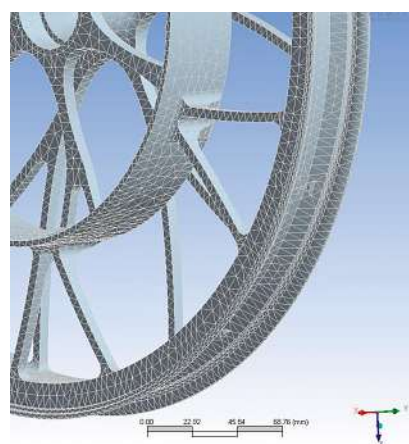


Abb. IV.8.6-1: Rechenetz der FEM Berechnung eines Laufrads des Schluckspecht Fahrzeugs (Elementanzahl: 56219, Knotenanzahl: 110507)

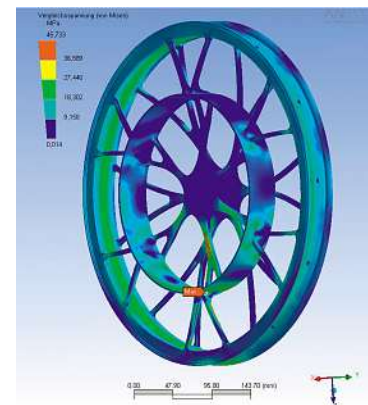


Abb. IV.8.6-2: Mises-Vergleichsspannung eines Laufrads bei Kurvenfahrt. Blau stellt die minimal und rot die maximal auftretende Gestaltänderungsenergie dar

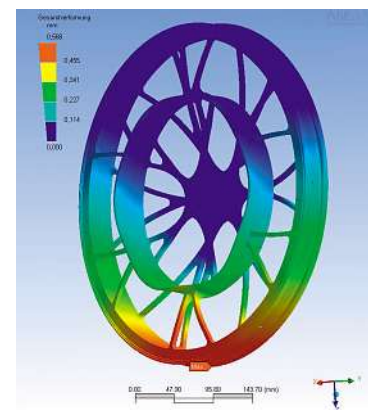


Abb. IV.8.6-3: Gesamtverformung eines Laufrads bei Kurvenfahrt. Blau stellt die minimal und rot die maximal auftretenden Verformungen dar. Die Verformung ist vergrößert dargestellt

Details der Fertigung werden zurzeit im Labor für Fertigungstechnik der Hochschule geklärt. Vermutlich können auch die aufwändigen elliptischen Einzelsegmente komplett an der Hochschule hergestellt werden.

[1] Goux, M.C.: Michelin Tyres and Rims Characteristics, Prototyp Vehicles.



Segeln Sie mit uns in Ihre Zukunft



Wer zu uns kommt, arbeitet für die bekanntesten Marken und die besten Adressen der deutschen Wirtschaft. Denn walter services ist ein branchenübergreifender, europaweit agierender Spezialist für das Outsourcing von Prozessen.

Mit über 7.000 Mitarbeitern gehören wir im Bereich Business Prozess Outsourcing und Call Center Dienstleistungen zu den führenden Anbietern im europäischen Markt. Unseren Mitarbeitern eröffnet sich ein ungewöhnlich dynamisches Arbeitsumfeld mit ständig neuen beruflichen Herausforderungen. Von einer Ausbildung mit Perspektive bis zur Karriere mit Führungsqualitäten: unser stetiges Wachstum und flache Hierarchien bieten Ihnen ausgezeichnete Möglichkeiten, Ihre Ideen in die Tat umzusetzen.

Was wollen Sie bewegen? Sagen Sie es uns:

0781-964 99 90

walter services TeleMedien GmbH
Gutenbergstraße 2 · 77746 Schutterwald
E-Mail: job.wstm.s@walterservices.com

www.walterservices.com



Ultra-produktiv

Protostar Ultra Fräswerkzeuge für die Hartbearbeitung

- Produktivitätssteigerung durch spezielle Geometrie und Beschichtung
- Hervorragende Oberflächenqualität bei höherer Standzeit
- HPC-Schuppen mit maximalen Abtragsraten bei geringer Bearbeitungszeit

www.titex-prototyp.com



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
Erfinder schätzen unser langjähriges Know-how, das ihrer Erfindung die beste Chance gibt.

Wirtschaft
Unternehmen sichern sich ihre technologische Führerschaft durch marktorientierte Patente.

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



Technologie-Lizenz-Büro
der Baden-Württembergischen Hochschulen GmbH

Black Forest Team-Event in Hockenheim

Prof. Dr.-Ing. Heinz-Werner Kuhnt

Badstr. 24
77652 Offenburg
Tel. 0781 205-239
E-Mail: h.w.kuhnt@fh-offenburg.de

1955: Geboren am 27.7. in Darmstadt, Studium des Maschinenbaus an der Universität Kaiserslautern
Stationen des beruflichen Werdeganges waren Keiper-Recaro in Rockenhausen, die BMW Motorenentwicklung, wobei im besonderen die Themenbereiche Motor- und Fahrzeugkühlung sowie die Leistungsentwicklung im Vordergrund standen
Nach dem Wechsel zur TU Darmstadt zum Zwecke der Promotion und einer Tätigkeit im Auftrag der AVL in Novi, Michigan, USA, tätig in den Bereichen Kraft- und Arbeitsmaschinen, Kolbenmaschinen und Fahrzeugtechnik an der Hochschule Offenburg



Schwerpunkte der Forschungstätigkeit sind derzeit: Sondermotoren (Zweitakt-, Viertakt-, Rotationskolbenmotoren) für Gartengeräte, Aggregate, Flugzeuge und Motorsportanwendungen, thermodynamische und gasdynamische Optimierung von Motorprozessen, Prozesssimulation, Entwicklung und Applikation von Motorsteuerungssystemen

IV.9 Black Forest Team-Event in Hockenheim

Prof. Dr. Heinz-Werner Kuhnt, Eduard Trautmann und das Black Forest Formula Student Team

Im Jahr 2006 absolvierte das Black Forest Formula Team der Hochschule Offenburg die zweite Saison im Formula Student Konstruktionswettbewerb. Zum ersten Mal wurde ein Event der Formula Student in Deutschland ausgetragen. Als Austragungsort bot der Hockenheimring nicht nur eine stilechte Kulisse, er war auch perfekt für den Event aufgrund seiner logistischen Vorteile.

Beim Event in Hockenheim debütierte das BFF Typ 02 Auto des Teams. Das Fahrzeug unterscheidet sich gleich in mehreren Bereichen vom ersten Auto.

Im Bereich des Fahrwerks sind die meisten Änderungen zu finden. Das Team ist von der chassisseitigen Lenkeranbindung über Federelemente auf herkömmliche Gelenkköpfe umgestiegen. Diese Modifizierung wurde im Hinblick auf die Sicherheit und aus Erfahrungen beim Event Scrutineering durchgeführt.

Aufgrund des relativ hohen Fahrzeuggewichts wurden verstellbare Stoßdämpfer aus dem Kitcar-Bau verwendet, anstelle der anfangs eingesetzten Teile aus der Fahrradindustrie. Die Radträger und die Anlenkpunkte der Lenker wurden beibehalten.

Zur Gewichtsoptimierung wurde das Chassis gründlich überarbeitet und eine neue Karosserie aus GFK laminiert. Die Messung des fahrfertigen Fahrzeugs er-

gab ein Gesamtgewicht von 335 kg mit allen Betriebsmitteln und ohne Fahrer. Das ist eine Reduzierung um rund 60 kg zum ersten Prototyp.

Für einen Teil der Gewichtsminde- rung ist die neue Bremsanlage verantwortlich. Für das neue Fahrzeug wurden extrem leichte 2-Kolben Festsättel aus dem Rennsport verwendet, die nur einen Bruchteil der alten Bremsanlage auf die Waage bringen. Das Grundkonzept der Bremsanlage blieb. Zu diesem Konzept gehören die Verstellmöglichkeit der Bremskraft zwischen der Vorder- und Hinterachse mittels Waagebalken sowie das stufenlos einstellbare Druckbegrenzungssventil für die Hinterachse. Diese Maßnahmen erlauben eine flexible An-

passung an die Gegebenheiten der Strecke, den Zustand der Reifen und die Wetterverhältnisse.

Um die Fahrdynamik besser einschätzen zu können, wurde die tatsächliche Lage des Schwerpunktes im Versuch ermittelt. Die Messung zeigte eine Verteilung der Fahrzeugmasse von 37% zu 63% zwischen Vorder- und Hinterachse. Die Höhe des Schwerpunktes von der Fahrbahn ist bei ca. 340 mm. Diese Werte beziehen sich auf die Messung ohne den Fahrer. Die Position des Fahrers hat einen großen Einfluss auf die Masseverteilung und wirkt sich im BFF Typ-02 sehr vorteilhaft auf die Lage des Schwerpunktes aus. So relativiert sich die Achslastverteilung auf einen guten Wert von 42/58.



Abb. IV.9-1: Probleme vor dem Start

Fahrzeug allgemein

Fahrzeuglänge	3055 mm
Fahrzeugbreite	1487 mm
Fahrzeughöhe	835 mm
Radstand	1950 mm
Spurweite vorne	1302 mm
Spurweite hinten	1130 mm
Gewicht ohne Fahrer	335 kg
Gewichtverteilung vorne/hinten	42/58
max. Geschwindigkeit	190 km/h
Beschleunigung 0–100 km/h	6,3 s

Antriebskonzept

Mittelmotor längs
Hinterradantrieb
Chassis
Rahmen aus Edelstahl
Verkleidung aus GFK
Crash-Box vorne aus EPP

Motor

3-Zylinder-Reihen-Otto-Motor
mit Turboaufladung von Fa. IT Compact GmbH
Hubraum 610cc
Ladeluftkühlung
Nennleistung 56 kW bei 9900min⁻¹
max. Drehmoment 61Nm bei 5400min⁻¹
Motormanagement MoTeC m800

Getriebe

von VW-Käfer
von 2 bis 4 Übersetzungen
Magnesium- Gehäuse

Fahrwerk

Einzelradaufhängung
doppelte Dreiecksquerlenker
zahlreiche Verstellmöglichkeiten
durch optionale Befestigungspunkte
bzw. Austauschkonsolen
verstellbare Sportstoßdämpfer
Radträger aus hochfestem Aluminium

Bremsen

Ø 256mm Scheiben an Vorderachse, gewichtsoptimiert
Ø 240mm Scheiben an Hinterachse, gewichtsoptimiert
2 Kolben Alu-Bremssattel rundum
Bremszylinder mit integrierten Vorratsbehältern
Einstellung im Fahrbetrieb über Waagebalken und
Druckminderungsventil (Hinterachse)

Reifen

Toyo Proxes R888 185/60 R13 vorne
Toyo Proxes R888 205/60 R13 hinten

Räder

BBS 6,0x13 ET10,8 vorne
BBS 8,0x13 ET10,8 hinten

Tab. IV.9-1: Technische Daten des Rennwagens

Die Schwerpunkthöhe verringert sich dabei unwesentlich. Dieses Ergebnis wird bei der Gestaltung der Fahrerposition für den Rennwagen der Saison 2007 mitberücksichtigt, wobei eine Grenze durch das sich ergebende Sichtfeld für den Fahrer besteht.

Der Wettbewerb in Hockenheim verlief für das Team weniger erfreulich. Der einsetzende Regen hat am Samstag die Teilnahme an den Vortests für den dynamischen Teil des Events vereitelt. Unzählige Versuche, den Motor zu starten, blieben erfolglos. Erst am Sonntagvormittag gelang es dem Team, den Antrieb zum Leben zu erwecken, und so konnten die nötigen Voraussetzungen doch noch erfüllt werden. Dabei wurde jedoch das Zeitfenster für die dynamischen Events verpasst. So hat sich das Black Forest Formula Team auf dem 33. Platz im Gesamtklassement wieder gefunden.

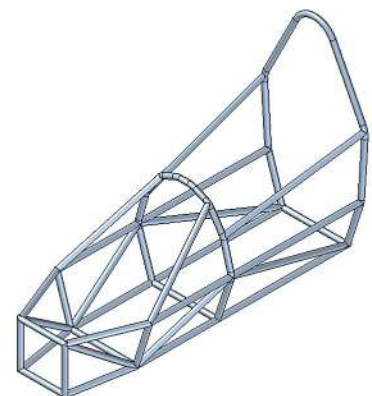


Abb. IV.9-2: Chassis 2007

Zum jetzigen Zeitpunkt befindet sich das Black Forest Formula Team in der Konstruktions- und Vorbereitungsphase. Einige Teile des neuen Renners sind bereits in Fertigung.

Das neue Auto wird erneut auf einem Gitterrohrrahmen aufgebaut. Als Material für die Rohre setzt das Team wieder auf Edelstahl. Die Festigkeitsvorteile von hochfesten und teureren Stählen spielen wegen Reglementvorgaben bei den Querschnitten in diesem Fall eine untergeordnete Rolle. Das Rohrmaterial für das Chassis stellt uns freundlicherweise auch dieses Mal die Fa. Fischer Edelstahlrohre aus Achern. Um weiteres Material einzusparen, übernimmt das Lenkgetriebe die Abstützfunktion in Querrichtung.

Für den Fahrer wird eine speziell angepasste Sitzform aus aufgeschäumtem Kunststoff angefertigt. Diese Möglichkeit bietet die beste Seitenführung des Fahrers bei gleichzeitiger Flexibilität beim Einsatz von mehreren Fahrern, was im Reglement zwingend vorgeschrieben ist.

Im Zuge der Gewichtsreduzierung wird der Motor mittels eines Hilfsrahmens aus Leichtmetall mit dem Überrollbügel verschraubt. Der Hilfsrahmen dient gleichzeitig als Träger für den Tank und andere Bauteile im Bereich des Motors.

Das Konzept für das Fahrwerk ist weitgehend das Gleiche wie beim Vorgänger. Zurzeit findet eine Optimierung der Fahrwerk-Kinematik mit Hilfe einer Simulationssoftware von IPG statt. Das Software Packet, das von IPG allen Formula Student Teams bei Bedarf zur Verfügung gestellt wird, erlaubt neben der reinen Auswertung des Verhaltens der Räder beim Aus- bzw. Einfedern auch eine dynamische Simulation des Fahrzeugs auf einer vordefinierten Strecke.

Der Antriebsstrang des aktuellen Fahrzeugs wird wieder übernommen. Die Kombination aus längs eingebautem Motor vor der Hinterachse und dem Getriebe des VW Käfers möchte das Team, trotz oftmals in der Formula Student eingesetzten, quer eingebauten, Motorradmotoren und Kettentrieb, nicht aufgeben.

Das Team ist auch dieses Mal auf die Unterstützung aus der Industrie angewiesen, um das ehrgeizige Projekt realisieren zu können. Die Ergebnisse, die das Team bislang erbracht hat, sind dieser Unterstützung zu verdanken. Das Black Forest Formula Team möchte sich bei allen Sponsoren herzlich bedanken und hofft auf eine erfolgreiche Zusammenarbeit in der Zukunft. Speziell geht der Dank an die Angestellten der Hochschule Offenburg, die uns in vielen Bereichen tatkräftig geholfen haben.



Abb. IV.9-3: Tilttable-Test

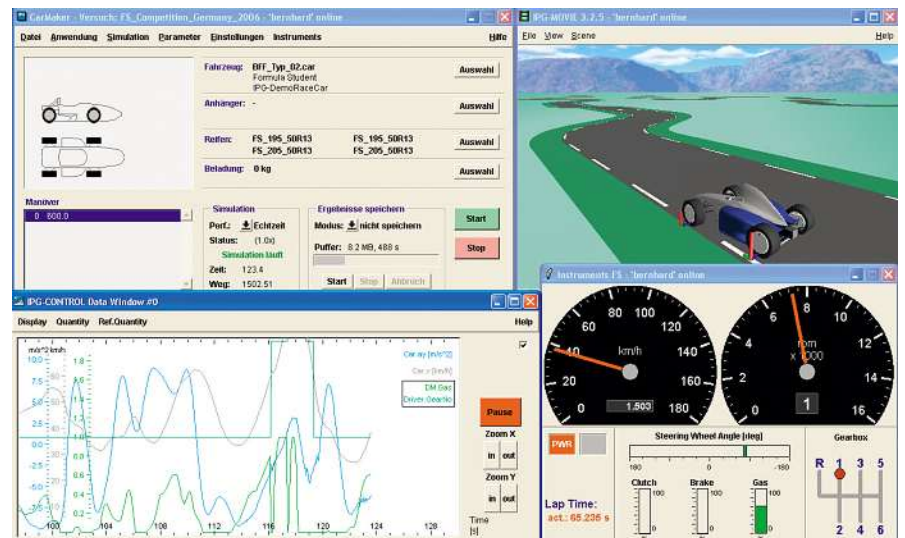


Abb. IV.9-4: Kinematik-Simulation



Abb. IV.9-5: Black Forest Formula Student Team



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

Black Forest Business Park Lahr

Direkt am Flughafen:
Gewerbeflächen
Industrieflächen
Immobilien

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

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

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

Vermietung – Vermarktung – Beratung



IGZ Raum Lahr GmbH
Europastraße 1 · D-77933 Lahr

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

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

IGZ
RAUM LAHR



OTH

GUT BERATEN

LEISTUNGEN

- Steuerberatung
- Betriebswirtschaftliche Beratung
- Unternehmensberatung
- Existenzgründungsberatung
- Treuhandwesen

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.

steuerberater@oth.de · www.oth.de

OTH Ortenauer Treuhand GmbH Kurt Lutz und Partner · Steuerberatungsgesellschaft · Kehler Straße 22 · 77694 Kehl-Marlen · Telefon 078 54/182-0
OTH Ortenauer Treuhand Engel und Schwenk GmbH · Steuerberatungsgesellschaft · Friedrichstraße 2 · 77855 Achern · Telefon 078 41/47 00

Einfluss verschiedener Pflanzenöle auf die Partikel-Emissionen von Diesel-Motoren

Prof. Dr.-Ing. Richard Zahoransky

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

1952: Geboren
1972–1977: Studium des Maschinenbaus an der Universität Karlsruhe (T.H.),
Bis 1982: Wiss. 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
1998/99: Gastprofessor an der Yale University. Mitglied verschiedener Normenausschüsse, Editor des Buches „Entwicklungstendenzen in der Energieversorgung“, Informationsschrift der VDI-GET, ISBN 3-931384-17-9, 1998
Forschungsgebiete: Strömungsmaschinen, Energietechnik, Partikelmesstechnik, Partikel/Tropfen-Entstehung und Wachstum, Nicht-Gleichgewichts-Thermodynamik



IV.10 Einfluss verschiedener Pflanzenöle auf die Partikel-Emissionen von Diesel-Motoren

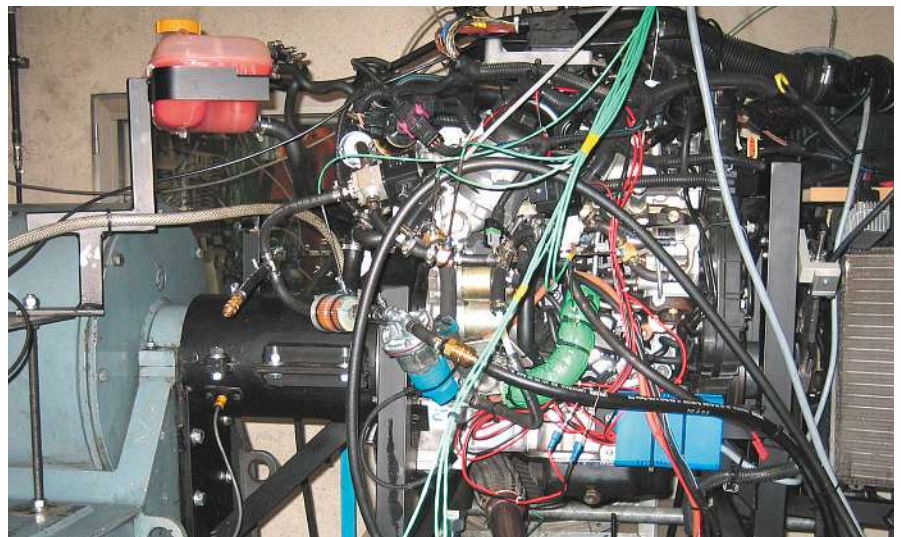
Benjamin Dorn, Christian Wehmann,
Prof. Dr. Richard A. Zahoransky

Einführung

Biologische Kraftstoffe wie Pflanzenöle und Pflanzenöl-Ester gewinnen als Diesel-Kraftstoffe an ökologischer und ökonomischer Bedeutung. Die Zusammensetzung der Bio-Kraftstoffe weicht von der konventioneller Diesel-Kraftstoffe aus Mineralölen ab, was zu anderen Verbrennungseigenschaften führt und somit auch Einfluss auf die Partikelemissionen haben wird. Normen und Richtlinien bezüglich Ausstoßes von Partikeln bei Kraftfahrzeugen geben immer schärfer werdende Grenzwerte vor, um insbesondere in großen Städten die Luftverschmutzung in Grenzen zu halten.

Die Hochschule Offenburg untersucht den Partikelaustritt bei Dieselmotoren, die mit biologischen Kraftstoffen betrieben werden, wie Rapsöl, Sojaöl und andere Pflanzenöle. Der verwendete Dieselmotor, ein turboaufgeladener Common-Rail-Direkteinspritzer von 2004 (Abb. IV.10-1), der die Euro 4-Norm einhält, wird bei unterschiedlichen Drehzahlen und Lastzuständen betrieben.

Das optische Multi-Wellenlängen-Extinktionsverfahren wird zur on-line Messung der Partikelemissionen verwendet. Weitere Messverfahren wie die Druckindizierung und die Abgasanalyse dienen der Beurteilung der Qualität des Ver-



*Dieselmotor: GM OPEL CDTI ECOTEC 1.7l (2004)
turboaufgeladener Common-Rail-Dieselmotor mit Direkteinspritzung*
Nennleistung 74 kW
Nennmoment 240 Nm
Nenn Drehzahl 4400 min⁻¹

Abb. IV.10-1: Test-Motor auf dem Motorenprüfstand

brennungsvorgangs. Die Ergebnisse der Messungen werden mit Emissionen von konventionellen Dieselmotoren verglichen.

Messprinzip des Partikelmessgerätes

(Abschnitt sinngemäß aus [1] und [2] entnommen.)

Die Partikelemission wird on-line mit dem optischen Multi-Wellenlängen-Extinktionsverfahren (Long Path Multi-wavelength Extinction = LPME) unter Verwendung einer White-Zelle (Abb. IV.10-2) von 7,17 m effektiver optischer Weglänge gemessen.

Die gemessenen Abschwächungen der Laser durch das Aerosol werden über einen Algorithmus, der die Mie-Theorie als Grundlage hat, in die interessierenden Größen „Partikel-Konzentration“ und „mittlerer Partikeldurchmesser“ umgerechnet, die direkt auf einem Bildschirm angezeigt werden (Abb. IV.10-3).

Eine Besonderheit des LPME-Verfahrens ist, dass es die Größe der Primärpartikel misst anstatt die der Dieselruß-Aggregate.

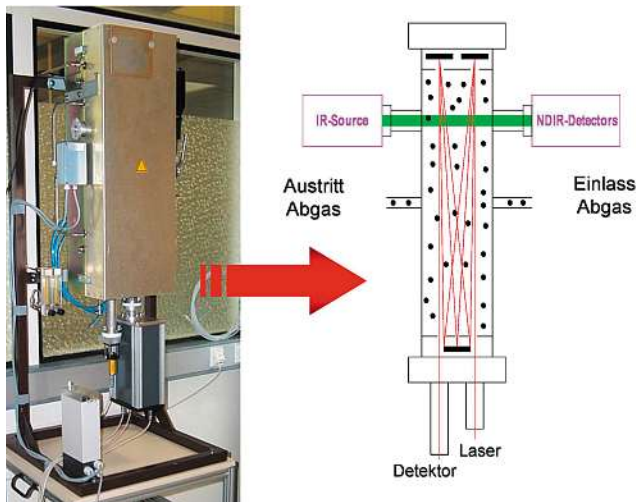


Abb. IV.10-2: White-Zelle [1]

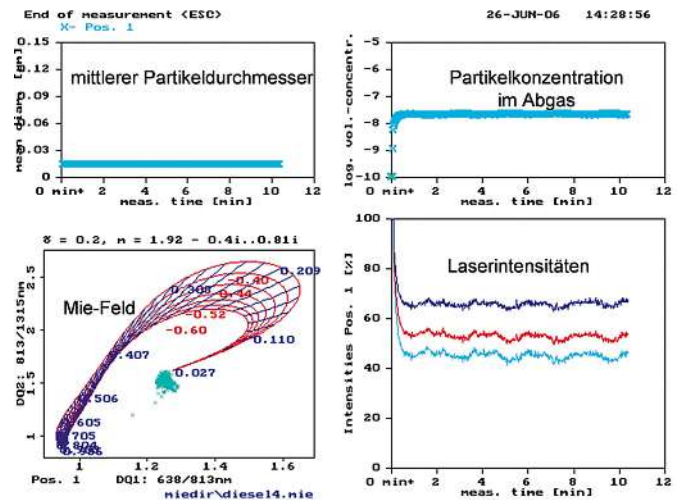


Abb. IV.10-3: LPME-Messung

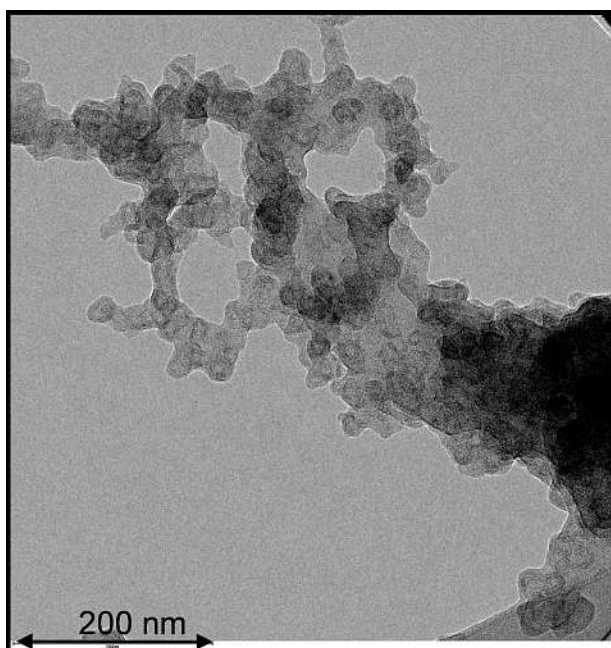
Messergebnisse

Mit dem LPME-Verfahren werden Primärpartikel unabhängig von Kraftstoff und Betriebspunkt im niederen Nanometer-Bereich zwischen 10 nm und 20 nm gemessen.

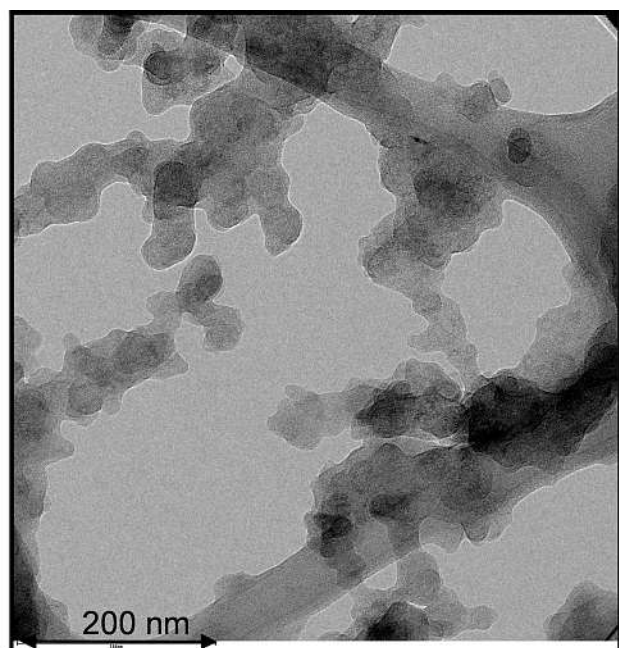
Zur Überprüfung der Messergebnisse werden Partikelproben unter dem Transmissions-Elektronen-Mikroskop (TEM) analysiert. Das Abgas wird über ein so genanntes Grid (ultrafeines Netz für TEM-Aufnahmen) geleitet, an dessen mit Kohlenstoff bedampfter Oberfläche einzelne Partikel haften bleiben.

Die Abb. IV.10-4 zeigt TEM-Aufnahmen von Rußpartikeln, die bei gleichem Betriebspunkt aus dem Abgas bei Dieselbetrieb und bei Rapsölbetrieb entnommen wurden. Die großflächigen dunklen Strukturen in den Bildern sind Teil der Kohlenstoffbeschichtung der Grids. Die rundlichen Primärpartikel sind bei Rapsöl geringfügig größer als bei Diesel. Mit dem LPME-Verfahren werden praktisch gleich große Partikel registriert. Jedoch scheint es so, dass die Primärpartikel der Rapsöl-Emissionen etwas stärker zu größeren Agglomeraten verklumpen, was bei einer weiteren Vergrößerung der

TEM-Aufnahmen deutlich wird. Unabhängig vom Kraftstoff bewirkt eine Zunahme der Last auch eine Zunahme der Konzentration an Partikeln im Abgas. Die geringste Konzentration an Partikeln im Abgas unter Vollast wird bei der Drehzahl des Nennmoments, bei 2300 min⁻¹ gemessen. Eine Erklärung hierfür ist der höhere indizierte Druck im Zylinder. Die Größe der Primärpartikel hängt stark vom Motortyp ab. Ältere Dieselmotoren mit suboptimaler Verbrennung stoßen höhere Konzentrationen von Partikeln aus, die zudem einen größeren mittleren Primärpartikeldurchmesser ha-



Ruß von konventionellem Diesel-Kraftstoff



Ruß von Rapsöl

Abb. IV.10-4: TEM-Aufnahmen der Partikel-Emissionen bei 2300 min⁻¹ / 47 kW

ben (siehe Artikel im IAF-Bericht 2006). Beim untersuchten Dieselmotor werden unabhängig von Lastzustand, Drehzahl und verwendetem Kraftstoff Partikeldurchmesser zwischen 10 nm und 20 nm gemessen, was vermutlich an den hohen Einspritzdrücken von ca. 1800 bar liegt. Dies wird durch die Elektronenmikroskop-Aufnahmen bestätigt.

Abb. IV.10-5 zeigt einen Ausschnitt (25° vor OT (oberer Totpunkt) bis 35° nach OT) der Verläufe des indizierten Druckes in einem Zylinder des Motors bei gleichem Betriebspunkt, aber mit verschiedenen Kraftstoffen. Über den Druck im Zylinder lassen sich Schlüsse auf die Qualität der Verbrennung im Hubraum ziehen und damit auch Prognosen bezüglich der Emissionen aufstellen. Interessanterweise führen Pflanzenöle zu einem höheren Verbrennungsdruck als Dieselmotorkraftstoff. Rapsöl und Sonnenblumenöl ergeben höchste Drücke.

Die Gasanalyse (Abb. IV.10-6) zeigt, dass die Verbrennung von Rapsöl nicht wesentliche Veränderungen der Gaszusammensetzung bewirkt. Auch andere Öle können somit vollständig verbrannt werden, eine Vorwärmung des Kraftstoffs vorausgesetzt. Die NOx-Emissionen sind im dargestellten Betriebspunkt bei Rapsölgebrauch etwa 15% höher. Dieser Effekt wird auch bei Verwendung anderer Pflanzenöle beobachtet. Ursache wird der höhere Gehalt von Sauerstoff im Pflanzenöl sein.

Zusammenfassung

Die Analyse der verschiedenen Messverfahren zeigt, dass trotz wesentlicher Unterschiede in den Eigenschaften der Kraftstoffe (wie beispielsweise Viskosität, Dichte und Heizwert) die Verbrennung ähnlich verläuft und die resultierenden Emissionen auch kaum Unterschiede aufweisen. Weitere Untersuchungen wie die chemische Analyse der Partikelzusammensetzung und der Ames-Test zur Feststellung der Cancerogenität der gemessenen Partikel sind im Gange.

Für die Unterstützung des Projektes durch das E-Werk Mittelbaden, die Firma Linck GM-Opel und die Badischen Drahtwerke sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Dieser Artikel beruht auf den Diplomarbeiten von Benjamin Dorn [3] und Christian Wehmann [4].

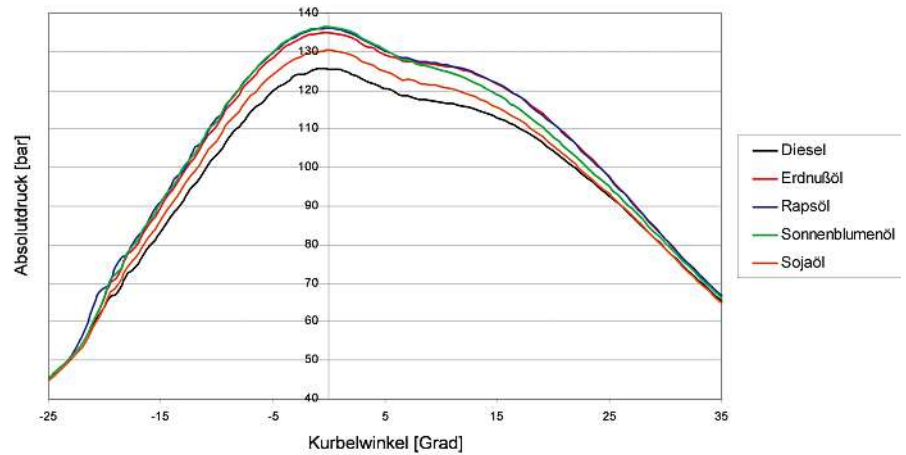


Abb. IV.10-5: Druckindizierung – Zylinderdruckverlauf bei 2300 min⁻¹ / 47 kW

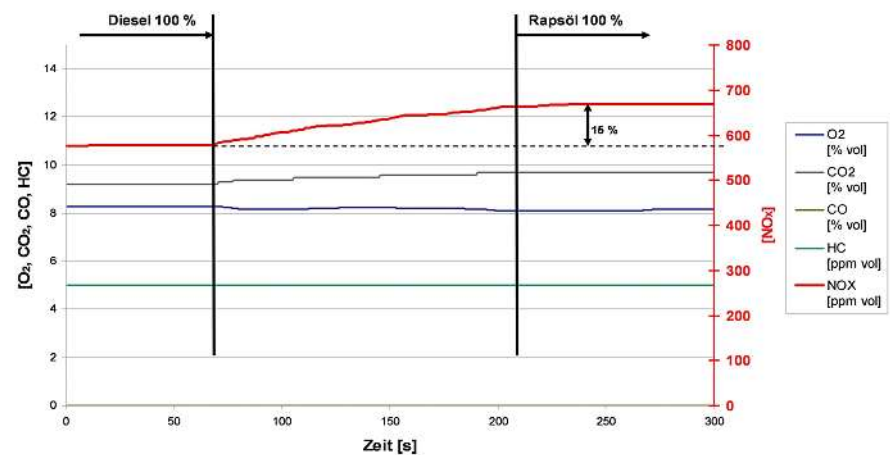


Abb. IV.10-6: Gasanalyse bei 2300 min⁻¹ / 47 kW

- [1] Zahoransky, R.; Feld, H.-J.; Dittmann, R.; Samenfink, W.; Laile, E.: Das optische Dispersionsquotienten-Verfahren für die on-line/in-situ Partikelanalyse, Beitrag in der Festschrift: Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c.mult. Sigmar Wittig, Rektor der Universität Karlsruhe zum 60. Geburtstag, Institut für Thermische Strömungsmaschinen, Universität Karlsruhe (T.H.), Februar 2000.
- [2] Nikitidis, M.S.; Konstandopoulos, A.G.; Zahoransky, R.A.; Laile, E.: Correlation of measurements of a new long optical path particle sensor against gravimetric and electrical mobility based particle measurements in Diesel exhaust, SAE-NA Technical Paper Series Nr. 2001-01-073 (2001)
- [3] Dorn, B.: Einflüsse verschiedener Kraftstoffe auf das Abgasverhalten von Dieselmotoren Diplomarbeit (2005).
- [4] Wehmann, Chr.: On-Line Partikelanalyse mittels Multi-Wellenlängen-Extinktionsverfahren im Abgas eines Common-Rail-Dieselmotors unter Verwendung verschiedener Kraftstoffe, Diplomarbeit (2006).

IV.11 Analyse und online Monitoring von Hefezellen durch Feldfluss-Fraktionierung

Prof. Dr. Richard A. Zahoransky,
Dr. James R. Kassab; D. Henrich,
D. Rauhut, FH Wiesbaden

Einleitung

Trotz vielfältiger Versuchsanstellungen gibt es bis heute noch keine überzeugende Methode, um während der Vergärung von Traubenmosten eine zeitnahe Information über den physiologischen Status der gärenden Weinhefen zu bekommen.

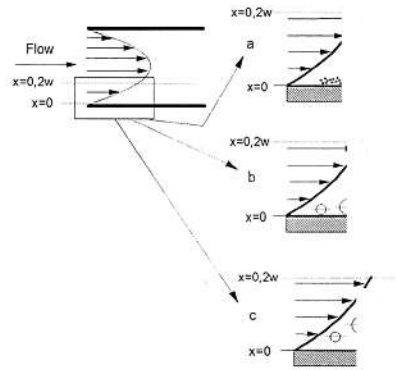
Mit Hilfe der Zellseparationstechnik „Feldfluss-Fraktionierung (FFF)“ zur Analyse und Fraktionierung von Hefezellen unterschiedlichen physiologischen Zustands (lebend, tot, apoptotisch) sollen sich anbahnende Gärstörungen rechtzeitig erkannt werden, um entsprechende Gegenmaßnahmen, wie z. B. die Dosierung vitaler gäranktiver Hefen und die Zugabe von Hefenährstoffpräparaten zu ergreifen.

Das YAFFA Projekt „Yeast Analysis by Field Flow Fractionation“ soll in einem Verbundprojekt der Hochschule Offenburg (Fachbereich Maschinenbau-Verfahrenstechnik) und der Fachhochschule Wiesbaden und in Kooperation mit der Forschungsanstalt Geisenheim, der Universität Limoges, und mehreren Betrieben der Weinbaubranche bearbeitet werden.

FFF-Techniken

Die Feldfluss-Fraktioniertechnik FFF beruht auf einer Poiseuille-Suspensionsströmung in einem dünnen Kanal von etwa 50 bis 250 µm Höhe. Diese partikelbeladene Strömung wird einem externen Feld ausgesetzt, das senkrecht zur Strömungsebene wirkt. Das Feld wirkt auf die Partikel in der Suspensionsströmung je nach **physikalischen Eigenschaften** wie Größe, Dichte, Form, etc. Dem Feld entgegen wirken die Diffusion (bei sehr kleinen Partikeln) oder die Auftriebs- bzw. andere Strömungskräfte (bei größeren Partikeln).

Die Partikel werden entsprechend der unterschiedlichen Wirkung des Feldes auf diese mehr oder weniger in Richtung „Ansammlungswandung“ des Kanals geschoben – es erfolgt eine unterschied-



Diffusionsmodus:
Große Partikel erfahren Retention.

Sterischer Modus:
Kleine Partikel erfahren Retention.

Hyperlayer Modus:
Kleine Partikel erfahren Retention.

Abb. IV.11-1: Prinzipielles Strömungsfeld in einem FFF-Kanal und die verschiedenen Elutions-Moden (Diffusionsmodus, Sterischer und Hyperlayer Modus) [1]

liche Positionierung der Partikel in der Höhe des Strömungskanales, so dass die unterschiedlichen Partikel verschiedenen Strömungsgeschwindigkeiten ausgesetzt sind. Abb. IV.11-1 zeigt das Strömungsfeld mit Partikeln und die schematische Darstellung der Elutionsmoden.

An der Hochschule Offenburg soll zusätzlich noch die symmetrische FFF-Technik und die asymmetrische FFF eingesetzt werden (Details in [1]).

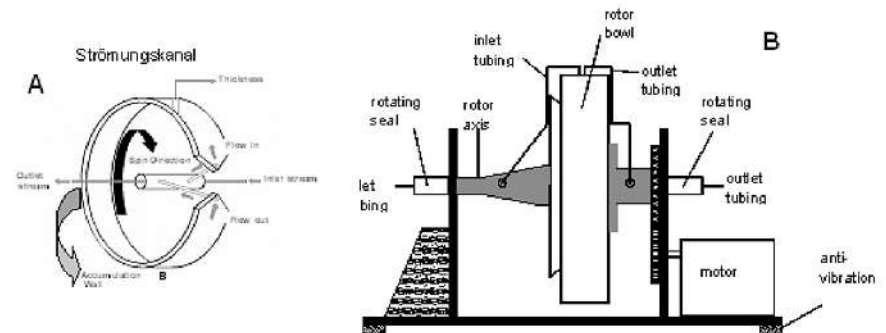


Abb. IV.11-2: Zirkularer Strömungskanal (A) eingebaut in einer Rotationsscheibe „Rotor Bowl“ vom prinzipiellen Aufbau des SdFFF (B)

Sedimentations-Feldfluss-Fraktioniertechnik (SdFFF)

Abb. IV.11-2B zeigt den schematischen Aufbau des an der Universität Limoges und der Hochschule Offenburg entwickelten und aufgebauten SdFFF. Der dünne Strömungskanal ist zirkular in einer Rotationsscheibe „Rotor Bowl“ kontrolliert eingebaut (Abb. IV.11-2A).

An der Hochschule Offenburg wurde der Betrieb des SdFFF mittels SPS (speicherprogrammierte Steuerung) automatisiert (automatisierte Abfolge des Betriebs, einstellbare zeitliche Veränderungen des Gravitationsfeldes, z. B. exponentiell, linear oder stufenweise Veränderung des Feldes) und die Messwertauswertung mittels LabView komfortabel erarbeitet[2].

Feldfluss-Fraktionierung FFF zur Hefetrennung und Analyse

FFF ist gewissermaßen die „Chromatographie“ für Partikel. Der Projektleiter Prof. Zahoransky und sein ehemaliger Mitarbeiter Dr. Kassab setzten diese Technik bisher für Partikel von technischer Bedeutung ein[2,3]. Qualitative Laborarbeiten an der HS Offenburg und der Universität Limoges zeigten, dass FFF für die Sortierung von Hefezellen geeignet ist, denn die verschiedenen Qualitäten von Hefezellen zeigen typische Trennungprofile (Fraktogramme)[4]. Auf diesen Arbeiten aufbauend, soll im Projekt YAFFA die FFF-Technik für Hefezellen derart weiterentwickelt und optimiert werden, dass es sich als „Monitor“ während des Wein-Fermentationsprozesses einsetzen lässt. Ziel ist das frühzeitige Erkennen von unerwünschten

Veränderungen (Qualitätsüberwachung), um Maßnahmen dagegen einzuleiten (Qualitätsoptimierung).

Arbeiten an der Hochschule Offenburg in Zellsortierung

Dr. Kassab, bis vor kurzem Mitarbeiter von Prof. Zahoransky, führte an dem an der HS Offenburg vorhandenen SdFFF-Aufbau qualitative Versuchsreihen mit verschiedenen Zellsystemen, einschließlich Hefezellen, durch. Die Ergebnisse zeigten, dass sich der Aufbau für die Sortierung von Zellen gut eignet.

Abb. IV.11-3 zeigt ein Fraktogramm (zeitliches Extinktionssignal der eluierten Zellen) von Tabak-Zellen. Die den Fraktogrammen an unterschiedlichen Abschnitten entnommenen Proben zeigen deutliche Unterschiede hinsichtlich Zellgrößen und Zellformen, Abb. IV.11-4. Diese Bilder von lebenden Tabak-Zellen (auch noch nach der Sortierung lebend) wurden mit einem Fluoreszenz-Mikroskop aufgenommen. Sie zeigen, dass der SdFFF-Aufbau fähig ist, selbst geringe Unterschiede in Zellenverteilungen zuverlässig zu trennen [5].

Eine ganz analoge Trennung konnten Dr. Kassab und Prof. Cardot mit Hefezellen „*Saccharomyces cerevisiae*“ nachweisen, wie Abb. IV.11-4, der **mikroskopischen** Aufnahme von Zellen durch die SdFFF-Technik getrennte Fraktionen demonstriert. Die Hefezellen zeigen sehr unterschiedliche Morphologie, wie Abb. IV.11-4 der gleichen Hefezellen von zwei getrennten Fraktionen veranschaulichen. Einmal vermehren sich die Zellen durch Sprossung, Abb. IV.11-4, was im Zwischenstadium zu einer Doppelzelle führt [6,7].

Die Analyse des komplexen Systems von Hefezellen in verschiedenen Fermentationsphasen, vermischt mit toten Zellen und Trub, erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen FFF-Spezialisten, Hefe- und Weinspezialisten, die die einzelnen Fraktionen bewerten können.

Die Visualisierung abgestorbener und lebender Hefezellen im Mikroskop erfordert entsprechende Färbetechniken, Abb. IV.11-5. Mit FFF Fraktogrammen sollte das Verhältnis abgestorbener zu lebenden Hefezellen ohne aufwändige Präparation und visueller Zählung schnell erkennbar und quantifizierbar sein.

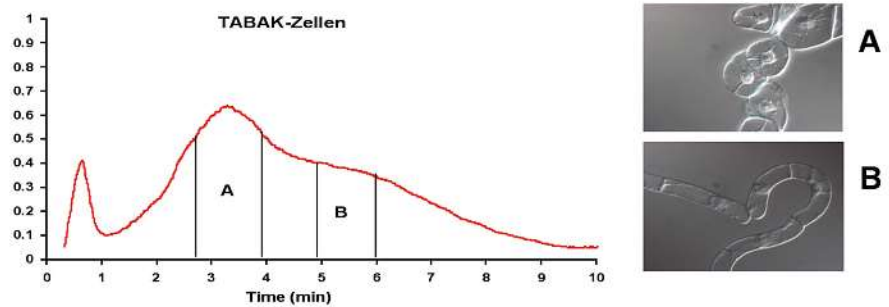


Abb. IV.11-3: Fraktogramm von Tabak-Zellen; Kennzeichnung der 2 extrahierten Zellfraktionen A und B. A und B: Mikroskopaufnahmen der Tabak-Zellfraktionen mit unterschiedlichen Größen und Formen [5]

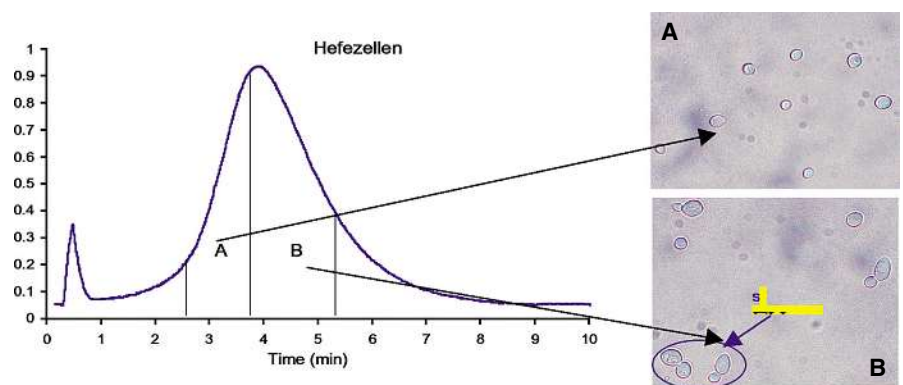


Abb. IV.11-4: Fraktogramm von Hefezellen; Kennzeichnung der 2 extrahierten Zellfraktionen; Mikroskopaufnahme der getrennt sprossenden (B) and nicht-sprossenden Zellen (A) [6]

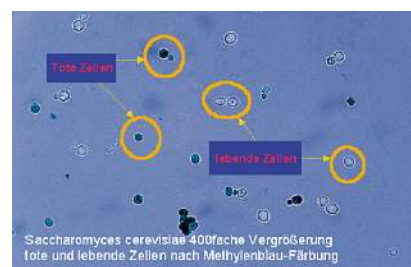


Abb. IV.11-5: Mikroskopaufnahme der Hefezellen „*Saccharomyces cerevisiae*“; Visualisierung abgestorbener und lebender Zellen [7]

Abb. IV.11-6 zeigt im Unterschied Hefezellen der Art „*Hansenula anomala*“, die sich durch die Bildung eines Pseudomycelis fundamental zu „*Saccharomyces cerevisiae*“ unterscheidet. „*Hanseniaspora uvarum*“ wiederum zeichnet sich durch eine zitronenartige Form aus, wie in Abb. IV.11-7 gezeigt. FFF Fraktogramme sollten klare Erkennungsmuster (Korrelationen) zu den einzelnen Hefestämmen aufzeigen.

Die große Vielfalt der Hefen, unter Berücksichtigung ihrer Zustände (sprossende Hefen, tote Hefen, lebende voll aktive Hefen und lebende geschädigte (apoptotische) Hefen in der jeweiligen Gärphase) lassen zwar deutliche FFF Fraktogrammcharakteristiken erwarten, zeigen aber gleichzeitig die Schwierigkeiten auf, eindeutige Korrelationen zu extrahieren. Deshalb sind sorgfältige, systematische Untersuchungen angebracht, um eindeutige, brauchbare FFF-Techniken für die Weinindustrie zu erarbeiten.

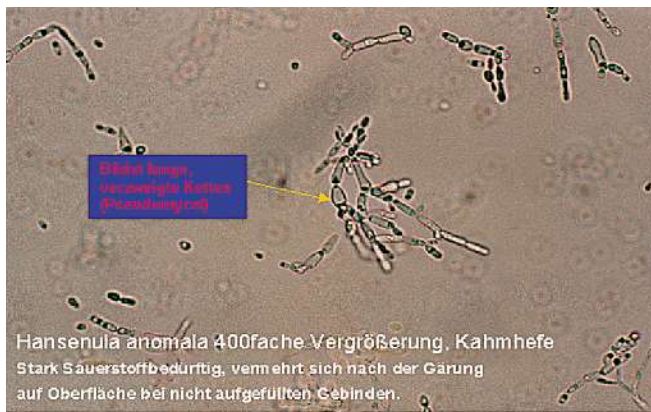


Abb. IV.11-6: Hefezellen „Hansenula anomala“

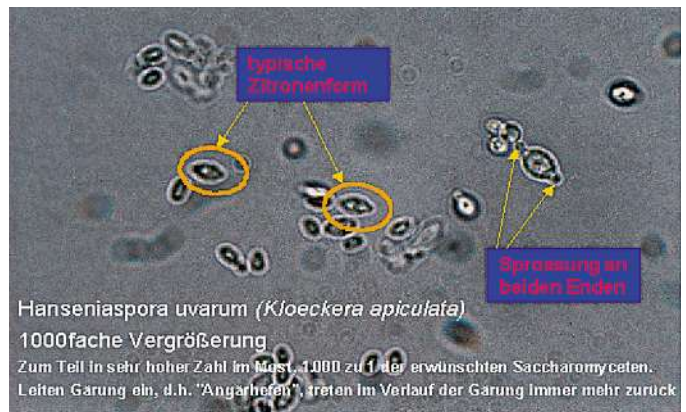


Abb. IV.11-7: Hefezellen „Hanseniaspora uvarum“ [7]

Literatur

- [1] Zahoransky, R.A.; Dummin, H.; Laille, E.; Schauer, T., Newly designed field-flow fractionation channel for macromolecules and particles in the submicron and micrometer range, Talanta 44, Elsevier Science (1997).
- [2] Kassab, J.R.; Zahoransky, R.A.; Cardot, Ph.J.P., Characterisation of sub micron latex beads by sedimentation field flow fractionation combined with optical multiwavelength technique, J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci. 826(1-2), 8-16 (2005).
- [3] Kassab, K.R.; Zahoransky, R. A.; Blanchard, Ph.; Cledat, D.; Cardot, Ph. J.P., Laser-Based Three Wavelength Extinction Analysis of Suspended Latex and Oxide Particles, Technische Messen tm, Band 72, 2005.
- [4] Cardot, P.J.P.; Chianea, Th.; Battu, S.; Rasouli, S.: Field flow fractionation of cell and cell organelles, Encyclopaedia of separation sciences, Vol. 5, Editors: I.D. Wilson et al. Academic Press London (2000).
- [5] Kassab, J.; Nick, P.; Eggensberger, K.; Zahoransky, R.: Separierung von Tabakzellen unterschiedlicher Entwicklungsstufen, 2006, noch unveröffentlicht.
- [6] Kassab, J.; Cardot, P.: Separation of yeast, 2006, wird veröffentlicht.
- [7] Rauhut, D., FH Wiesbaden 2005, unveröffentlicht 2006.

IV.12 Geothermal Surface Installation – Adjusted Power Plant Technologies –

Prof. Dr.-Ing. Richard A. Zahoransky

1. Introduction

The Upper Rhine Valley provides highest earth temperature gradients in Germany of approx. 40 K/km. The geothermal energy source can be used for heating purposes or as heat source to drive a thermal power plant to generate electricity. Only power plant options for electricity production are discussed which are adjusted to the geothermal sources.

2. Thermodynamic Basics

Heat is generally converted into usable work by thermodynamic cycles. The thermal efficiency η_{th} , which is the ratio of gainable work W to required heat addition Q_{ad} , achieves highest values by the Carnot cycle (T,s diagram, fig. IV.12-1).

Table IV.12-1 lists the values by the ideal Carnot cycle according eq. (1). The low cycle temperature T_U is given by the heat sink (cooling by surface waters or via cooling tower). Thus, the upper temperature level T_O determines the thermal efficiency: For the conversion of the cycle work into electricity, the efficiencies of the turbine and of the electrical generator must be generally taken into account in addition. Technically feasible cycles deviate appreciably from the Carnot cycle and have considerably lower efficiencies.

The temperature T_O of geothermal sources is relatively low. Temperatures of around 200°C are gained in a depth of 5,000 m in Soultz-sous-Forêt with the Hot Dry Rock technique HDR. In contrast, conventional power plants operate at appreciably higher temperatures. It is calculated in Soultz-sous-Forêt that 50 MW geothermal power must be produced to gain 5 to 6 MW electrical power. This corresponds to a total efficiency of approx. 10%.

The exergy provides a better understanding of low temperature cycles. The exergy value ΔE determines the maximum gainable work for a thermodynamic cycle between two reservoirs of given temperatures T_O and T_U [2, 3]:

$$\Delta E = H_O - H_U - T(S_O - S_U) \quad \text{Eq. (3a)}$$

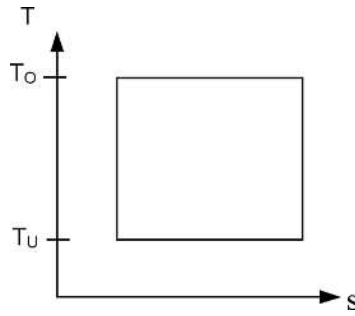


Fig. IV.12-1: Carnot cycle in diagram
Temp. T /specific entropy s

Definition: $\eta_{th} = W/Q_{ad}$ or, in mass specific terms: $\eta_{th} = w/q_{ad}$ Eq. (1)

For the Carnot cycle: $\eta_{th} = \eta_C = 1 - T_U/T_O = \eta_{th}^{max}$ Eq. (2)

or, in mass specific terms:

$$\Delta e = h_O - h_U - T(s_O - s_U) \quad \text{Eq. (3b)}$$

With Δe specific exergy, H enthalpy and h mass specific enthalpy.

Even an ideal, loss free thermodynamic cycle can only convert a fraction of the added heat into work according to the Carnot efficiency, eq. (1), and to the exergy, eq. (2). The thermal efficiency is even reduced for real cycles with losses. It is better to characterize real cycles by the exergetic efficiency η_{ex} (instead of η_{th}) because it is independent on the temperatures:

$$\eta_{ex} = W/\Delta E \text{ or, respectively, } \eta_{ex} = w/\Delta e \quad \text{Eq. (4)}$$

This efficiency is also called "2nd Law of Thermodynamic efficiency". An ideal cycle would have an exergetic efficiency η_{ex} of 100%. η_{ex} is a measure for the technical quality of the real power plant installation.

An additional efficiency, the heat transfer efficiency η_{HT} is appropriate to evaluate the used part of the available heat by the power plant:

$$\eta_{HT} = Q_{ad}/Q_{avail} \quad \text{Eq. (5)}$$

This value is an additional quality measure for the selected cycle design of geothermal power plants. The product of η_{ex}

T_O K	η_C $= \eta_{th}^{max}$	Remarks
373	21 %	Geothermal conditions
403	27 %	
473	38 %	
573	49 %	T_O of nuclear power plant
828	64 %	T_O of conv. steam power plant
1373	79 %	T_O of gas turbine

Table IV.12-1: Values of maximum thermal efficiencies $\eta_{th} = \eta_C$ (Carnot efficiencies) for $T_U = 293$ K heat sink.

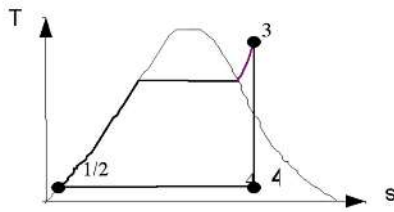
and η_{HT} may be used as the total quality factor for these plants:

$$\eta_{tot} = \eta_{HT} \eta_{ex} \quad \text{Eq. (6)}$$

3. Direct Use of Geothermal Steam/Flash Process

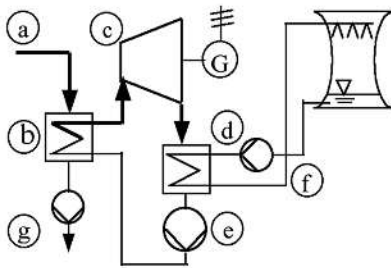
There are only few sites like Larderello/Toscana or the Geysirs/California where geothermal steam can directly be used for the expansion in steam turbines. „The Geysirs“ delivers at the drill hole dry, saturated steam with a pressure between 31 and 33 bar. The total pressure decreases according the extracted steam flow and due to losses in the installations. Thus, the live steam at the turbine inlet is slightly superheated steam of 4.5 to 6.9 bar at 180°C [5].

Other geothermal sites deliver generally geothermal steam as two phase liquid/vapour mixture (wet steam). The water content in the steam may cause erosion and the salt content corrosion of the turbine blades. Therefore, it is advantageous to apply water separators prior to the turbine expansion and during the expansion (fig. IV.12-2). The separated water -if the pressure is still high enough- can be treated by the flash technique to deliver again low pressure steam. A condenser should be applied at the turbine outlet to generate a low pressure below atmospheric condition yielding a higher turbine work. The gas content in the geothermal steam impedes, however, a very low vacuum. The condensed geothermal steam is normally pumped back into the earth.



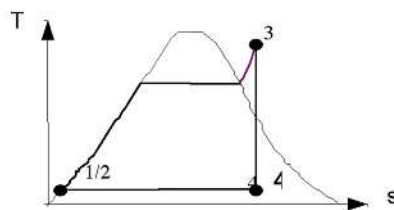
- 1: Saturated liquid water
- 1-2: Isentropic pressure increase of water by the feed water pump
- 2-3: Isobaric heat addition: Prewarming, evaporation and superheating
- 3-4: Isentropic turbine expansion into two phase state

Fig. IV.12-2: Plant schematic with liquid separator and intermediate steam flash



- a: Geothermal fluid
- b: Steam generator: Indirect heating (heat exchanger)
- c: Turbine
- d: Condenser
- e: Feed water pump
- f: Closed cooling cycle
- g: Reinjection into earth

Fig. IV.12-3: Plant schematic of the simple geothermal binary cycle



- 1: Saturated liquid water
- 1-2: Isentropic pressure increase of water by the feed water pump
- 2-3: Isobaric heat addition: Prewarming, evaporation and superheating
- 3-4: Isentropic turbine expansion into two phase state

Fig. IV.12-4: Clausius-Rankine process with superheating in the T,s diagram

The flash technique can be applied if the geothermal source is of compressed liquid water or of wet steam. The water is throttled to a lower pressure causing it to evaporate. The throttling reduces the exergy by the pressure loss but it is a cheap, direct way to generate dry steam.

4. Organic Rankine Cycle ORC

The geothermal heat is normally available as hot liquid water which is directly present or extracted by the Hot Dry Rock technique. A binary cycle with an intermediate heat exchanger is installed (plant schematic fig. IV.12-3, example Clausius-Rankine Cycle). The geothermal water is cooled in the heat exchanger by transferring its heat to the closed thermodynamic cycle.

Only Clausius-Rankine cycles are presented here, because they are most suitable for low temperature cycles due to technical reasons discussed in [2], fig. IV.12-4. The live steam pressure p_o is only a little more than the atmospheric pressure for the low geothermal temperatures and the condenser pressure p_u is in the vacuum. The cycle would be most vulnerable to unavoidable air intrusion destroying the condenser vacuum and thus the efficiency and even the operation.

A working fluid with higher vapour pressure is, therefore, selected so that most sections of the power plant cycle are operating with pressures well above atmospheric levels avoiding air intrusion.

Suitable fluids are ammonia, alcohols and fluorhydrocarbons (with ozone depletion potential ODP = 0). The fluid gives the name Organic Rankine Cycle ORC. Sometimes, retrograde fluids are used which let the state 4 end in the superheated state. This may be advantageous to apply a Clausius Cycle without superheating (saturated steam for the turbine). A discussion of such a cycle and expansion machines is found in [6].

The fluid of the ORC cycle is heated, evaporated and superheated in the heat exchanger as sketched in the temperature-heat flux diagram in fig. IV.12-5 (T,Q diagram).

The pinch points PP in the heat exchanger determine the transferable heat fluxes from the geothermal water. The geothermal water can not be completely cooled down to the ambient temperature, i.e. not all of the available geothermal heat can be transferred to the ORC. This is due to the isothermal evaporation. It is furthermore clear that the geothermal energy source is always limited so that the water loses its temperature gradually in the heat exchanger. Thus, the initially high geothermal temperature is not available for the complete thermodynamic cycle, reducing the thermal efficiency of the cycle appreciably. Finally, the resulting high temperature gap due to the isothermal evaporation (neglecting pressure losses) is an undesired exergy loss. Organic fluids have a rather low evaporation enthalpy compared to water. This is another reason to favour these fluids for low temperature applications, as the temperature gap in the heat exchanger is generally lower.

There are numerous possibilities to improve the ORC process thermodynamically, for example by multi-pressure cycles which can use more of the available heat and which reduce the temperature gap in the heat exchanger (details, e.g. in [2]).

An appreciable number of ORC plants are in operation worldwide. Problems cause the heat exchanger as the geothermal water has normally a high salt content. The sedimentation and salt deposition on the tubes must be limited. This can be done by keeping the geothermal water under high pressure so that the solubility is not decreased. Anyway, the

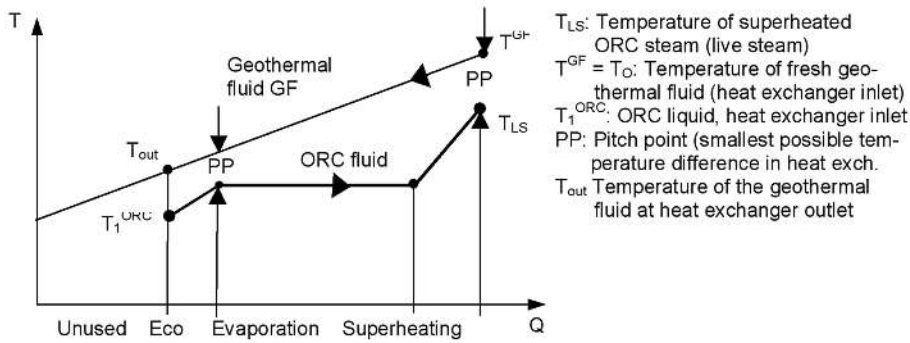


Fig. IV.12-5: T, Q diagram of the heat exchanger fluids (ORC)

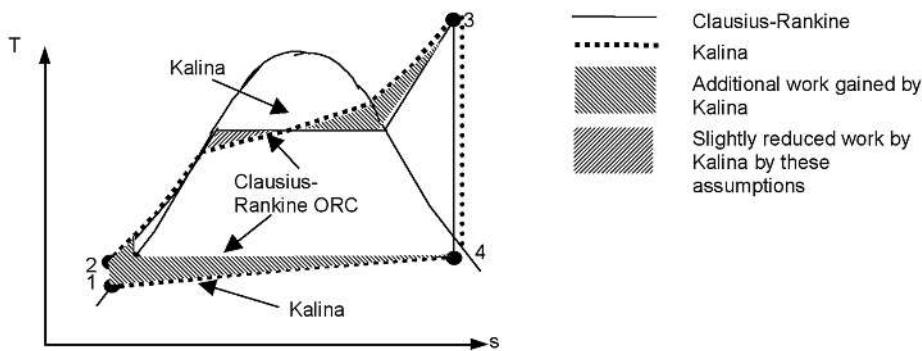


Fig. IV.12-6: Simplified comparison of simple ORC (Clausius-Rankine cycle with superheating) and Kalina cycle in the qualitative T, s diagram (assuming fictively same phase diagram)

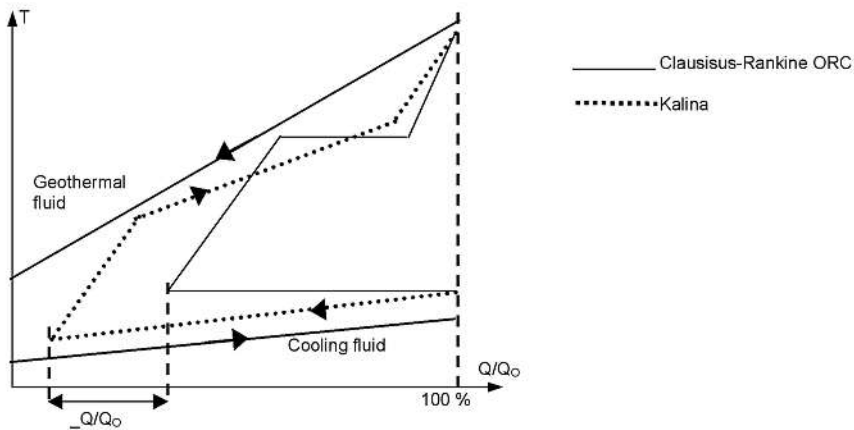


Fig. IV.12-7: T, Q diagram of the heat exchangers with a binary fluid (Kalina process) qualitatively compared to the one-pressure ORC

fouling on the heat exchanger tubes is a permanent threat.

5. Kalina Process

The isothermal heat addition during pitch points (fig. IV.12-5), limiting the heat the evaporation gives the pitch transfer and causing the exergy losses. These limits can be overcome by a two component working fluid Clausius-Rankine process, suggested in the seventies by the Russian scientist Alexander Kalina. The binary

fluid does not exhibit an isothermal, but a gradually temperature increasing evaporation while the composition of the boiling liquid is changing, fig. IV.12-6. Also, the condensation is non-isothermal.

The principal T, s diagram is sketched in fig. IV.12-6. For comparison, a Clausius-Rankine cycle is also drawn, showing the difference. The circle integral, i.e. the enclosed area of the cycle $\int T ds$ is

the specific work which delivers the thermodynamic cycle. It can directly be seen that the Kalina process delivers a higher specific work and thus higher efficiencies under comparable conditions. The ammonia-water fluid is actually preferred.

Fig. IV.12-7 displays the T, Q diagram of the Kalina cycle in comparison to the ORC (one pressure). A similarly good heat exchange could be achieved by a multi-pressure ORC. However, the plant costs would be much higher. Furthermore, the cooling, i.e. condensation of a binary fluid is more efficient compared to the isothermal condensation of the ORC.

The advantages are clearly seen in figs. IV.12-6 and IV.12-7:

- Lower temperature gaps in the heat exchangers (steam generator and condenser), reducing exergy losses, i.e. higher thermal efficiency η_{th} and exergetic efficiency η_{ex}
- Better cooling leading to lower bottom cycle temperature T_U , i.e. higher specific work w and higher thermal efficiency η_{th}
- Higher mean top temperature T_O where heat is added, i.e. higher specific work w and higher thermal efficiency η_{th}
- More geothermal heat is used, additional $\Delta Q/Q_O$ is transferred, i.e. higher work W , higher power output P_{el} and higher heat transfer efficiency η_{HT}
- Lower investment costs compared to a multi-pressure ORC cycle which could yield comparable characteristics.

The composition of the binary fluid is an additional parameter to optimize the cycle. The pressure level of the evaporation can be chosen by the composition. An ammonia rich fluid provides a higher mean evaporation pressure which may yield to a higher enthalpy and a higher turbine work. Similarly, the mean condensation pressure is reduced by a water rich composition which may also cause a higher turbine work. Kalina cycles have been proposed with an internal rectification, fig. IV.12-10, so that an ammonia rich liquor is evaporated (higher

pressure) and the condensation is done with a water rich vapour (lower pressure). Furthermore, the exhaust steam temperature at state 4 (fig. IV.12-4) may be higher than at state 2. The exhaust steam can be used to heat up internally the feed water before it enters the steam generator.

Only a few Kalina plants are operating, mainly low power test plants. Table IV.12-2 lists plants which are in operation or will be soon in operation in a commercial near application.

6. Hybrid Processes

Geothermal power plants can be additionally equipped with an external, conventional steam generator or superheater. This improves the steam quality, increases the output or permits to regulate the output according the energy demand. For example, the feed water of a large conventional steam power plant can be prewarmed by the geothermal fluid – this would save fossile fuel without losing control flexibility. There are several ways to integrate the low temperature geothermal heat into a high temperature cycle.

7. Co-generation Plants

Generally, the available geothermal heat can not be completely used for the thermodynamic cycles (fig. IV.12-4). Furthermore, the thermal efficiency of the cycle is very low and causes a high amount of waste heat. The waste heat of the cycle can normally not be used as the temperature level is too low. On the other hand, heat can be extracted at higher temperatures reducing the available heat for the thermodynamic cycle and thus its power output. The power plant cycle is generally not designed for highest electrical power output to achieve a high overall efficiency (delivery of heat and power) and to limit the investment. The variety of technical options impedes a complete discussion. But a co-generation of heat and power will be the most economical choice.

8. Summary

Geothermal sources are ideal for all kinds of heat consumers as it requires only heat exchangers. The investments for these power plants are high, as the low thermal efficiency requires large installations. The price for the electrical energy is determined by the capital

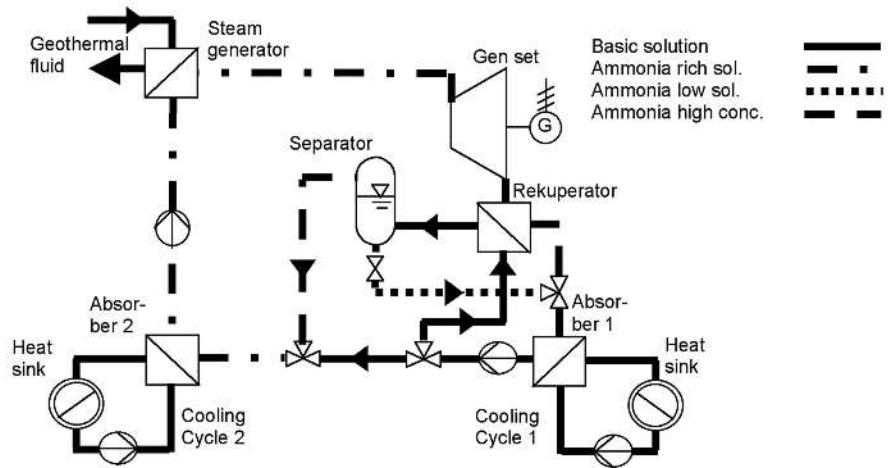


Fig. IV.12-8: Kalina cycle with internal rectification (according [4])

Location	Tokyo Japan	Husavik Iceland	Unterhaching Germany	Offenbach Germany
Operator	Sumito Metals/Sumito Steels Kashima Steel Works	Gemeinde Husavik	Gemeinde Unterhaching	Gemeinde Offenbach
Planning Comp.	Ebara Corperation	Exergy VGK	Siemens AG	Siemens AG
Heat source	Abwärme/ Kühlwasser	Geothermie	Geothermie	Geothermie
Temperature of heat source	98°C	121°C	120°C	150°C
Electrical power	3,1MW _{el}	2MW _{el}	3MW _{el}	4,8MW _{el}
Year of commission- ing	1999	2000	2004	2005
Efficiency			14%	12%
Operation time				

Table IV.12-2: Kalina plants in operation or in construction (commercial plants)

charge of the investment (geological investment to access the geothermal source and the surface installations). Operational costs are limited to the maintenance and repair mainly of components in contact with the geothermal fluid. The low thermal efficiency generates high amounts of waste heat which must be taken by the local environment. Co-generation of heat and power should have preference as it provides higher use of the geothermal energy, reduces the waste heat and reduces the investment.

Cited Literature

[1] H. Tenzer, Geothermie – die Ganzjahresenergie, in: Entwicklungstendenzen in der Energieversorgung, Informationsschrift des VDI-GET, Ed. R. Zahoransky, ISBN 3-931384-17-9 (1998).

[2] R. Zahoransky, Energietechnik, 2. Aufl., Vieweg Verlag, ISBN 3-528-13925-0 (2004).

[3] K. Langeheinecke, P. Jany and G. Thieleke, Thermodynamik, 6. Aufl., Vieweg Verlag, ISBN 3-8348-0103-8 (2006).

[4] O.M. Ibrahim and S.A. Klein, Absorption Power Cycles, Energy 21/1 (1996).

[5] H.A. Sorenson, Energy Conversion Systems, Verlag: John Wiley & Sons, Inc., 1983.

[6] R. Zahoransky, P. Knöringer, U. Schelling and S. Wittig, Anmerkungen zum Einsatz und Wirkungsgrad kleiner Kraftmaschinen – Turbinen, Dampfmotor und Schraubenexpander, Wärme Bd. 91 (1985).



Fig. IV.12-9: Geothermie-Kraftwerk in Husavik/Island

IV.12.1 RHENERGIE-Geothermie-konferenz an der Hochschule Offenburg erzielte große Resonanz

Prof. Dr. Richard A. Zahoransky

Zur Konferenz unter dem Motto „Geothermische Möglichkeiten im Oberrheingraben“ fanden sich im November 2006 130 Teilnehmer, darunter 40 Teilnehmer aus Frankreich und der Schweiz an der Hochschule Offenburg ein. Die Konferenz stellte den öffentlichen Schlusspunkt eines trinationalen Partnerschaftsprojekts der Hochschule Offenburg, des Institut National des Sciences Appliquées Strasbourg und der Fachhochschule Nordwestschweiz dar. Namhafte internationale und regionale Referenten politischer, öffentlicher und wirtschaftlicher Institutionen gestalteten das Konferenzprogramm, das den aktuellen Stand des geothermischen Potenzials am Oberrheingraben und dessen Entwicklungstendenzen aufzeigte.

Der Oberrheingraben gilt in Deutschland als das Gebiet mit dem höchsten geothermischen Potenzial. Wegen der hohen Investitionskosten der Tiefen-Geothermie ist dieses Potenzial weitestgehend unerschlossen. Nur ganz wenige geothermische Installationen wurden realisiert oder sind in Bau. Der aktuelle Stand der geothermischen Aktivitäten und der Entwicklungstendenzen wurden im Rahmen der Rhenergie Konferenz im November an der Hochschule Offenburg dargestellt. Diese Veranstaltung stellte den öffentlichen Schlusspunkt des Interreg IIIa Projekts Rhenergie der Partnerschaften der Hochschule Offenburg,

des Institut National des Sciences Appliquées Strasbourg und der Fachhochschule Nordwestschweiz dar. Die Hochschule Offenburg kooperiert mit den zwei Ingenieurhochschulen im Bereich der Energietechnik und des Energie-Managements. Im Rahmen des trinationalen Netzwerks Rhenergie – gefördert durch die Europäische Union – wurden gemeinsame Aktivitäten initiiert. Ziel war die Einrichtung eines Studiengangs, in dessen Rahmen die Studenten die Gelegenheit haben, von den unterschiedlichen inhaltlichen Schwerpunkten der Partnerinstitutionen zu profitieren. Dieses Ziel wurde mit dem geplanten Studiengang „European Energy Economics“ EEE erreicht, der auf anspruchsvolle Aufgaben in der europäischen Energiewirtschaft vorbereitet.

„Die Geothermie-Konferenz der Hochschule Offenburg griff ein hoch aktuelles Thema unserer Region auf. Als Redner konnten die führenden Fachleute aus der Industrie, Hochschulen, beteiligten Kommunen und Behörden gewonnen werden. Diese Anstrengung wurde der Hochschule Offenburg durch ein zahlreiches und sachkundiges Publikum gedankt.“ so Professor Dr.-Ing. Richard Zahoransky, Initiator der Konferenz und Studiengangleiter der beiden anwendungsorientierten Master Programme „Energy Conversion & Management“ und „Energy Economics“ an der Hochschule Offenburg. Die Eröffnungsrrede gestaltete Dr. Ralph Watzel, der Vorsitzende des Landesamtes für Geologie, Ressourcen und Bergbau. Ein Dutzend namhafter Referenten, darunter beispielsweise Dr. habil Leonhard Walz von der Energie Baden-Württemberg, Dipl.-Ing. Klaus Preiser von der Badenova, Dipl.-Ing. MBA Thorsten Weimann von der Herrenknecht Vertikal GmbH, Prof. Bucher der Universität Freiburg, Prof. Ingrid Stober vom Landesamt für Geologie, Ressourcen und Bergbau oder Ing. Nicolas Cuenot aus Soultz-sous-Forêt bereicherten die Veranstaltung mit interessanten Vorträgen. Das Repertoire der Vorträge reichte von der „Strategie zur Integration geothermischer Energiequellen“ bis hin zu anschaulichen Best Practice Beispielen. Dr. Jeroen Schuppers von der EU Commission und Minister a. D. Harald B. Schäfer moderierten



die Veranstaltung. Organisiert wurde die Konferenz unter Leitung von Prof. Dr. Richard Zahoransky von Iris Wolfer und Jeremias Endres, Studierenden der Hochschule Offenburg. Ein Tagungsband, der zusammen mit der Gesellschaft für Energietechnik VDI-GET erstellt wurde, kann von der Hochschule Offenburg gegen einen Unkostenbeitrag von zehn Euro erworben werden bei stephane.dupas@fh-offenburg.de.

Referenten und Vorträge der Offenburger Geothermie-Konferenz am 8.11.2006

Moderation: Minister a. D. Harald B. Schäfer und Dr. Jeroen Schuppers.

Eröffnung durch Rektor der Hochschule Offenburg Prof. Dr. Winfried Lieber.

- 1 Dr. Ralph Watzel, Präsident des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Regierungspräsidium Freiburg
Eröffnungsrede: „Importance of the Geothermal Energy in the Upper Rhine Valley and Mining Law Aspects“
- 2 Dr. habil. Leonhard Walz, EnBW Energie Baden-Württemberg AG
„Integration Strategies for Geothermal Sources into the Energy Mix“
- 3 Prof. Dr. Ingrid Stober, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Regierungspräsidium Freiburg, Leiterin des Fachbereichs Geothermie
„Overview of the Geothermal Situation in Baden-Württemberg“
- 4 Dipl.-Ing. Klaus Preiser, Firma BADENOVA AG & Co. KG, Geschäftsführer der Regiosonne KG
„Legal and Economical Basics for the Usage of Deep Geothermal Sources“
- 5 Dipl.-Ing. MBA Thorsten Weimann, Geschäftsführer der Fa. Herrenknecht Vertikal GmbH
„Drilling Techniques for Deep Geothermal Sources“

- 6 Prof. Dr. Detlev Doherr, Professor an der Hochschule Offenburg
„Use of GIS Technology for the Exploration of Geothermal Potentials“
- 7 Prof. Dr. Richard Zahoransky, Professor der Hochschule Offenburg
„Surface Installations for the Energetic Usage of Geothermal Sources“
- 8 Prof. Dr. Kurt Bucher, Professor an der Universität Freiburg, Leiter des Instituts für Mineralogie und Geochemie
„Suitable Geological Formations for Deep Geothermal Sources“
- 9 Dr. Roman Zorn, Universität Karlsruhe (T.H.), Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Lehrstuhl für Angewandte Geologie im Geologischen Institut
„Tiefe CO₂-Erdwärmesonde am Standort Nussbach (Nordschwarzwald)“
- 10 Dipl.-Ing. Johannes Schopp, Geschäftsführer der Stadtwerke Bruchsal GmbH
„Best Practice: Deep Geothermal Energy Plant Bruchsal“
- 11 Engineer Geophysicist Nicolas Cuenot, European Interest Group: Firma EEIG „Heat Mining“
„Best Practice: Hot Dry Rock Plant in Soultz-sous-Forêt“
- 12 Regina König EnBW Energie Baden-Württemberg AG
„Best Practice: Test Site Herbrachhofen for geothermal Heating and Cooling“
- 13 Dr. Jeroen Schuppers, EU Kommission
„European Strategies for the Support of Geothermal Energies“



IV.13 Nanoparticles as Biological Markers

Prof. Dr. Richard A. Zahoransky,
MSc. Carlos Barragán

Nanotechnology may be defined as the technology that makes visible, control and influence the matter on the nanoscale [1] or like some others define it as an experimental field of applied science and technology. It covers a broad range of topics and is focused on controlling and exploiting the structure of matter on a scale below 100 nanometers. The basis of the Nanotechnology is the ability to form nano-sized particle, for example nanopowders, which are solid particles that measure on the nanoscale, usually comprised of around 10 until 10,000 atoms together that are connected with each other through the interatomic forces.

There are many uses of the nanopowders in different fields, in the last decades the production of these powders has been of great interests. Conventional methods of Nanoparticle production include milling, jet milling, crushing, gas condensation, thermal and ultrasonic decomposition, laser ablation, low pressure plasma, just to mention some of them, but some of them have some inconvenients, for example, some of this methods may not accomplish the desired size of the particle. Another inconvenient is associated with the physical and chemical properties of the materials. Certain compounds are chemically sensitive or thermo-labile, such as explosives, chemical intermediates, or pharmaceuticals which can not be processed using conventional methods due to the physical effects of these methods. Other compounds such as, polymers, pigments or dyes, etc. maybe difficult to process by conventional methods due to physical properties such as physical degradation under high pressures or high temperatures.

Nanopowders (Nanoparticles) of Metal or semiconductor materials (between 2-10 nm) are of special interest for the biological molecular detection, because of its similar behavior of the bigger dimension particles with the biological macromolecules. Semiconductor nanocrystals, also called Quantum dots, form a new class of water soluble and bio-compatible fluorescence markers, which

is an advantage against the marker substances used until now. The Quantum dots, hold amongst others, a narrow symmetric emission spectrum, whereby it is possible to use more markers with different color. For example, with Quantum dots of Cadmium Selenide (CdSe) between micro and nanoscale embedded pelleted polystyrene (also called Beads), with a combination of six colors and ten different intensities, it is possible theoretically the coding of about 1 million DNA signatures or antibodies [2].

The University of Applied Science in Offenburg being partner in a BMBF project (Bundesministerium für Bildung und Forschung) called „Up conversion Multiplex Diagnostic Assays“ (UNDAM), is currently in charge of the Nanoparticle (Quantum dots) production using a technique called Laser ablation of Microparticles, which will be shortly described below. Produced Nanoparticles are to be provided to the other project partners: University of Freiburg (Freiburger Materialforschungszentrum „FMF“), Stratec Biomedical Systems AG, and An-DiaTec GmbH & Co. KG.

Laser ablation and the matter physical properties

The basic idea of laser ablation is quite simple. A high power pulsed laser is

focused onto the target material and, when the laser fluence (Energy density) exceeds the ablation threshold value for the material, chemical bonds are broken and the material is fractured into energetic fragments, typically a mixture of neutral atoms, molecules, and ions.

Since the material leaves the reaction zone as an energetic plasma, gas and solid debris mixture, the ablation process seems to be an explosive evaporation of the material, but a unique property of the ablation process is that most of the absorbed energy is deposited in the ejected material, due to this property, most of the fractured particles (Nanoparticles) remain highly charged, giving the possibility to collect them through a electromagnetic field. As it is shown in the figure below (Fig.IV.13-1).

As mention before, physical properties of the matter could experience some physical degradation under high temperatures, the biggest concern about using this method to produce Quantum dots, is related to the luminescence properties of the compound. Although, some of the following advantages could have an important relevance over some other methods, one of the limitations is that the mechanisms and dependence on parameters are until now not well un-

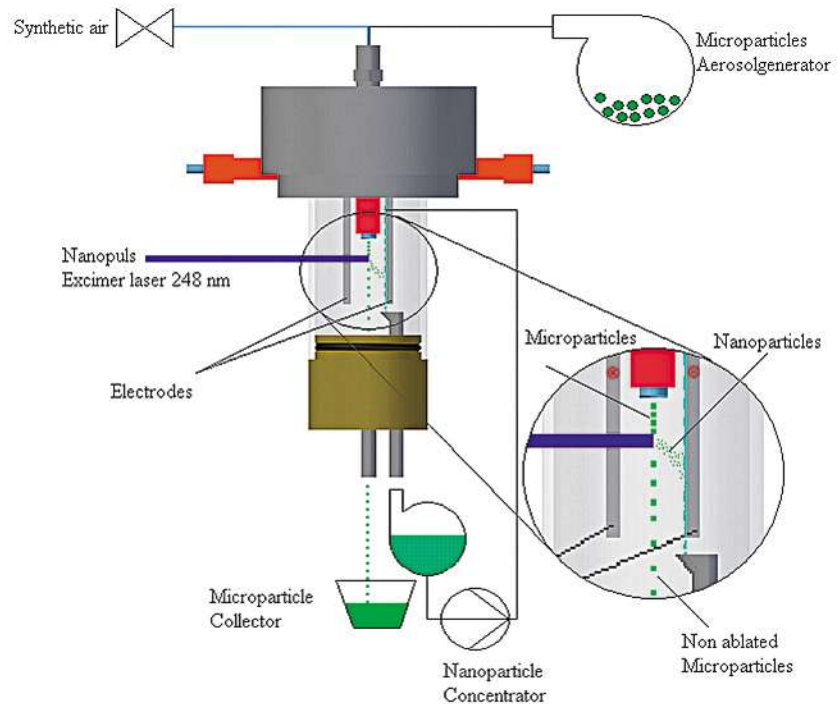


Fig. IV.13-1: Schematic of Ablation cell and LAM process

derstood, and one of the goals of this investigation is to figure out how the boundary conditions influence over the physical properties of the matter using Laser ablation.

Laser ablation advantages

- Require little or no pre-processing
- Nanoparticles can be produced out of virtually all inorganic materials
- A relative short time of production

The Laser ablation setup is shown in fig. IV.13-2 above, the laser was configured to produce a wavelength of 248nm, within a rate of 200 Hz and a pulse duration of 20 ns, and a pulse energy of 0.5 Joules, reaching with it about 25 MW peak power. This is focused in to an area approximately 2 * 4 mm and the fluence (Energy density) on this area is 62,5 Joules/cm², achieving with it to exceed the ablation threshold value of the material used. The particle under observation is Yttrium Aluminum Garnet (YAG) and Manganese doped. Both ablated particles were sent to the University of Karlsruhe to get images from a Transmission Electron Microscope (TEM) the result is shown in the following fig. IV.13-3.

The last graphic shows the spectrum of YAG Nanoparticles in a solution with four different level concentration, on the right the less concentration, it is observed that the particles have a maximum absorption index around the 450 nm approximately an its maximum fluorescence index reaches the 550 nm.

The second type of particles were Manganese doped, which also after the ablation kept its luminescence, this particles after the ablation process were suspended in a solution, but after a while they tend to sediment. The solution was expose to UV light (254 nm), and the result was as it is shown in the following picture (fig. IV.13-5), concluding in this way, that even though the ablation process, the particles keep their luminescence properties.

The tendency of this particles is to agglomerate as is was seeing in the fig. IV.13-3, to avoid it, is necessary to coat them with another compound, but not only to avoid the agglomeration, as mention before the particles should be biocompatible, this is the main task of the coat. This task is taking place in the University

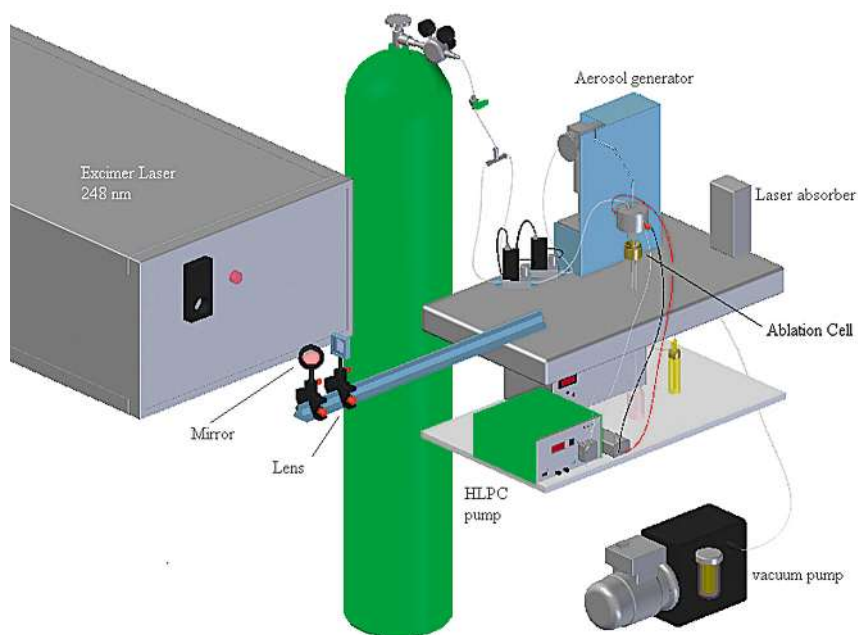


Fig. IV.13-2: LAM Setup with its main components

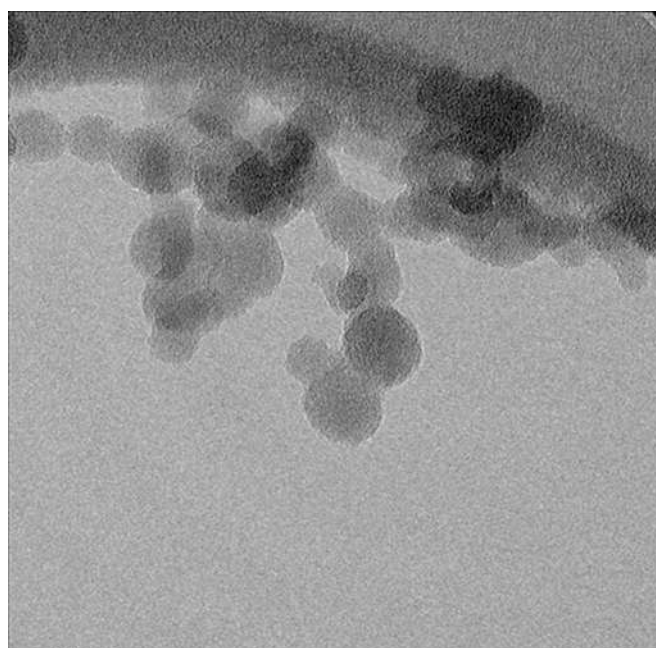


Fig. IV.13-3: YAG Nanoparticles TEM image

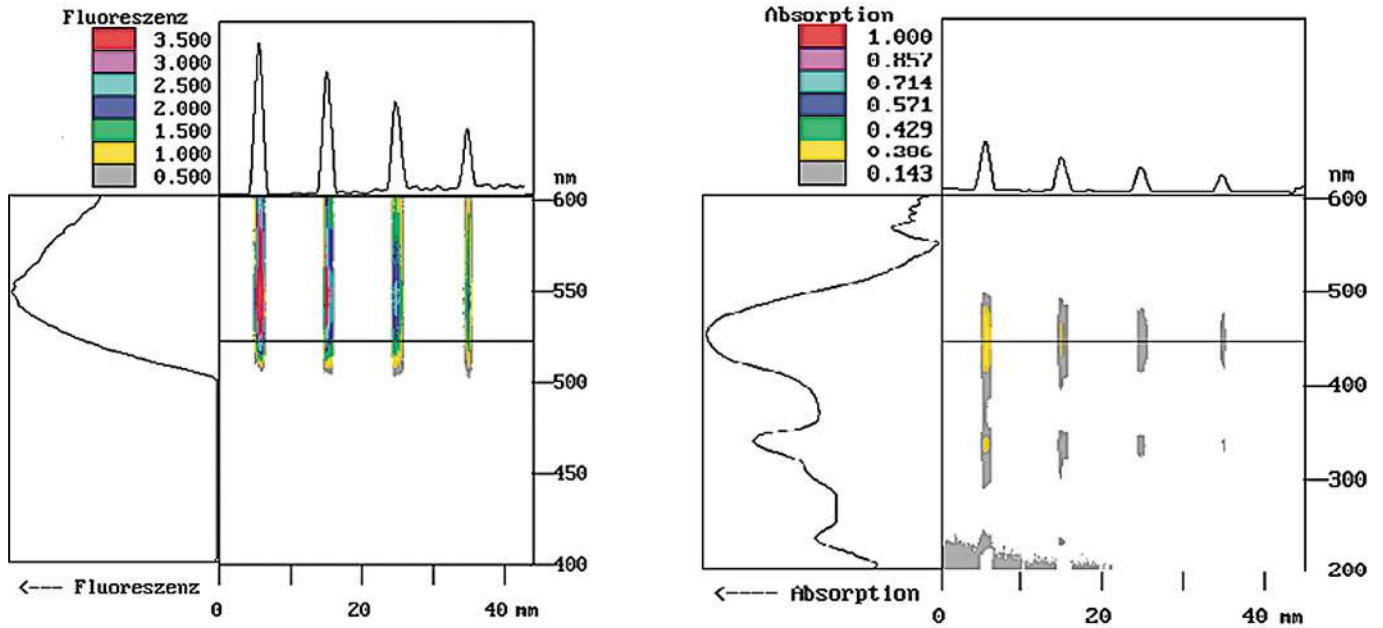


Fig. IV.13-4: YAG Nanoparticles spectrum

of Freiburg, and the preliminary results shows a particle coated or a group of around twelve particles coated within a particle of about 60 nm.

Acknowledgements

The financial support of the BMBF and the kind cooperation with the University of Austin in Texas (former research group of Prof. Brock) are gratefully acknowledged.

References

- [1] Nanotechnologie und Nanoprozesse „Einführung, Bewertung“, Wolfgang Fahrner, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2003.
- [2] Nanotechnologie „Forschung, Entwickler, Anwendung“, H. Paschen, C. Coenen, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2003.
- [3] Nanoparticles produced via Laser ablation of Microparticles, D. Henneken, Doctoral Dissertation, 2001.



Fig. IV.13-5: Quantum dots, of Manganese doped under 254 nm UV light

Georg Nußbaum, Wagenmeister um 1912 und Erfinder der Tabakeinfädelmaschine
Ein Original dieser Maschine ist im Tabak Museum in Malberg zu sehen.



Kompetenz im Detail*

Nussbaum – Kompetenz im Detail

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.

Die Nussbaum-Gruppe zählt zu den weltweit führenden Herstellern von Werkstatt-ausrüstung für Pkw und Lkw. Als innovatives, traditionsreiches Familienunternehmen aus Bodersweier bei Kehl am Rhein beschäftigen wir über 900 Mitarbeiter, davon 120 Auszubildende und Studenten, und fertigen ausschließlich an sechs Standorten in Deutschland. Auf Basis unserer Kernkompetenz „Heben“ diversifizieren wir unser Produktportfolio. Die Nussbaum-Gruppe konzipiert und fertigt heute automatische Parksysteme, smart-tower und car-tower für andere führende Automobilmarken sowie das modulare Werkstattssystem carsatellite.

Nutzen Sie ihre Chance in der Nussbaum-Gruppe!

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

Setzen Sie Ihre theoretischen Kenntnisse bei uns in die Praxis um.

Absolvieren Sie ihre Studien- oder Diplomarbeit bei Nussbaum.

Ihr Ansprechpartner: Johannes Mellein

Otto Nußbaum GmbH & Co. KG · Korker Str. 24 · 77694 Kehl-Bodersweier

Tel.: +49 (0) 78 53/8 99 82 · E-Mail: johannes.mellein@nussbaum-lifts.de

www.nussbaum-lifts.de



cartower bei der Firma S&G in Kehl

Numerische Simulation und Visualisierung periodischer Konvektionsströmungen

Prof. Dr.-Ing. habil. Karl Bühler

Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik

Badstr. 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
 - 1999:** Forschungsaufenthalt an der University of Colorado at Boulder, USA
- Zahlreiche Veröffentlichungen auf dem Gebiet der Thermo- und Fluidodynamik, darunter ein Lehrbuch „Strömungsmechanik“



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

IV.14 Numerische Simulation und Visualisierung periodischer Konvektionsströmungen

Prof. Dr. Karl Bühler, Johannes Louw

Einleitung

Thermische Konvektionsströmungen spielen bei energetischen Transportprozessen die entscheidende Rolle. In Natur und Technik treten Konvektionsströmungen in vielfältigen Formen in Erscheinung. Unterhalb der festen Erdoberfläche bringen periodische Konvektionsströmungen die Wärme aus dem Erdinneren nahe zur Oberfläche. Durch diese großräumigen geophysikalischen Bewegungen wird die Drift der Kontinente hervorgerufen. Auf der Sonnenoberfläche sind Strukturen zu beobachten, die auf periodische Konvektionsströmungen zurückzuführen sind. Bei der Nutzung geothermischer Energie spielen diese Transportprozesse eine wichtige Rolle [2].

Benard hat um 1900 diese periodischen Konvektionsströmungen systematisch untersucht. Rayleigh hat dann 1916 die theoretischen Grundlagen gelegt. Der Wärmetransport durch eine horizontale Fluidschicht im Schwerfeld wird deshalb als Rayleigh-Benard Problem bezeichnet und stellt das klassische Modell zur Untersuchung thermokonvektiver Instabilitäten dar. Die theoretischen Grundlagen von Konvektionsströmungen sind in den Büchern [3, 4, 5] zusammengestellt. Durch Verallgemeinerungen wurde dieses Stabilitätsproblem erweitert und an technische Fragestellungen angepasst. Die freie Konvektion im Spalt wurde in [6,8] beschrieben.

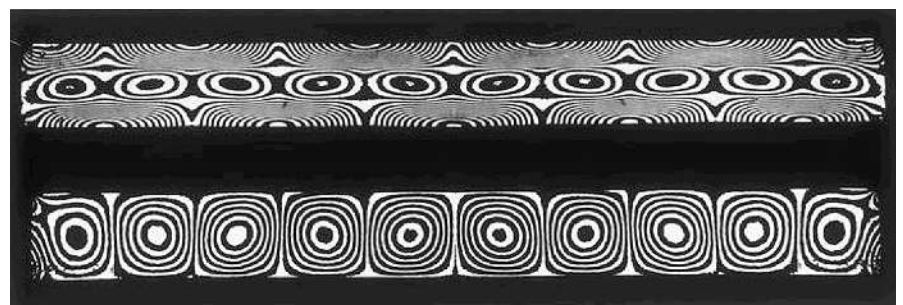


Abb. IV.14-1: Differential-Interferogramme der Zellularkonvektion im Rechteckbehälter, Versuchsmedium Silikonöl, oben vertikale Temperaturdifferenzen $Ra=6270$, unten horizontale Temperaturdifferenzen $Ra=1912$

Experimente

In der Dissertation [1] wurde das Rayleigh-Stokes Problem in einem rechteckförmigen Behälter mit optischen Methoden untersucht. Ein Resultat der Visualisierung mit der Differentialinterferometrie ist in Abb. IV.14-1 dargestellt. Deutlich ist die periodische Struktur zu erkennen.

Es handelt sich um Konvektionsrollen, die sich in einem Rechteckbehälter par-

allel zur kürzeren Seite orientieren. Diese Eigenschaft kommt der Anwendung optischer Methoden sehr entgegen. Das obere Differential-Interferogramm in Abb. IV.14-1 zeigt Linien konstanter vertikaler Temperaturdifferenzen. Starke Änderungen der Gradienten sind mit einer hohen Liniendichte verbunden. Diese Stellen treten in der Auftriebszone nahe der oberen Berandung und in der Abtriebszone nahe der unteren Berandung auf. Damit kann die Strömung aus

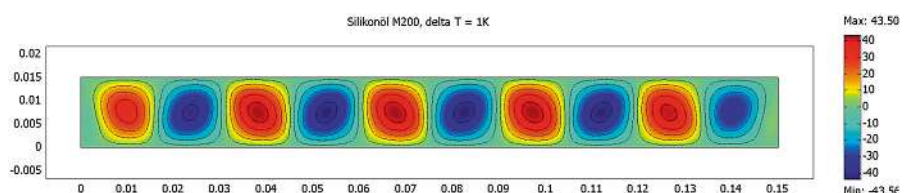


Abb. IV.14-2: Linien konstanter horizontaler Temperaturgradienten bei der ausgebildeten Konvektionsströmung

dem Verlauf der Interferenzlinien gedeutet werden.

Die Gradientenempfindlichkeit des Differential-Interferometers ermöglicht nun auch die Visualisierung von horizontalen Temperaturgradienten, wie das Interferogramm in Abb. IV.14-1 unten zeigt. Diese Interferenzlinien sind Linien konstanter horizontaler Temperaturgradienten. Diese werden durch die periodische Auf- und Abtriebsströmung hervorgerufen und sind deshalb direkt mit dem Strömungsfeld gekoppelt. Es besteht deshalb eine direkte Korrelation zwischen den Interferenzlinien und den Stromlinien. Für schubspannungsfreie Ränder konnte sogar eine Identität nachgewiesen werden [1].

Numerische Simulation

Die Entwicklung der numerischen Simulationsmethoden ermöglicht nicht nur die Berechnung vieler Problemstellungen aus der Thermo- und Fluidmechanik, sondern liefert auch für die Visualisierung der Rechenergebnisse in vielfältiger Form. Das numerische Verfahren zur Berechnung thermischer Konvektionsströmungen der Firma COMSOL Multiphysics [7] wird auf diese Problemstellung angewandt. Im Rahmen einer Projektarbeit [9] wurden freie Konvektionsströmungen simuliert. Eine Fluidschicht wird als ebenes Problem mit einer Ausdehnung von 150 mm in x-Richtung und 15 mm in y-Richtung betrachtet. Die Schwerkraft wirkt entgegen der y-Richtung nach unten.

Die Abb. IV.14-2 und Abb. IV.14-3 zeigen Simulationsergebnisse im ausgebildeten Zustand. Die Rayleighzahl $Ra = g\beta\Delta T h^3 / (\nu\alpha)$ liegt damit über der kritischen Rayleighzahl $Ra_c = 1708$ für unendlich ausgedehnte horizontale Fluidschichten. Die Anzahl der Konvektionsrollen stimmt mit dem Experiment überein, so dass dies auch für die Wellenlänge gilt. Der Querschnitt der Rollen ist nahezu quadratisch. Die Linien konstanter horizontaler Temperaturgradienten in Abb. IV.14-2 geben qualitativ die Struktur der Konvektionsströmung aus dem Experiment in Abb. IV.14-1 unten wieder. Die berechneten Stromlinien in Abb. IV.14-3 sind im Detail zu den Linien $\partial T / \partial x$ in Abb. IV.14-2 etwas verschieden, während die globale Struktur der Strömung durch beide Lösungen gut wiedergegeben wird.

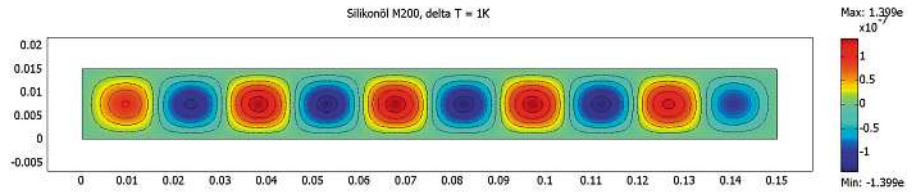


Abb. IV.14-3: Stromlinien bei der ausgebildeten Konvektionsströmung im kritischen Bereich

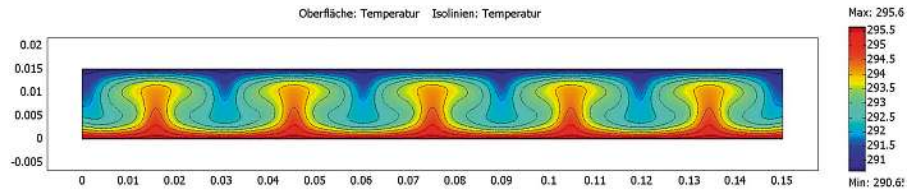


Abb. IV.14-4: Isolinien sind Linien konstanter Temperatur, rote Farbe entspricht hoher Temperatur und blaue Farbe niedriger Temperatur

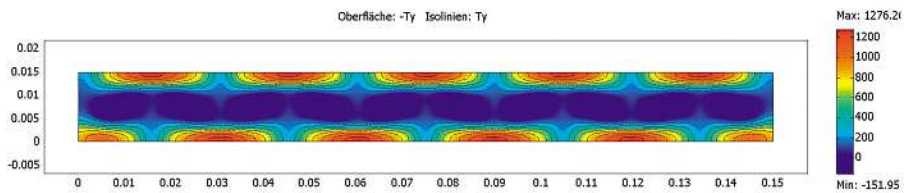


Abb. IV.14-5: Dargestellt ist das Gradientenfeld der Temperatur in vertikaler Richtung, Die roten Gebiete markieren die Stellen mit dem höchsten Wärmeübergang

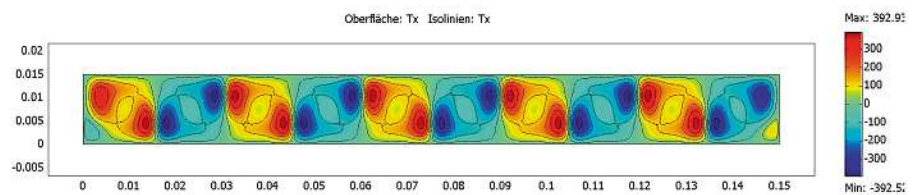


Abb. IV.14-6: Linien konstanter horizontaler Temperaturgradienten, die größten Werte treten in der Auftriebszone unten und in der Abtriebszone oben auf

Die Konvektionsströmung im überkritischen Zustand bei einer Rayleighzahl von $Ra=7530$ wird durch die Resultate in den Abb. IV.14-4 bis Abb. IV.14-11 repräsentiert. Das Temperaturfeld ist in Abb. IV.14-4 durch Linien, die den Isothermen entsprechen und durch die entsprechende Farbverteilung dargestellt. Die Auftriebszonen entsprechen den Bereichen mit höherer Temperatur mit der roten Farbe, während in den Abtriebszonen die Temperatur niedriger ist und diese Bereiche deshalb durch die blaue Farbe repräsentiert werden. Experimentell lassen sich die Isothermen nur mit dem Mach-Zehnder Interferometer ermitteln. Dieses optische Messverfahren ist jedoch im Vergleich mit dem Differential-Interferometer mit sehr hohem Aufwand verbunden.

Die Abb. IV.14-5 zeigt nun das Feld der Temperaturgradienten in vertikaler Richtung. Diese Verteilung repräsentiert den lokalen Wärmestrom von der unteren zur oberen horizontalen Begrenzung. Die roten Bereiche zeigen die Stellen mit dem größten lokalen Wärmeübergang von der Wand ans Medium unten und vom Medium an die Wand oben. Dies trifft in der Auftriebszone nahe der oberen Wand und in der Abtriebszone nahe der unteren Wand auf, wodurch diese Bereiche zu unterscheiden sind. Die Liniendichte markiert die Änderungen des lokalen Wärmestromes in vertikaler Richtung. Diese Darstellung der Eigenschaften des Temperaturfeldes der numerischen Lösung entspricht dem mit dem Differential-Interferometer aufgenommenen Interferogramm in Abb. IV.14-1 oben.

Das Temperaturgradientenfeld in horizontaler Richtung ist in Abb. IV.14-6 dargestellt. Die größten Gradienten treten in der Auftriebszone unten und in der Abtriebszone oben auf. Durch die höhere Rayleighzahl haben sich in diesem überkritischen Bereich höhere Moden ausgebildet, die gegenüber der Lösung im kritischen Zustand von Abb. IV.14-2 zu signifikanten Änderungen der Struktur innerhalb der Wirbel führen.

Aus dem Geschwindigkeitsfeld lässt sich die Stromfunktion berechnen. Die Linien konstanter Stromfunktion sind in Abb. IV.14-7 dargestellt. Im Vergleich zu der Stromlinienstruktur im kritischen Bereich in Abb. IV.14-3 zeigt sich in diesem überkritischen Strömungszustand

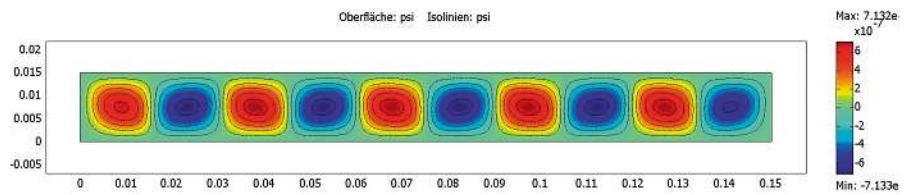


Abb. IV.14-7: Stromlinien der periodischen Konvektionsströmung. In den blauen Gebieten erfolgt die Strömung im Uhrzeigersinn und in den roten Gebieten in entgegen dem Uhrzeigersinn

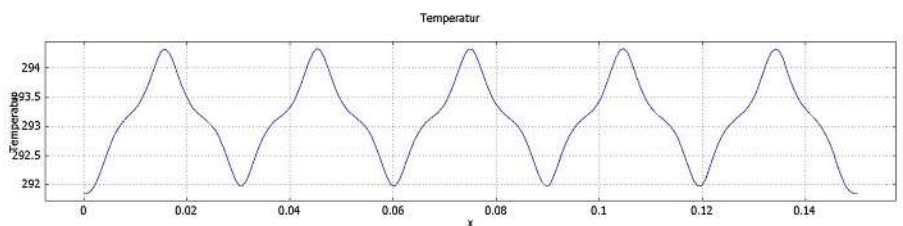


Abb. IV.14-8: Temperaturverlauf in der Mitte der Fluidschicht

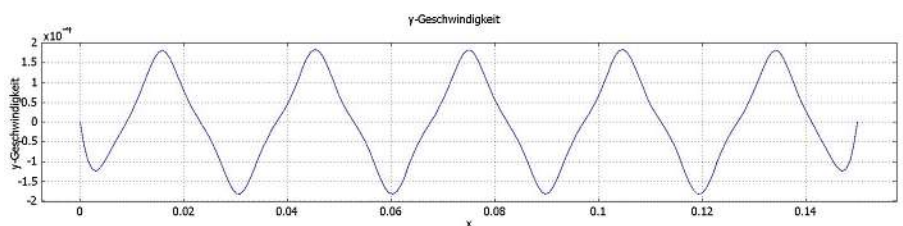


Abb. IV.14-9: Vertikalgeschwindigkeit in der Mitte der Fluidschicht

von Abb. IV.14-7 der Einfluss der höheren Moden ebenfalls durch die geneigte Stromlinienform.

Weitere Details der Konvektionsströmung sind in den Abb. IV.14-8 bis Abb. IV.14-11 durch die Verteilung charakteristischer Größen in der Schichtmitte dargestellt. Der Verlauf der Temperatur ist in Abb. IV.14-8 aufgetragen. Deutlich zeigt sich hier der nichtlineare Charakter der konvektiven Bewegung durch die höherharmonischen Anteile. Die Geschwindigkeitsverteilung ist in Abb. IV.14-9 zu sehen. Die positiven und negativen Bereiche markieren deutlich die Auf- und Abtriebszonen der Konvektionsströmung.

Die Verteilung des Wärmestromes ist in Abb. IV.14-10 dargestellt. Durch den Einfluss der Seitenwände ist zu den Rändern hin eine Abnahme der Amplitude festzustellen. Den Verlauf des horizontalen Temperaturgradienten in Spaltmitte zeigt das Abb. IV.14-11. Die starke Variation ist auf die höheren Moden zurückzuführen und repräsentiert den Verlauf von Abb. IV.14-6 in Spaltmitte.

Zusammenfassung

Die Rayleigh-Benard Konvektion in horizontalen Fluidschichten mit seitlichen Begrenzungen lässt sich mit dem numerischen Verfahren COMSOL MULTIPHYSIC simulieren und entsprechend visualisieren. Details der Konvektionsströmung

können in verschiedenen Formen dargestellt und analysiert werden. Die weiteren Arbeiten werden der Simulation der dreidimensionalen Strömung mit Wärmetransport gewidmet werden.

Literatur:

- [1] Bühler K.: Zellularkonvektion in rotierenden Behältern. Dissertation Universität (TH) Karlsruhe 1979
Fortschrittsberichte der VDI-Zeitschriften Reihe 7, Nr. 54.
- [2] VDI-Gesellschaft Energietechnik: Geothermische Möglichkeiten im Oberrheingraben, Konferenz an der Hochschule Offenburg 2006.
- [3] Jischa M.: Konvektiver Impuls-, Wärme- und Stoffaustausch. Braunschweig: Vieweg (1982).
- [4] Merker G.P.: Konvektive Wärmeübertragung. Berlin, Heidelberg, New York: Springer (1987).
- [5] Müller U., Ehrhard P.: Freie Konvektion und Wärmeübertragung. Heidelberg: C.F.Müller (1999).
- [6] Bühler K.: Special solutions of the Boussinesq-equations for free convection flows in a vertical gap. Heat and Mass Transfer 39 (2003) 631-638.
- [7] COMSOL MULTIPHYSICS 2005.
- [8] Bühler K.: Freie Konvektion im vertikalen Spalt- Analytische Lösungen und numerische Simulation. Proc. I.FEMLAB KONFERENZ, Frankfurt, 2.-4.Nov.2005, S.291-296.
- [9] Louw J.: Numerische Simulation von Konvektionsströmungen mittels der Boussinesq-Approximation. Projektarbeit im SG Mechanical Engineering, Hochschule Offenburg 2006.

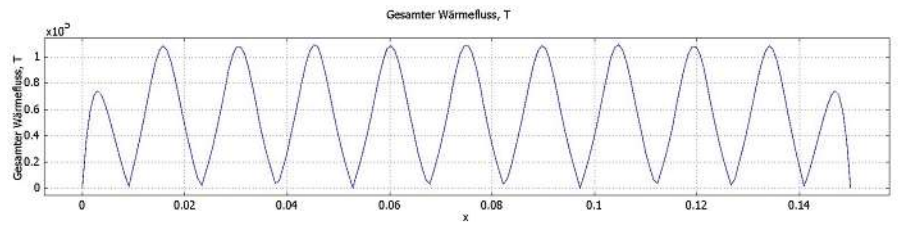


Abb. IV.14-10: Verteilung des Wärmestromes in der Mitte der Fluidschicht

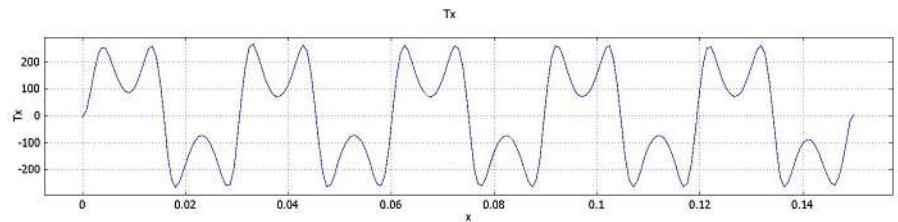


Abb. IV.14-11: Verlauf des horizontalen Temperaturgradienten $\partial T/\partial x$ in der Mitte der Fluidschicht

WELTER – LAHR

Antriebstechnik

Komponentenfertigung für Antriebe von Schienen-, Wasser- und Nutzfahrzeuge, Fördertechnik und Anlagenbau

Automatisierung, Modernisierung und CNC – Umbauten von Werkzeugmaschinen



Richard Welter

Maschinen- und Zahnradfabrik GmbH

Karl-Kammer-Straße 7, 77933 Lahr / Schwarzwald

Tel.: 078 21/923-0, Fax: 078 21/923-129

e-mail: zahnrad@welter-lahr.de, internet: www.welter-lahr.de

Erste Wahl

NEUMAYER



- Gesenkschmieden
- Präzisionsumformung
- Mechanische Bearbeitung
- Montage



Richard Neumayer Gesellschaft für Umformtechnik mbH

Postfach 11 68
77750 Hausach

Wilhelm-Zangen-Straße 8
77756 Hausach

Telefon +49 (0) 7831 803-0
Fax +49 (0) 7831 803-18

E-mail: neumayer@r-neumayer.de
Internet: www.r-neumayer.de



THIEME

Verwirklichen Sie sich in einem zukunftsorientierten Unternehmen!

Wir haben uns technologisch anspruchsvollen Produkten verpflichtet. Innovation sehen wir daher als unsere Aufgabe. Die dadurch entstehenden vielseitigen Themenbereiche sind sehr prädestiniert für Diplomarbeiten und für die Absolvierung von Praxissemestern. THIEME bietet daher interessante Aufgabenstellungen für junge Menschen.

THIEME ist ein weltweit engagiertes und erfolgreiches Familienunternehmen mit etwa 400 Mitarbeitern an 5 Standorten. In den zwei Geschäftsbereichen **Drucksysteme** und **Polyurethan** ist THIEME aufgrund seiner hohen Innovationskraft mit vielen Erzeugnissen technologischer Marktführer.

Um den Erfolg an der Spitze auch langfristig zu festigen, sucht THIEME stets **zielorientierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter**.

Polyurethan

Drucksysteme

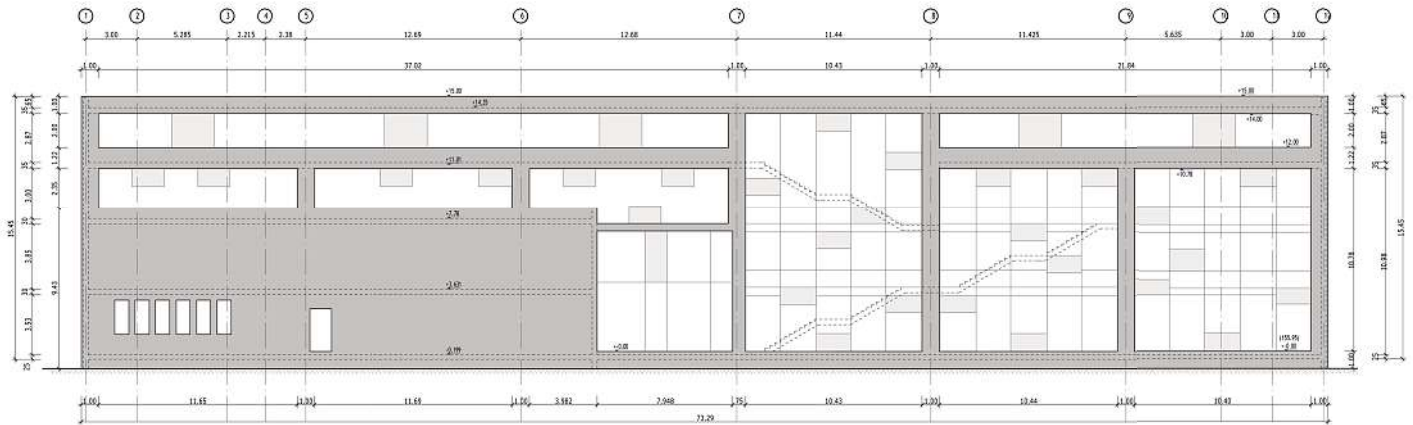
Mehr Info:
www.thieme-products.com

THIEME GmbH & Co. KG
Personalabteilung

Robert-Bosch-Str. 1
D-79331 Teningen

Tel. 076 41-583-0
Fax 076 41-583-110

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

Zukunft erfolgreich gestalten



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

Neue Methoden zur Analyse von Pflanzlichen Drogen

Prof. Dr. rer. nat. Bernd Spangenberg

Studiendekan Verfahrenstechnik
Stellvertretender Leiter IAF

Badstr. 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 Kontrolleur
- 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



Forschungsschwerpunkte: Chemometrie, Trenntechniken, Dünnschichtchromatographie

IV.15 Neue Methoden zur Analyse von Pflanzlichen Drogen

Prof. Dr. Bernd Spangenberg,
Meltem Göcer

Einleitung

Die Trennmethode Dünnschichtchromatographie (DC) wird als Methode der Wahl zur schnellen Analyse pflanzlicher Arzneimittel eingesetzt. Das hat folgende Gründe:

- Die DC ist eine schnelle, robuste und preiswerte Trenntechnik. Ergebnisse liegen innerhalb kürzester Zeit vor. Die Methode verlangt nicht nach großen Mengen an hochreinen Lösungsmitteln wie z. B. die HPLC (High Performance Liquid Chromatography) und kann damit auch in Ländern ohne ausreichende chemische Infrastruktur angewendet werden.
- Neben einer qualitativen Analyse erlaubt die DC auch quantitative Messungen. Der apparative Aufwand ist größer als bei qualitativen Bestimmungen, liegt jedoch unter dem Aufwand, der bei quantitativen Bestimmungen mittels HPLC betrieben werden muss.
- Die DC liefert einen charakteristischen „Fingerabdruck“ eines Extraktes, und dieser kann zur schnellen Identifizierung einer pflanzlichen Droge herangezogen werden. Insbesondere beim Erkennen von Verfälschungen, wie sie zunehmend bei unseriösen Internetanbietern und „fliegenden Händlern“ in der dritten Welt auftreten, ist die DC die einzige Methode, die solche kriminellen Handlungen mit einem vertretbaren Aufwand innerhalb kürzester Zeit aufdecken kann.

- Die DC wird weltweit bei der gezielten Züchtung höherwertiger Arzneipflanzen eingesetzt, um die wirksamen Inhaltsstoffe dieser Pflanzen zu optimieren.
- Die DC spielt eine wichtige Rolle bei der Charakterisierung von Inhaltsstoffen unbekannter Pflanzen.
- Die DC ist eine wichtige Methode bei der Freigabeanalytik und der Stabilitätsüberprüfung von pflanzlichen Fertigarzneimitteln.

Ergebnisse

Im Labor für Umwelt- und Bioanalytik der Hochschule Offenburg wurde in den letzten Monaten eine Reihe von pflanzlichen Wirkstoffen untersucht. Exemplarisch vorgestellt wird hier ein Extrakt, der aus den Blättern des Ginkgo baums (*Ginkgo biloba*) gewonnen wird. Ginkgopräparate fördern die Durchblutung des Gehirns und werden zur Steigerung der geistigen Leistungsfähigkeit eingesetzt.

Zur Analyse von pflanzlichen Extrakten werden die frischen oder getrockneten Blätter zermörsert und mit einem Lösungsmittel, hier mit Methanol, extrahiert. Der filtrierte Extrakt wird strichförmig auf eine DC-Platte aufgetragen. Solch eine DC-Platte besteht aus einer Glasplatte in den Maßen 10*10 cm oder 10*20 cm und ist mit einem Sorbens, der sogenannten Stationären Phase, beschichtet. Als Stationäre Phase kommt in der Regel Kieselgel zum Einsatz. Nun wird die Platte in einem speziellen Lösungsmittelgemisch „entwickelt“. Dazu lässt man die Mobile Phase durch Kapillarkräfte in der Stationären Phase auf-

steigen. Die verschiedenen Inhaltsstoffe des aufgetragenen Pflanzenextraktes werden unterschiedlich weit mitgetragen und so aufgetrennt. Nach dem Trocknen der DC-Platte wird diese mit verschiedenen Reagenzien besprüht oder in eine Reagenzlösung getaucht, um spezifische Reaktionen der Pflanzeninhaltsstoffe mit der Reagenzlösung durchzuführen. Als Resultat erhält man verschiedenfarbige Zonen auf der DC-Platte, deren Art und Anordnung pflanzenspezifisch sind.

Abb. IV.15-1 zeigt eine 10*10 cm DC-Platte, auf der acht unterschiedliche Mengen eines methanolischen Ginkgo-Extraktes aufgetragen und entwickelt wurden. Als Mobile Phase wurden Ethylacetat, Essigsäure, Ameisensäure und Wasser im Volumenverhältnis 100:11:11:26 verwendet. Die Stationäre Phase besteht aus Kieselgel mit einem mittleren Korndurchmesser von 5 µm. Nach der Trennung wurde die Platte in NEU-Reagenz (1 % Lösung von Diphenylboryl-Oxyethylamin in Methanol) getaucht. Anschließend wurde in 5 % ethanolische Polyethylenglycol 600-Lösung getaucht, um die Fluoreszenz zu verstärken, die bei einer Einstrahlung mit Licht der Wellenlänge 366 nm von den verschiedenen pflanzlichen Inhaltsstoffen abgestrahlt wird. Nach der NEU-Färbung sieht die DC-Platte mit den Ginkgo-Inhaltsstoffen im sichtbaren Licht relativ unspektakulär aus. Es sind einige wenige blass rot gefärbte Banden zu erkennen. Wird die Platte mit UV-Licht der Wellenlänge 366 nm bestrahlt, leuchten die verschiedenen Extraktbestandteile in den unterschiedlichsten Farben.

An der Hochschule Offenburg wurde vor einigen Jahren ein DC-Scanner entwickelt, der mittels Dioden-Array Spek-

troskopie die spektrale Absorption des Lichtes auf einer DC-Platte auch im Ultravioletten Bereich (200 – 400 nm) messen kann. Dazu wird die DC-Platte mit einem X/Y-Tisch unter einem Lichtleiterinterface bewegt. Die Platte wird dabei mit UV-Licht einer Deuteriumlampe bestrahlt, das reflektierte Licht wird in einem Dioden-Array Detektor (DAD) spektral zerlegt und in seiner Intensität gemessen. Für Aufnahmen im sichtbaren Bereich (400 – 800 nm) ist neben der Deuteriumlampe noch eine Wolframlampe verfügbar.

Das System misst orts- und wellenlängenabhängig die Lichtintensität J , die von einer DC-Platte abgestrahlt wird, wenn sie mit der Lichtintensität I_0 beleuchtet wird.

$$R_0 = \frac{J(\lambda)}{I_0(\lambda)} \quad (1)$$

Beide Lichtintensitäten werden zur Auswertung entsprechend Formel (1) in einem Ausdruck zusammengefasst. Wird entsprechend Formel (2) umgerechnet, erscheinen alle orts- und wellenlängenabhängigen Signale als positive Werte, wenn Licht absorbiert wird.

$$A(\lambda) = \left(\frac{1 - R_0}{R_0} \right) \quad (2)$$

Wird entsprechend Formel (3) umgerechnet, erscheinen alle orts- und wellenlängenabhängigen Signale nur positiv, wenn von diesen Plattenbereichen Fluoreszenzlicht abgestrahlt wird.

$$F(\lambda) = (R_0 - 1) \quad (3)$$

Wird nun die Platte mit dem getrennten Ginkgo-Extrakt (eine Bahn aus Abb. IV.15-1) im UV-Bereich vermessen und über Formel (2) ausgewertet, werden starke Absorptionsbanden zwischen 200 und 550 nm sichtbar.

Abb. IV.15-3 zeigt in der Mitte das Bild einer Ginkgo-Bahn, im Sichtbaren aufgenommen. Links zu sehen ist der Kontourplot dieser Bahn, mit dem neuen DC-Scanner aufgenommen und über Formel (2) ausgewertet. Farblich dargestellt sind die Absorptionsbanden der Ginkgo-

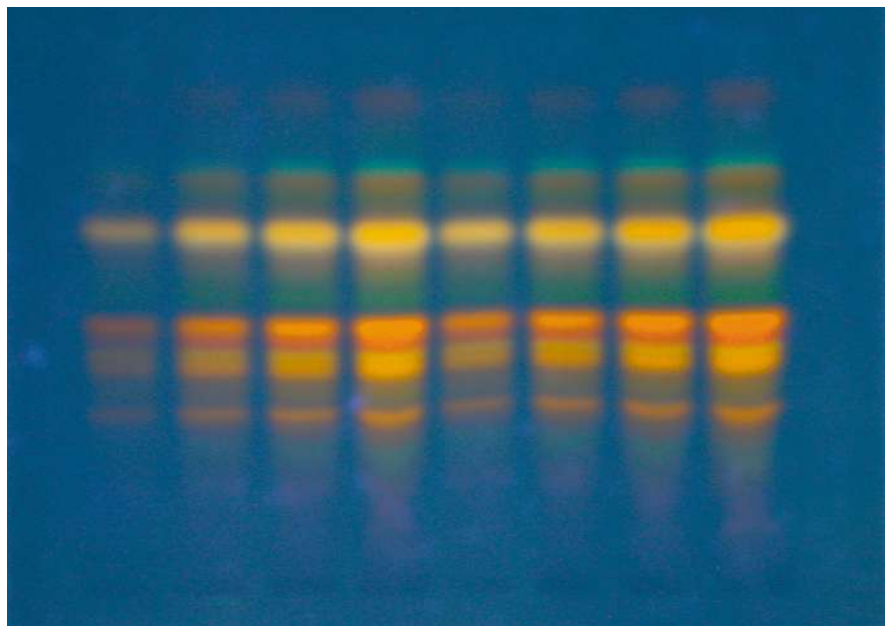


Abb. IV.15-1 zeigt acht Bahnen eines Ginkgo-Extraktes, aufgetragen auf einer 10*10 cm DC-Platte, getrennt und mit NEU-Reagenz besprüht. Die Fluoreszenz wurde unter UV-Licht (366 nm) aufgenommen.

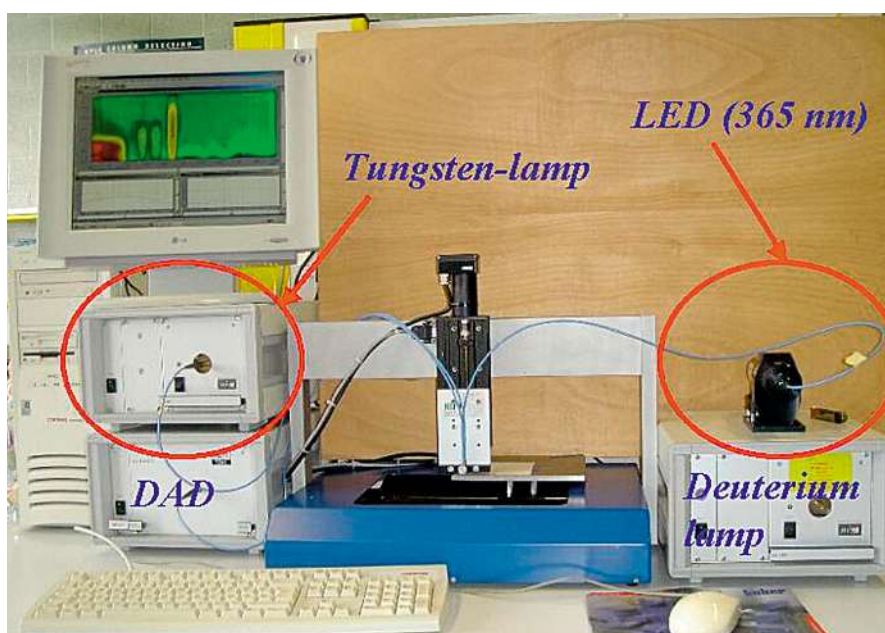


Abb. IV.15-2 zeigt den Aufbau eines modernen DC-Scanners mit dem X/Y-Tisch (blau), einer Wolfram- und Deuteriumlampe sowie dem Dioden-Array Detektor. Rechts oben ist die neuartige LED zu sehen.

Inhaltsstoffe im Bereich von 200 bis 600 nm. Die schwach-roten Banden im Mittelbild kommen von Lichtabsorptionen der Ginkgo-Inhaltsstoffe im Bereich um 500 nm. Im rechten Teil der Abb. IV.15-3 ist das Chromatogramm der Trennung als Absorptionskurve gegen die Trennstrecke dargestellt. Die getrennten Inhaltsstoffe erscheinen als schmale „Bergspitzen“, so genannte „Peaks“.

Bei Verwendung einer LED mit einer Emission bei 365 nm als Beleuchtungsquelle ist die empfindliche Detektion der Fluoreszenzspektren einer DC-Platte möglich. Solch eine lichtstarke und stabil arbeitende Emissionsquelle für den UV-Bereich ist erst seit wenigen Jahren verfügbar und wurde hier erstmalig in den Aufbau eines DC-Scanners integriert.

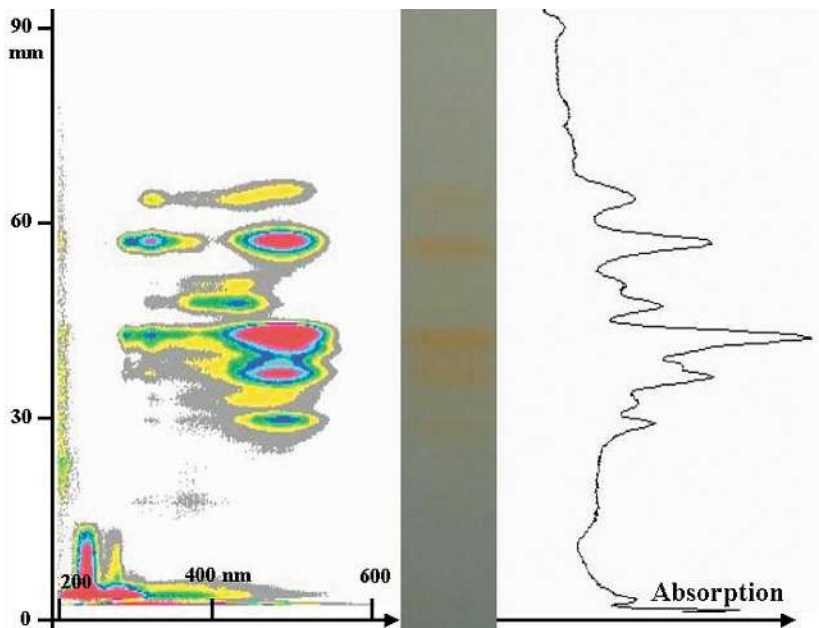


Abb. IV.15-3 zeigt in der Mitte eine DC-Trennung eines Ginkgo-Extraktes, im sichtbaren Licht aufgenommen und über Formel (2) ausgewertet. Links ist die spektrale Verteilung der Lichtabsorption im Bereich von 200 – 600 nm dargestellt, und rechts sieht man die Absorptionsverteilung (gegen die Trennstrecke) aufgetragen.

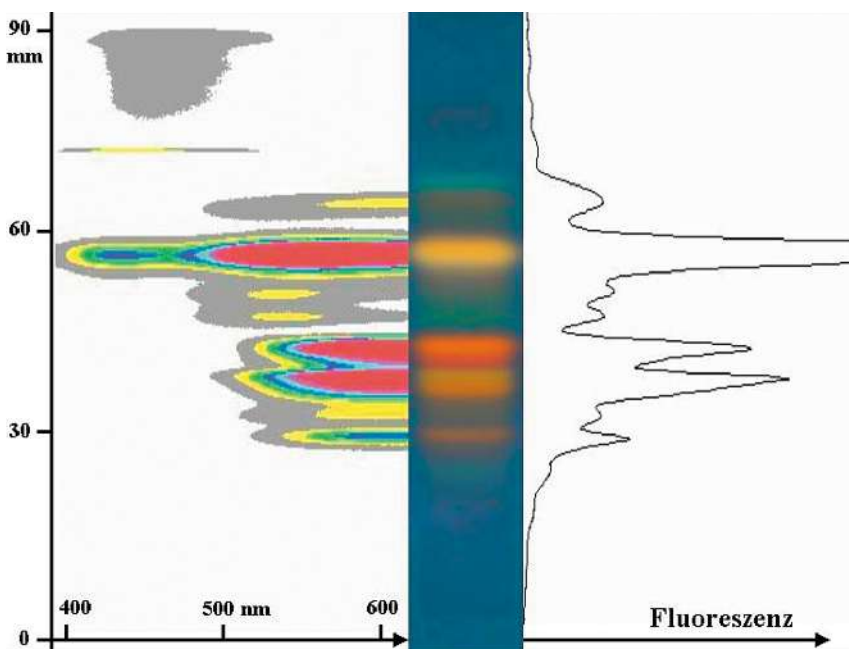


Abb. IV.15-4 zeigt in der Mitte die Aufnahme einer Ginkgo-Extraktrennung und links die spektrale Verteilung der Fluoreszenzsignale auf der DC-Platte. Rechts ist die Fluoreszenzintensität als Chromatogramm gegen die Trennstrecke aufgetragen dargestellt.

Abb. IV.15-4 zeigt in der Mitte die DC-Aufnahme eines getrennten Ginkgo-Extraktes in Fluoreszenz. Links ist die mit dem neuen DC-Scanner aufgenommene spektrale Verteilung der Fluoreszenzsignale, berechnet mit Formel (3), zu sehen.

Rechts ist die Fluoreszenzintensität als Chromatogramm gegen die Trennstrecke aufgetragen. Die einzelnen Substanzen des Extraktes erscheinen wieder als „Peaks“.

Bewertung

Die spektrale Vermessung von Extrakten in Absorption und Fluoreszenz, wie sie in Abb. IV.15-3 und Abb. IV.15-4 gezeigt sind, liefert wesentlich mehr Informationen als die bloße Farbaufnahme einer DC-Bahn. Die spektrale Verteilung über die Trennstrecke als Absorptionssignal oder als Fluoreszenzsignal dargestellt, charakterisiert die einzelnen Inhaltsstoffe über ihre Spektren. Die Aufnahmen liefern ein Gesamtbild des Extraktes, da ein visuelles Bild der DC-Trennung mit den spektralen Informationen dieser Trennung verknüpft ist. Die gewonnenen Daten eignen sich hervorragend zur Unterscheidung verschiedener Extrakte und bereichern das Instrumentarium pflanzliche Analytik um eine neue Methode.

Mit Kendrion zum Erfolg!

Kendrion N.V. bietet als international agierender Konzern ca. 3.100 Mitarbeitern einen sicheren und anspruchsvollen Arbeitsplatz.

Kendrion hat sich als führender Hersteller für elektromagnetische Komponenten in Europa etabliert. Wir entwickeln und produzieren ein vielseitiges Produktspektrum an Elektromagneten für Motoren, Fahrzeuge und Roboter.

Wir haben das Potential, das in der engen Verzahnung von Wissenschaft und praktischer Anwendung liegt, erkannt und kooperieren deshalb insbesondere in der Produktentwicklung mit verschiedenen Universitäten. Durch die internationale Ausrichtung von Kendrion ergibt sich für Nachwuchskräfte bei uns so ein spannendes Betätigungsfeld mit interessanten Zukunftsperspektiven.

Wenn Sie echte Herausforderungen mögen und ein angenehmes Arbeitsklima schätzen, sind Sie bei uns genau richtig.

Haben wir Ihr Interesse für ein Praktikum, eine Diplomarbeit oder eine anspruchsvolle Anstellung geweckt? Dann sprechen Sie uns an...

Kendrion Binder Magnete GmbH • Thomas Fritz • Mönchweilerstraße 1
78048 Villingen-Schwenningen • Deutschland
Telefon: +49 7721 877-276 • Telefax: +49 7721 877-348
www.kendrion-electromagnetic.com • bewerbungen.ke@kendrion.com



thoma
MAGNETTECHNIK

NEUE **HAHN MAGNET**

BINDER

T H E S P I R I T O F M A G N E T I S M

Im Blickpunkt - Förderung des Mittelstandes

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

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



Volksbank Offenburg

Solarthermie2000plus Solare Klimatisierung von Bürogebäuden

Prof. Elmar Bollin

Badstr. 24
77652 Offenburg
Tel.: 0781 205-126
E-Mail: bollin@fh-offenburg.de

- 1954:** Geboren
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)

Forschungsgebiete: Solarthermische Großanlage, Photovoltaische
Inselversorgung, Energiemanagement in Gebäuden



IV.16 Solarthermie2000plus Solare Klimatisierung von Bürogebäuden

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

Während im Solarthermie-2000 Teilprogramm 2 nur große Solaranlagen zur Warmwasserbereitung förderfähig waren, wird seit der Neuauflage des Projekts als Solarthermie2000plus der Schwerpunkt u. a. auf Anlagen zur solar unterstützten Kühlung gelegt. Diese Änderung in der Förderpolitik ist vor allem darauf zurückzuführen, dass genügend Erkenntnisse zu Auslegung und Betrieb der bisher geförderten Anlagen vorliegen, aber noch viel Forschungsbedarf bei anderen Solaranlagentypen besteht. In Solarthermie2000plus werden Solaranlagen zur Unterstützung kombinierter Trinkwasser- und Heizungsanlagen sowie von Wärmenetzen mit und ohne Langzeitwärmespeicherung gefördert. Außerdem werden Konzepte zur Kombination von Solarwärme mit anderen regenerativen Energieformen und zur Erzeugung von Prozesswärme unterstützt. Ein weiterer förderfähiger Anlagentyp ist die solar unterstützte Klimatisierung in Kombination mit Trinkwassererwärmung und Heizung. Insgesamt sind in Europa heute etwa 6 MW Kälteleistung in der solaren Kälteerzeugung installiert. Alleine in Deutschland fallen jedoch jährlich etwa 40.000 GWh Stromverbrauch nur für die Klimatisierung von Bürogebäuden an [1]. Daraus ist das große Potential für die solare Klimatisierung ersichtlich. Den deutlich höheren Investitionskosten im Verhältnis zur Kompressionskälte stehen

erheblich niedrigere Betriebskosten gegenüber. Die dadurch jedoch hohen Kältegestehungskosten sind hierbei ein großes Hindernis für eine schnelle Marktdurchdringung. Hier sind Förder- und Forschungskonzepte wie Solarthermie2000plus dringend erforderlich, um durch finanzielle Förderung und Verringerung der Wärmegegestehungskosten durch Optimierung des Anlagenbetriebs zu einer besseren Wirtschaftlichkeit zu gelangen.

Funktionsprinzip der solaren Klimatisierung

Für die solare Klimatisierung kommen Sorptionskältemaschinen in offener und geschlossener Betriebsweise zum Einsatz. Bei offenen Sorptionskälteanlagen wird Wasser direkt in die zuvor getrock-

nete Lüftungszuluft verdunstet und dadurch gekühlt. Bei geschlossenen Systemen wird das Kältemittel (meist Wasser oder Ammoniak) im Kreislauf geführt. Es können jeweils feste oder flüssige Sorptionsmittel eingesetzt werden. Anlagen mit flüssigen Sorptionsmitteln werden als Absorptions-, welche mit festen Sorptionsmitteln als Adsorptionskältemaschinen bezeichnet.

Eine solche Solaranlage zum unterstützenden Betrieb einer Adsorptionskältemaschine mit Silikagel als Sorptionsmittel wird seit kurzem von der Hochschule Offenburg betreut. Hier soll zu den bereits bestehenden Adsorptionskältemaschinen, die bisher mit Gaskesseln und Kompressorenabwärme betrieben werden, eine Solaranlage als dritte Wärmequelle hinzugefügt werden.

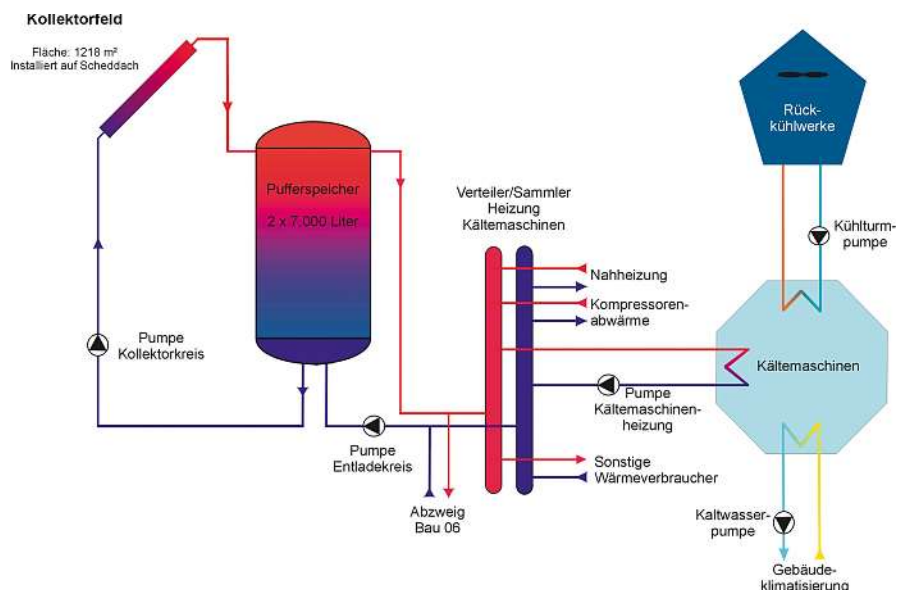


Abb. IV.16-1: Prinzipialbild der solar unterstützten Klimatisierung

Funktionsprinzip der Adsorptionskältemaschine

Bei einer Adsorptionskältemaschine (Abb. IV.16-2) wird zur Kälteerzeugung wie bei einer Kompressionsmaschine im Verdampfer Flüssigkeit (hier Wasser) verdampft und die dafür benötigte Verdampfungsenthalpie der Umgebung entzogen und somit gekühlt. Damit das Wasser schon bei niedrigen Temperaturen in ausreichender Menge in die Gasphase übergeht, wird in der Kältemaschine ein starker Unterdruck erzeugt. Das verdampfte Kältemittel adsorbiert auf dem Adsorptionsmittel (Silikagel). Die dabei frei werdende Kondensationswärme muss über eine Rückkühlung abgeführt werden. Ist das Silikagel mit Kältemittel beladen, wird die Kammer in den Desorptionszyklus geschaltet. Hierbei wird das Silikagel auf 55°C – 90°C erwärmt und das Wasser desorbiert vom Silikagel und wird im Kondensator der Kältemaschine wieder in die flüssige Phase überführt. Der Kondensator muss ebenfalls zum Abführen der Kondensationswärme rückgekühlt werden. Das kondensierte Wasser wird wieder dem Verdampfer zugeführt, womit der Kreislauf des Kältemittels geschlossen ist. Um einen kontinuierlichen Betrieb der Kältemaschine zu gewährleisten, sind zwei Sorptionskammern notwendig, die sich abwechselnd im Adsorptions- und Desorptionszyklus befinden.

Auf Grund des benötigten niedrigen Temperaturniveaus eignen sich Adsorptionskältemaschinen gut für den Betrieb

mit Wärme aus Solaranlagen. Der solare Nutzungsgrad hängt vom Temperaturniveau der Anlage ab und fällt bei niedrigen Temperaturen höher aus.

Antriebswärme für die Adsorptionskältemaschine

Um eine Adsorptionskältemaschine zu betreiben, ist es möglich, Wärme aus beliebiger Quelle zu nutzen. Im vorliegenden Fall werden die Kältemaschinen bisher mit Gaskesseln (ca. 5,6 MW) und Kompressorenabwärme (ca. 0,8 MW) bei einer Temperatur von ca. 60°C gespeist. Die Leistungsdaten der geplanten Solaranlage stehen zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht fest.

Ein großer Vorteil für die Nutzung der Solarthermie als Wärmequelle für die Klimatisierung von Gebäuden ist die Gleichzeitigkeit von solarem Wärmeangebot und Kühlbedarf. So besteht der größte Kühlbedarf im Sommer tagsüber, dann, wenn auch das größte solare Angebot zur Verfügung steht. Dadurch können Pufferspeicher entfallen bzw. kleiner dimensioniert werden als z. B. in Solaranlagen zur Heizungsunterstützung. Stagnationen wegen zu geringer Abnahme der Solarwärme werden weitgehend vermieden. Im Winter, wenn keine Klimatisierung benötigt wird, wird die Solarwärme in das Heizungssystem eingespeist. Dadurch kann ein niedrigerer Kilowattstunden-Preis erzielt werden als bei alleiniger Nutzung für die Klimatisierung bzw. Gebäudeheizung.

Rolle der Hochschule Offenburg

Die Hochschule Offenburg begleitet das Projekt in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer ISE in Freiburg seit Sommer 2006. Die Projektskizze wurde bewertet und eine Empfehlung zur Aufnahme in Solarthermie2000plus erteilt. Weitere Aufgaben werden die Beratung während der Planung, Erstellung und Inbetriebnahme eines Messtechnikkonzepts sein. Mit Hilfe zahlreicher Messsensoren wird eine ständige Überwachung und Auswertung des Solar- und Kälteanlagenbetriebs durch die Hochschule Offenburg möglich. Es werden Bilanzen und Kennwerte der Solaranlage erstellt, mit deren Hilfe die Qualität des Systems bewertet werden kann und ggf. Optimierungsmaßnahmen ausgearbeitet werden können. Die Hochschule Offenburg ist für Controlling und Qualitätsmanagement an der Solaranlage zuständig.

Die Begleitung und Vermessung solcher Solaranlagen soll Erkenntnisse über Möglichkeiten und Grenzen der thermischen Solarenergienutzung liefern. Erfahrungen mit solchen Demonstrationsanlagen sollen genutzt werden, um zukünftige Solaranlagen zur Kälteerzeugung noch effektiver umsetzen und betreiben zu können. Die solar unterstützte Klimatisierung soll in naher Zukunft auch aus wirtschaftlicher Sicht eine Alternative zum Einsatz konventioneller Kälteerzeugung mit Kompressionskältemaschinen darstellen und damit einen erheblichen Beitrag zur Reduzierung der CO₂-Emissionen leisten.

Literatur

- [1] Nick-Leptin, Joachim (2005). Political framework for research and development in the field of renewable energies, International Conference Solar Air conditioning, Staffelstein 2005.

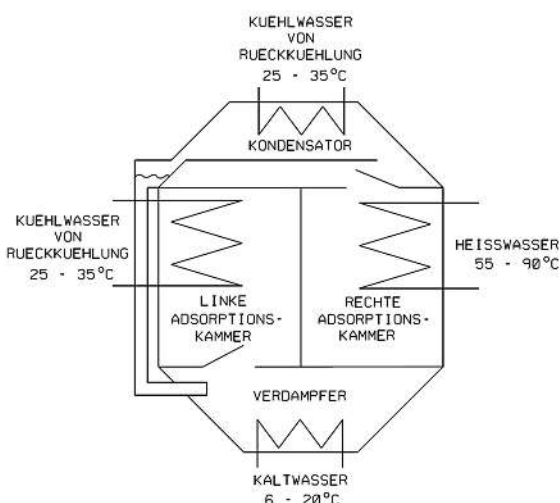


Abb. IV.16-2: Schema einer Adsorptionskältemaschine

**IV.17 Moderne Verfahren
in der Gebäudeautomation.
Optimierung des Gebäude-
betriebs durch Auswertung
von Wetterprognosen**

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

Im Sommer 2006 wurde die Funktion der Nachtlüftung zur sommerlichen Gebäudekühlung des Solar Info Centers in Freiburg mit den im Rahmen des Forschungsprogramms *zafh.net* entwickelten modernen Verfahren der Gebäudeautomation betrieben (siehe Beiträge aus *Forschung & Technik 2006, IV.9*).

Das Solar Info Center ist ein Bürogebäude mit 12.000 m² Nutzfläche, an dem die Hochschule Offenburg im Rahmen des Forschungsprojekts *Enbau* (früher *Solarbau:Monitor*) ein Monitoring durchführt. (siehe Beiträge aus *Forschung & Technik 2005, IV.11.3*).

Die Verfahren der Intelligenten dynamischen Betriebsführung (*IdB*) wurden erstmals an einem Bürogebäude getestet. Bisher wurden nur Versuche über kurze Zeiträume an einem Hörsaalgebäude der Hochschule Biberach durchgeführt.

**Herkömmliche Funktion
der Nachtlüftung**

Im Solar Info Center ist keine aktive Klimatisierung der Büroräume durch Kältemaschinen oder Geothermie vorgesehen. Um eine sommerliche Überhitzung der Räume zu vermeiden, wird die vorhandene Lüftungsanlage genutzt, um das Gebäude mit kühler Nachtluft zu spülen. Dazu wird die Abluftanlage mit erhöhtem Luftwechsel gefahren. Acht Dachventilatoren mit einer Gesamtleistung von 41 kW verbrauchen zusammen bis zu 250 kWh an elektrischer Energie in einer Sommernacht.

Mögliche Einsparpotenziale liegen in Zeiten kühler oder wechselhafter Witterung, in denen die Ventilatoren mit kürzeren Betriebszeiten und verringertem Luftwechsel betrieben werden können.

Gelüftet wird in der Zeit zwischen 00:30 und 06:30 Uhr, wenn die Raumtemperatur größer als 21°C ist, die Außentem-

peratur einen unteren Grenzwert von 12°C nicht unterschreitet und eine Mindest-Temperaturdifferenz von 3°C besteht. Die Höhe der Außentemperatur und der thermische Zustand des Gebäudes, der angibt, wieviel Wärme im Gebäude gespeichert ist, werden nicht ausgewertet. Ebenso wenig eventueller Leerstand von Büros oder die weitere Entwicklung des Wetters. Die Ventilatoren sind mit Frequenzumrichtern ausgerüstet, eine stufenlose Drehzahlregelung ist aber nur im Tagbetrieb vorgesehen. In der Nacht laufen die Ventilatoren immer mit einem Sollwert von 100 %.

Dynamische Betriebsführung

Für den Versuch wurde einer der insgesamt 8 Haupt-Abluftventilatoren ausgewählt. Er fördert bis zu 5250 m³/h und belüftet 10 Mieteinheiten in 5 Stockwerken mit insgesamt 1500m². Die Lage der Büros im Gebäude ist in *Abb. IV.17-1* dargestellt.

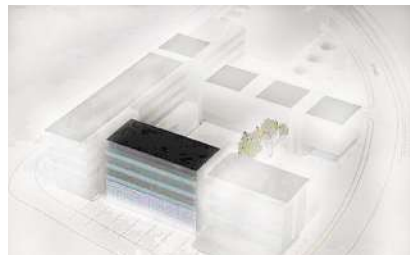


Abb. IV.17-1: Ausgewählte Gebäudeteile

Die Algorithmen der *IdB* sind auf einem Rechner in Offenburg implementiert. Die Anbindung an das Gebäude in Freiburg erfolgt mit der schon bewährten *DataSocket*-Technologie über eine

Internetverbindung. Auf einem Rechner der Gebäudeleittechnik (*GLT*) ist ein *OPC-Server* installiert, der den direkten Zugang in die Gebäudeautomation ermöglicht. Die gesamte Kommunikationsstruktur ist in *Abb. IV.17-2* dargestellt.

Alle 15 Sekunden wurden Außen- und Raumtemperaturen nach Offenburg übertragen, nach Freiburg gingen Druck-sollwerte für die Ventilatorregelung sowie Binärgrößen zur Steuerung der Nachtlüftung in den einzelnen Zonen. Zusätzlich wurden Freigaben, Störmeldungen und Signale zur Überwachung der einwandfreien Funktion von *IdB* und Kommunikation übertragen.

Änderungen in DDC und GLT

Die Programme der Nachtlüftung in den Automatisierungsstationen im *SIC* wurden dahingehend modifiziert, dass die Nachtlüftungssteuerung in dem ausgewählten Gebäudeteil (*Abb. IV.17-1*) von der dynamischen Betriebsführung in Offenburg übernommen werden kann. Diese steuert dann Luftklappen und Volumenstromregler in den einzelnen Zonen (zwei pro Stockwerk, also insgesamt zehn) und gibt den Sollwert für den Abluftdruck des Dachventilators vor. Eine Funktionsüberwachung stellt sicher, dass bei Vorliegen einer Störung der *IdB* oder der Kommunikation alle notwendigen Funktionen von der *DDC* übernommen werden und keine unkontrollierten Zustände eintreten können. Die *GLT* wurde außerdem um eine Visualisierung der *IdB*-Funktionen erweitert.

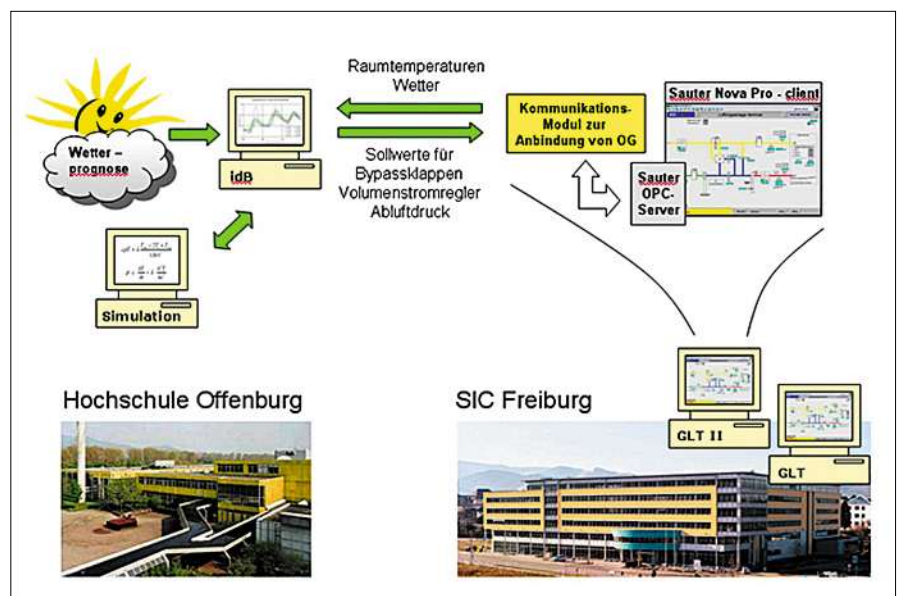


Abb. IV.17-2: Anbindung der IdB in Offenburg an das SIC Freiburg

Ein detailliertes 5-Zonen-Modell wurde in der Simulationsumgebung TRNSYS erstellt. Die Funktionen der Automatisierungstechnik wie zum Beispiel Nachtlüftung, außentemperaturabhängiger Taglüftung und Jalousiensteuerung wurden exakt im Modell nachgebildet. Die Validierung mit Messdaten des Jahres 2005 zeigte, dass sich der thermische Zustand der Gebäudemassen, also der Grad der Aufheizung im Laufe einer Hitzeperiode, sehr gut beschreiben lässt. Auch der Verlauf der Raumlufttemperaturen wird mit einer typischen Abweichung von kleiner als 0,5 K gut abgebildet, allerdings tauchen hier hin und wieder kurzfristig Abweichungen von bis zu vier Kelvin auf. Dies lässt sich dadurch erklären, dass sich Parameter ändern, die das Modell nicht bemerken kann. Dazu zählen insbesondere die Fensterlüftung, Durchzug bei offen stehenden Büros, Änderung der inneren Lasten durch Menschen oder Geräte, Steuerung der Jalousien durch die Nutzer, oder auch Änderungen von Parametern und Grenzwerten in der Gebäudeautomation. Es ist zwar denkbar, alle diese Parameter zu erfassen und in der Simulationsrechnung zu berücksichtigen, der Aufwand an Messtechnik und Modellbildung ist allerdings erheblich und für die angestrebte Funktionalität der dynamischen Betriebsführung der Nachtlüftung auch nicht notwendig.

Die Wetterprognosen

Die Wetterprognosen wurden vom Wetterdienstleister Meteocontrol bezogen. Für eine Station nahe des Standortes des Solar Info Centers sind Kurzfristprognosen über drei Tage auf einem ftp-Server bereitgestellt worden. Von dort wurden sie automatisiert nach Offenburg geholt.

Die Funktionen der dynamischen Betriebsführung

Für die Steuerung der Nachtlüftung ist vor allem ein Parameter wichtig, nämlich der oben beschriebene thermische Zustand der Speichermassen. Dieser kann mit Hilfe der Gebäudesimulation bestimmt werden, allerdings ist auch durch Betrachtung des Verlaufs der Raumlufttemperaturen eine ausreichende Zustandsanalyse möglich. In der ersten Nachthälfte wird weder gelüftet, noch treten größere innere Lasten auf, da in dieser Zeit üblicherweise nicht gearbeitet wird. Kühlt die Raumluft in der ersten Nachthälfte stark ab, lässt sich daraus schließen, dass die Speichermassen des

Gebäudes noch relativ kühl sind. Kühlt der Raum nur wenig ab, ist das ein Indiz für ein schon relativ stark aufgeheiztes Gebäude.

Aufgrund der mangelnden Zuverlässigkeit von Kurzfristprognosen der Raumlufttemperaturen durch die Gebäudesimulation wurde für die dynamische Betriebsführung der Nachtlüftung ganz auf Simulationsrechnungen verzichtet. Es wurde ein einfaches Expertensystem aufgebaut, das aus lediglich zwei Parametern die notwendige Intensität der Nachtlüftung ermittelt. Dies sind die Raumtemperatur zu Beginn der Nachtlüftung um 00:15 Uhr als Maß für den thermischen Zustand der Gebäudemassen und die für den nächsten Tag vorhergesagte maximale Außentemperatur. Für jede einzelne Zone kann die Strategie variiert werden, abhängig davon, wie hoch die thermische Belastung ist und ob die Lage der Räume Fenster-

lüftung am Morgen zulässt, oder die Lärmbelastung durch den Autoverkehr geschlossene Fenster erfordert.

Ergebnisse der dynamischen Betriebsführung

In Abb. IV.17-3 ist das Stellsignal für den Frequenzumrichter der IdB-gelüfteten Zonen für die gesamte Zeit der Nachtlüftung im Sommer 2006 dargestellt. An einigen Tagen sind auch tagsüber Stellgrößen ungleich Null zu sehen. In diesen Zeiten wurden Messungen an der Abluftanlage durchgeführt und die Anlage deshalb auch tagsüber in den Nachtlüftungsbetrieb versetzt. Der Vergleich mit dem Ventilator C1 (Abb. IV.17-4) des benachbarten Gebäudeteils (Zone 1, siehe Abb. IV.17-5) zeigt, dass durch die IdB-Steuerung die Laufzeiten und auch häufig die Drehzahlen reduziert werden konnten. In den herkömmlich betriebenen Vergleichszonen C1 wurde der Nachtlüftungsbetrieb am 18.09.2006 abgeschaltet.

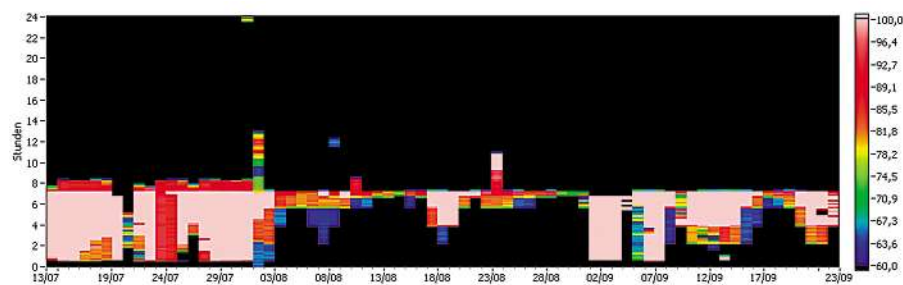


Abb. IV.17-3: Stellsignal des Abluftventilators C2 in Zeiten der Nachtlüftung vom 13. Juli bis zum 23. September 2006

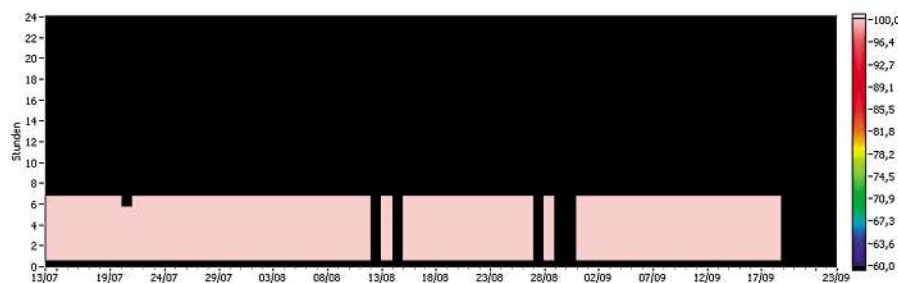


Abb. IV.17-4: Stellsignal des Abluftventilators C1 in Zeiten der Nachtlüftung vom 13. Juli bis zum 23. September 2006

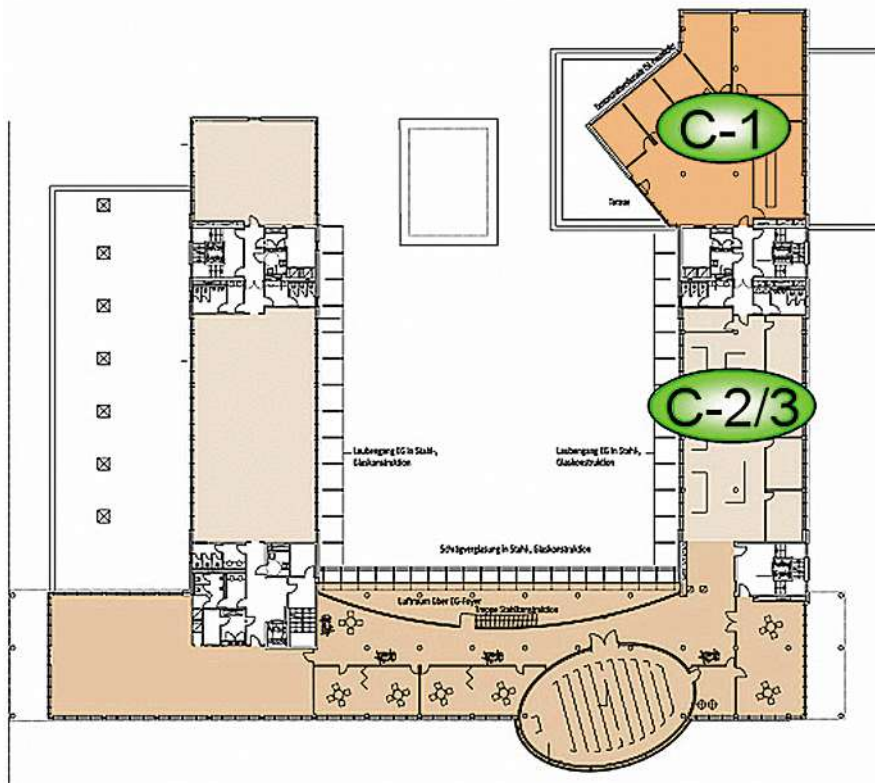


Abb. IV.17-5: Lage der IdB-gesteuerten Zonen C2/3 und der Vergleichszone C1

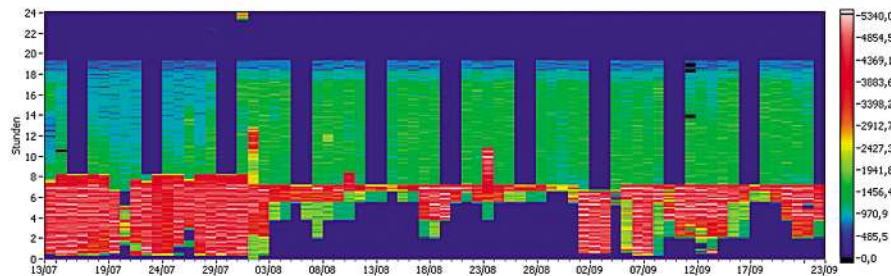


Abb. IV.17-6: Leistungsaufnahme des IdB-gesteuerten Ventilators C2

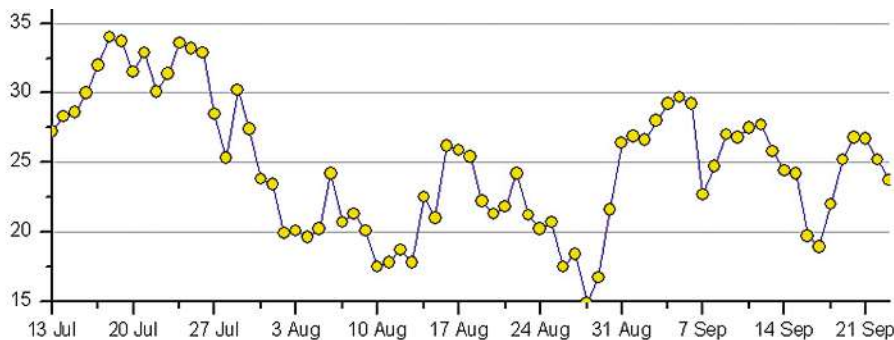


Abb. IV.17-7: Prognostizierte Maximaltemperatur

Die Leistungsaufnahme des IdB-gesteuerten Ventilators C2 ist in Abb. IV.17-6 zu sehen. Im Nachtbetrieb erkennt man die Korrelation mit dem Stellsignal aus Abb. IV.17-3, tagsüber werden geringere Abluftmengen benötigt, deshalb ist die benötigte Leistung auch deutlich niedriger. Der Einfluss der Wetterprognose auf die Nachtlüftung ist gut zu erkennen, wenn man die prognostizierten Maximumtemperaturen in Abb. IV.17-7 betrachtet. Einer Periode sehr warmer Tage im Juli 2006 folgt der kühle August mit um bis zu 20 K niedrigeren Temperaturen. Im September wieder wärmere Phasen, unterbrochen durch kurze Abkühlung. Im heißen Juli konnte nichts eingespart werden, im Gegenteil, es wurde sogar mehr Energie aufgewendet, weil die Lüftung länger betrieben worden ist als im Rest des Gebäudes. Im kühlen August wurde die Lüftung sehr reduziert gefahren, im wechselhaften September waren auch deutliche Einsparungen möglich.

Um zu klären, ob die verringerten Laufzeiten und Lüfterdrehzahlen zu höheren Raumtemperaturen in den IdB-gesteuerten Zonen geführt haben, wurde für jedes 10-min-Messintervall der Temperaturmittelwert aus den Raumtemperaturen der Zonen C2 gebildet. Dieser wurde dann mit den entsprechend gebildeten Mittelwerten der Nachbarzone C1 verglichen. In Abb. IV.17-7 sind beide Temperaturen als Dauerlinien dargestellt. Deutliche Abweichungen sieht man nur bei Raumtemperaturen unter 24°C. Dies ist dadurch zu erklären, dass im kühlen August nicht so stark gekühlt worden ist wie durch die konventionelle Nachtlüftung, die öfter in unangenehm kühle Morgentemperaturen gefahren ist. Bei höheren Raumtemperaturen verlaufen die Kurven fast deckungsgleich mit leichten Vorteilen für die IdB-gesteuerten Zonen. Diese Vorteile kommen daher, dass in den Morgenstunden länger gelüftet worden ist, nämlich bis 08:00, später bis 07:00 statt nur bis 06:30 Uhr. Der Komfort ist also insgesamt trotz deutlicher Einsparungen besser als bei konventioneller Nachtlüftung und das, obwohl die IdB-gesteuerten Zonen thermisch höher belastet sind als die Nachbarzonen, wie Vergleiche aus dem Jahr 2005 zeigen.

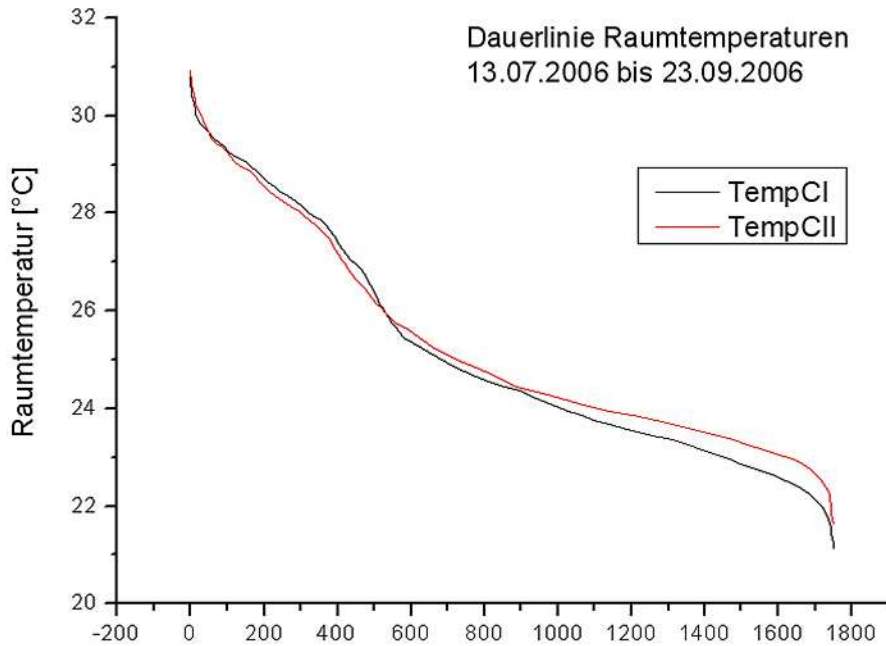


Abb. IV.17-8: Temperaturdauerlinien der Zonen C1 und C2

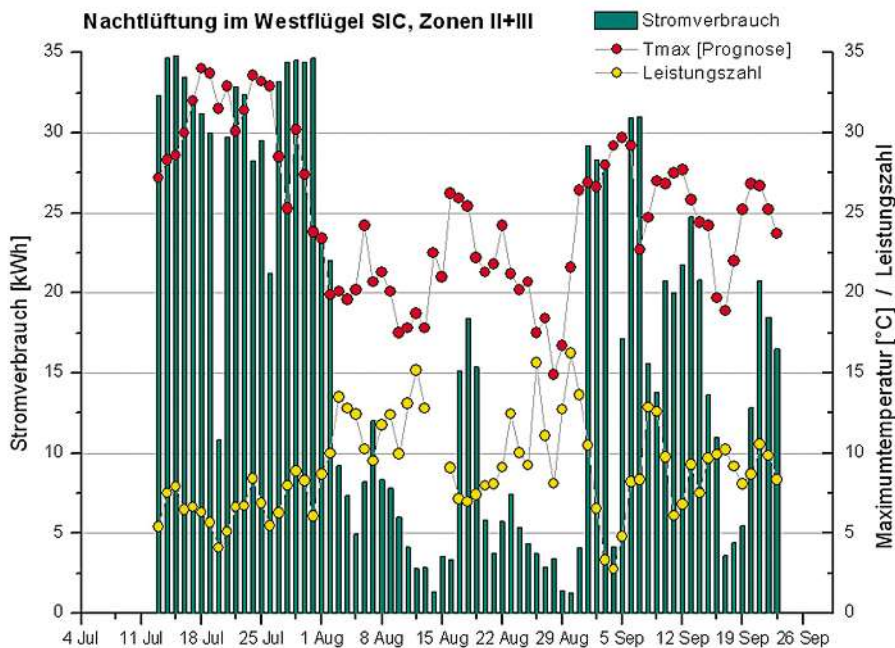


Abb. IV.17- 9: Energieverbrauch Ventilator C2 mit Maximumtemperatur und Leistungszahl

Der Energieverbrauch des Ventilators C2 in Zeiten der Nachtlüftung ist in Abb. IV.17-9 dargestellt. Er liegt zwischen 2 und 35 kWh pro Nacht. Am Energieverbrauch ist zu erkennen, dass auch in kalten Nächten mit kalten Folgetagen für eine kurze Zeit gelüftet worden ist, um den Raum zu Arbeitsbeginn in einen angenehm „frischen“ Zustand zu bringen. Ein

Raum, der über 12 Stunden nicht gelüftet worden ist, wird auch bei guter Temperatur als unangenehm stickig empfunden.

Zusätzlich ist die prognostizierte Maximumtemperatur der Wetterprognose eingezeichnet, der Zusammenhang mit der Intensität der Nachtlüftung ist wieder deutlich erkennbar.

Die mittlere Leistungszahl der Nachtlüftung ist ebenfalls zu sehen. Diese errechnet sich aus der abgeführten Wärmemenge geteilt durch den anteiligen elektrischen Energieverbrauch des Ventilators. Die abgeführte Wärmemenge ist in Abb. IV.17-9 dargestellt. Sie erreicht in Spitzenzeiten kalter Nächte bis über 7 kW. Die Leistungszahl wurde nur für eine Zone im Gebäude berechnet, da nur dort der Volumenstrom gemessen wurde. In warmen Hochsommernächten mit geringer Temperaturdifferenz zu den Raumtemperaturen ergeben sich Leistungszahlen zwischen 5 und 8. Sie erreichen 15 und mehr, wenn die Nächte kalt werden.

Energieeinsparung durch die dynamische Betriebsführung

Um abschätzen zu können, wieviel Energie durch die IdB-Steuerung der Nachtlüftung eingespart worden ist, sind die Ventilatorlaufzeiten der Vergleichszonen C1 zu Grunde gelegt worden. Es wurde weiterhin angenommen, dass die Ventilatoren immer mit 100 % Leistung betrieben werden. Die Ergebnisse zeigt Abb. IV.17-11. Die schmalen Balken im Vordergrund (dunkelgrün und rot) zeigen den gemessenen Energieverbrauch des IdB-gesteuerten Ventilators C2. Im Hintergrund (hellblau und magenta) ist der angenommene Energieverbrauch dargestellt, der sich ergeben hätte, wenn die Zonen 2 und 3 auf herkömmliche Art und Weise betrieben worden wären. Die verschiedenen Farben kommen daher, dass die herkömmliche Nachtlüftung fest zwischen 00:30 und 06:30 Uhr stattfindet, die IdB schon um 00:15 beginnt und bis 07:00 Uhr oder 08:00 Uhr lüftet. Der Mehrverbrauch durch diese längeren Laufzeiten wurde in rot eingezeichnet. Der Verbrauch in Zeiten konventioneller Lüftung in dunkelgrün bzw. hellblau. Wenn die dynamische Betriebsführung am Morgen noch länger lüftet, muss die herkömmliche Lüftung schon im Tagbetrieb arbeiten. Der Energieverbrauch, der in dieser Zeit anfällt, muss für den Vergleich berücksichtigt werden und ist in Magenta eingezeichnet.

Es ergibt sich ein gemessener Gesamtenergieverbrauch von 1224 kWh für die dynamische Betriebsführung und ein errechneter von 1987 kWh für die Annahme konventioneller Lüftung. Die Einsparung beträgt also 763 kWh oder 38 %.

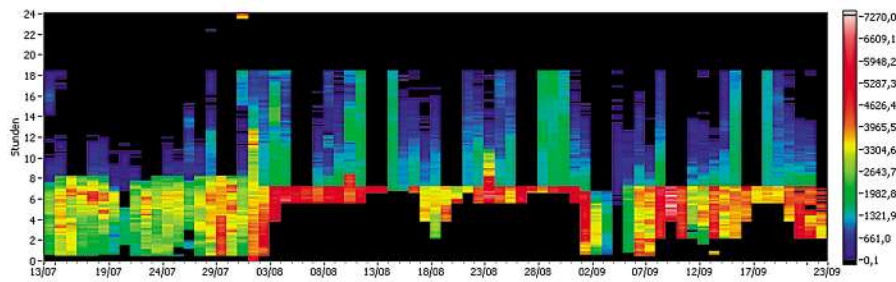


Abb. IV.17- 10: SIC Westflügel, 5. OG, Zone2 - Abgeführte Wärmeleistung

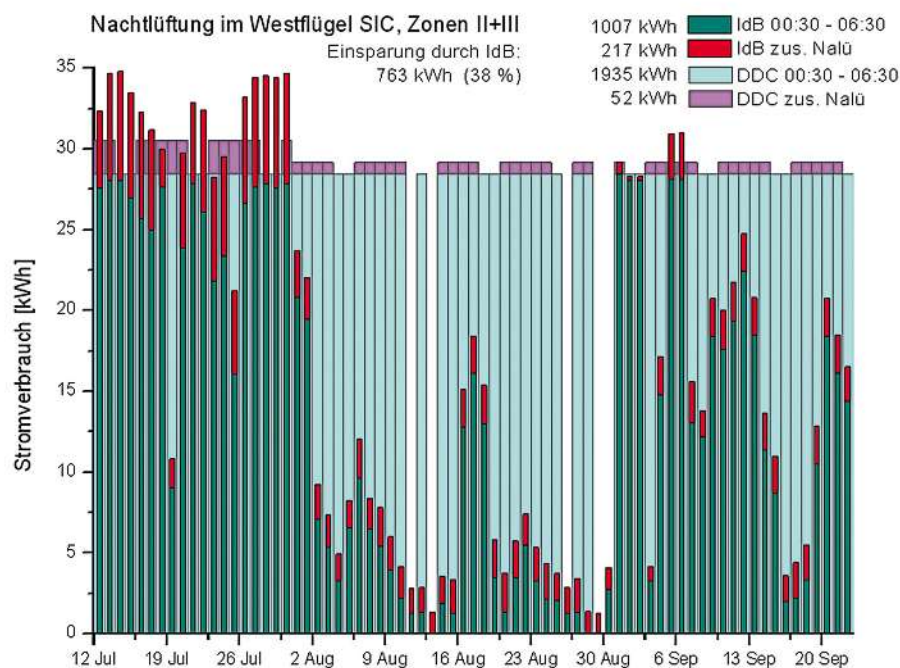


Abb. IV.17-11: Vergleich Energieverbrauch Zonen C2+3 mit Nachbarzone C1

Fazit

Mit 38 % Energieeinsparung ist das Projekt sehr positiv verlaufen. Probleme im Betrieb gab es keine, die dynamische Betriebsführung lief ebenso wie der automatisierte Empfang der Wetterprognosen sehr zuverlässig. Es soll versucht werden, die gewonnenen Erkenntnisse innerhalb der Gebäudeautomation umzusetzen. Die entwickelten Algorithmen sind weiterzuentwickeln und zu vereinfachen, so dass die herkömmliche Gebäudeautomation in der Lage ist, sie zu verarbeiten. In einem ersten Schritt soll die Wetterprognose durch eine so genannte Persistenzprognose ersetzt werden. Das heißt, es wird angenommen, dass das morgige Wetter genauso sein wird wie das heutige. Da die Änderung des Wetters eher langsam und nicht sprunghaft verläuft, ist der zu erwartende Fehler eher gering.

Im Rahmen eines weiteren Forschungsprojektes sollen standardisierte Schnittstellen für die Integration von Wetterprognosen in die Gebäudeautomation erstellt werden.

Die dynamische Betriebsführung lässt sich natürlich auch in weiteren Bereichen der Gebäudeautomation sinnvoll einsetzen, wie zum Beispiel der Temperierung durch Betonkernaktivierung, der solaren Kühlung oder der Nutzung von Geothermie. Hier erscheint auch der Einsatz von Simulationsmodellen sinnvoll.



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



Für unser Werk in Offenburg suchen wir:

begeisterungsfähige Ingenieure

Witzig & Frank entwickelt und produziert Werkzeugmaschinen für die spanabhebende und spanlose Fertigung unterschiedlicher Werkstücke. Wir entwickeln um das Werkstück unserer Kunden in modularer Bauweise den Prozess für eine technisch und wirtschaftlich optimierte Fertigungslösung.

Wir suchen ständig begeisterungsfähige Ingenieure, die bei uns ihre erworbenen Kenntnisse erfolgreich in die Praxis umsetzen können.

Witzig & Frank GmbH

Am Holderstock 2 · 77652 Offenburg
Tel.: 0781-289-0 · Fax: 0781-289-1303
www.witzig-frank.com · info@witzig-frank.com



WITZIG & FRANK
Special Machining Technologies

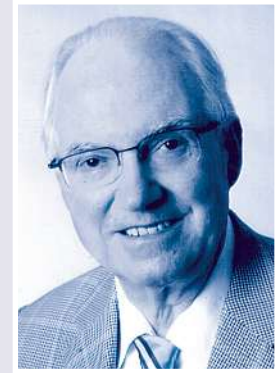
AG INDUSTRIAL AUTOMATION SYSTEMS

Neue Energiezentrale für die Hochschule Offenburg

Prof. a. D. Günther Klein

Haydnstraße 4
77654 Offenburg
Tel 0781 31293

- 1931** Geboren in Köln
- 1959** Diplom Maschinenbau, Technische Hochschule Braunschweig
- 1959 – 1964** Projektierungsingenieur für Radial- und Axialverdichter mit verschiedenen Antriebsarten bei BBC in Mannheim
- April 1964** Aufnahme der Lehrtätigkeit bei der neu gegründeten Staatlichen Ingenieurschule in Offenburg
- 1965** Ernennung zum Oberbaurat
- 1970** Ernennung zum Professor: Lehrgebiet: Kraft - und Arbeitsmaschinen und Werkstoffkunde
- 1972 – 1976** Fachbereichsleiter Maschinenbau
- 1995** Ausscheiden aus dem aktiven Dienst
- seit 1995** Mitwirken im Redaktionsteam unserer Hochschulzeitschrift Campus und dessen Vorläufer



IV.18 Neue Energiezentrale für die Hochschule Offenburg

Prof. Günther Klein

Die Hochschule Offenburg erhält dieses Jahr eine sehr moderne und zukunftsorientierte Energiezentrale. Sie dient sowohl zur Stromerzeugung als auch zur Heizung und Klimatisierung der Räumlichkeiten. Darüber hinaus kann sie auch gleichzeitig für Ausbildungs- und Forschungszwecke genutzt werden.

In den nachfolgenden Ausführungen wird nicht nur die rein technische Seite der Anlage beschrieben, sondern es werden auch die Hintergründe aufgezeigt, wie es zu dieser Lösung kam.

Die neue Energiezentrale ist in ihrem Aufbau natürlich sehr komplex. Zum leichteren Verständnis werden nur die wesentlichen Komponenten der Anlage dargestellt.

Die Hochschule benötigt für ihren allgemeinen Betrieb sowohl elektrische Energie als auch Energie für Heizung, Lüftung und Klima. Ferner sind für Ausbildungs- und Forschungszwecke moderne Aggregate zur Erzeugung von elektrischer Energie und Wärmeenergie erforderlich.

Die Hochschule wurde bisher mit Energie wie folgt versorgt:

1. „Wärmeenergie“ für Heizung und Lüftung

- 1.1 Ein Heizkessel Leistung 1977 kW, mit Erdgas befeuert.
- 1.2 Ein Heizkessel Leistung 1453 kW, mit leichtem Heizöl befeuert.

2. „Kälteenergie“ für Klimatisierung mittels Kompressionskältemaschine

Die Klimaanlage war wegen technischer Probleme schon lange außer Betrieb.

3. Elektrische Energie

Die elektrische Energie wurde fremd bezogen. Der Leistungsbedarf schwankte gemäß Aufzeichnungen im Jahr 2003 zwischen 58 und 370 kW.

Die Hochschule Offenburg verfügte bis vor kurzem über eine „Dampfexperimentieranlage“ in Form eines kleinen Dampfkraftwerks mit folgenden Daten:

Betriebsdruck 20 bar, Heißdampf-temperatur 350° Celsius, Dampferzeugung 1,2 Tonnen/h, Generatorleistung ca. 90 kW mit Stromeinspeisung ins öffentliche Netz und ca. 700 kW Nutzwärme. Sie diente ausschließlich zu Versuchszwecken für unsere Studierenden und war an der Energieversorgung der Hochschule nur während der Zeit der Laborübung beteiligt.

Es ist sicher interessant zu erfahren, warum im Jahr 1969 für die Hochschule – damals noch Staatliche Ingenieurschule – eine Dampfexperimentieranlage für den zu dieser Zeit stattlichen Preis von ca. 200.000 DM gekauft wurde. Denn ohne den damaligen Kauf dieser Anlage würde heute sicherlich nicht die neue hoch moderne Anlage zur Erzeugung von elektrischer Energie und Wärmeenergie installiert werden.

Sowohl für die beiden bisherigen Heizkessel zur allgemeinen „Wärmeversorgung“ der Hochschule samt Verteilsystem als auch für die Dampfexperimentieranlage (ca. 35 Jah-



Abb. IV.18-1: Am 22.08.06 an der Hochschule Offenburg montierter 18 m hoher Kamin

re alt) standen gleichzeitig grundlegende Erneuerungen an, was mit erheblichen Kosten verbunden gewesen wäre. Deshalb der Grundgedanke der neuen Planung:

Bau einer hoch modernen Energiezentrale, die gleichzeitig zur Energieversorgung der Hochschule dient als auch als Ersatz für die „alte“ Dampfex-

perimentieranlage und für Labor- und Forschungszwecke genutzt werden kann. Durch den neu entstehenden Energieerzeugungsverbund „Strom-Wärme-Kälte“ ergibt sich eine äußerst wirtschaftliche Ausnutzung der eingesetzten Primärenergie Erdgas. Ferner werden die schädlichen Abgasemissionen durch den Einsatz der neuen Anlage stark reduziert.

Die Frage ist sicher berechtigt, warum man damals (1969), dem Stand der Technik entsprechend, noch nicht auf die heutige oder eine ähnliche Lösung, wie jetzt geplant, gekommen ist.

Die Antwort darauf ist sehr einfach. Die Dampfexperimentieranlage wurde in der damals für Laborzwecke angemieteten Lagerhalle der EDEKA in der Zepelinstraße aufgebaut. Die Vorlesungs- und Verwaltungsräume befanden sich räumlich getrennt in der Rheinstraße. Wie die bauliche Entwicklung der damaligen Staatlichen Ingenieurschule weitergehen sollte, war zu jener Zeit noch vollkommen offen. Ferner sei erwähnt, dass es damals Blockheizkraftwerke mit der Antriebsart Gasturbine oder Verbrennungsmotor für die Größenordnung unserer Hochschule nicht gab. Wenn gleichzeitig Wärme- und elektrische Energie benötigt wurden, kamen Entnahmedampfturbinen oder für kleine Leistungen vereinzelt auch ein „Spilling-Dampfmotor“ infrage.

Man blicke kurz zurück:

1969 besuchte der damalige Ministerpräsident Dr. Filbinger auf dringendes Anraten des früheren MdB für unseren Wahlkreis, Prof. Dr. Furler, die Staatliche Ingenieurschule Offenburg und war auch in der zu Laborversuchen umgestalteten Lagerhalle. Erst nach diesem Besuch nahm die weitere Entwicklung unserer Hochschule konkrete Formen an.

Aber was bewegte uns damals in den 60er Jahren, eine Dampfexperimentieranlage in der vorher erwähnten Form zu kaufen? Man erinnere sich an die geistige Situation der frühen 60-er Jahre. Die Aufbauphase der Nachkriegszeit hatte in Europa einen gewissen Abschluss gefunden. Es wurde über zukünftige Perspektiven nachgedacht, und damit verbunden erlebte der „Fortschrittsglaube“ des 19. Jahrhunderts einen neuen Aufschwung. Einige dieser Perspektiven waren Eroberung

des Weltraums, Landung des Menschen auf dem Mond, flächendeckender Individualverkehr, Wohlstandsmehrung durch verbesserte Produktivität. All das war nur zu erreichen durch vermehrten Energieeinsatz.

Der Verbrauch an elektrischer Energie stieg in diesen Jahren um 7 % pro Jahr, das bedeutete eine Verdoppelung in 10 Jahren.

Auch in unserem Raum vergrößerten sich bereits bestehende Firmen und neue siedelten sich an, die für ihre Produktion sowohl elektrische Energie als auch Wärmeenergie benötigten, wie Burda, Baidersdorf-Tesafilm, BASF Willstätt und andere. Unsere Studierenden sollten zwar nicht als Kraftwerksingenieure ausgebildet werden, dafür war am Oberrhein kein Bedarf. Sie sollten aber über die Möglichkeit der gleichzeitigen Strom- und Wärmeerzeugung, bekannt unter dem Begriff „Wärme-Kraft-Kopplung“ informiert sein. Um den Studierenden die Thematik der Energieumformung über den Dampfprozess auch praktisch näher zu bringen, diente die „Dampfexperimentieranlage“. Damals wie heute beruht die weltweite Stromerzeugung weitgehend auf dem Dampfkraftprozess. Die Dampfexperimentieranlage gab, genau wie bei einem großen Dampfkraftwerk, die bei den Versuchen erzeugte elektrische Energie ins öffentliche Netz ab. Von wirtschaftlicher Bedeutung war diese Stromabgabe jedoch nie, sondern diente nur zur Stromabnahme während des Versuchsbetriebs.

Projektiert wurde die Dampfexperimentieranlage von Prof. Günther Klein, Prof. Dr. Gottfried Kürz und Dipl.-Ing. Morino. Dipl.-Ing. Peter Wenkert war zusammen mit Meister Eugen Harter für den Aufbau verantwortlich.

Nach ca. 35 Jahren Laufzeit war diese Anlage sehr erneuerungsbedürftig, und eine Grundüberholung wäre mit hohen Kosten verbunden gewesen. So lief die „alte Anlage“ am Mittwoch, den 7. Dezember 2005 im Rahmen einer kleinen Feierstunde das letzte Mal. Etwas wehmütig war dieser Abschied schon. Das Erfreuliche in dieser Feierstunde war jedoch, dass der Abschied vom „Alten“ verbunden war mit einem Übergang zum „Neuen“.

An dieser Stelle ein ganz herzliches Dankeschön an all diejenigen, die sich um die „Alte Kesselanlage“ sehr bemüht haben: Prof. a. D. Dr. Gottfried Kürz, der die Versuche mit den Studierenden von Anfang an betreut hatte und Prof. Dr. Richard Zahoransky, der anschließend die Versuche erweiterte und leitete. Ein ganz besonderer Dank an Herrn Dipl.-Ing. Peter Wenkert, der zusammen mit Meister Eugen Harter die Kesselanlage aufbaute sowie betreute und den Umzug von der Zepelinstraße zum heutigen Standort leitete. Herr Wenkert hat seinen beruflichen Lebensweg mit dem Aufbau der Anlage begonnen und ist gleichzeitig mit dem Auslaufen des „Dampfkraftwerks“ aus dem aktiven Dienst ausgeschieden. Dipl.-Ing. Peter Wenkert, Meister Günter Ehreiser und anschließend Meister Ewald Kie-

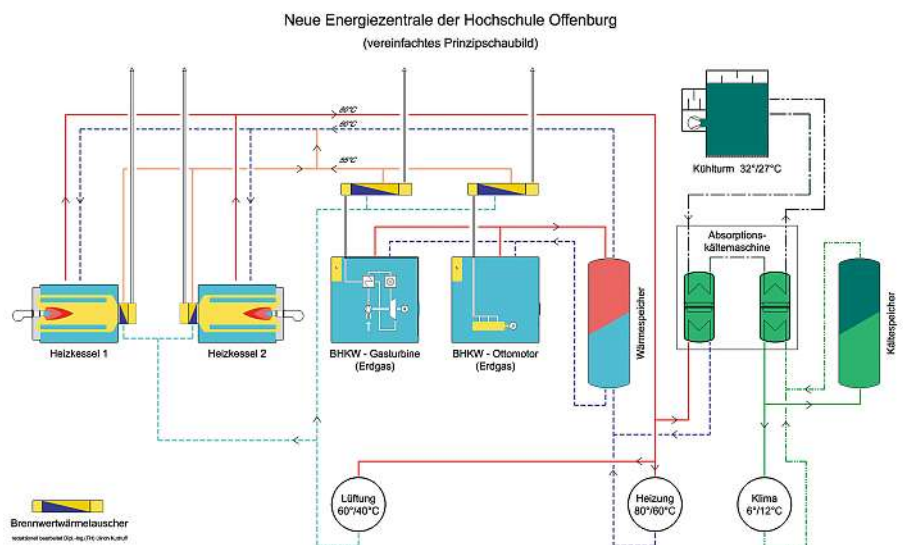


Abb. IV.18-2: Schema Neue Energiezentrale der HS OG

fer waren für die Versuchsdurchführung und die TÜV-Abnahme verantwortlich.

„Das Neue“

Im Rahmen der erwähnten Feierstunde wurde der neue „**Energieerzeugungsverbund Strom-Wärme-Kälte**“ für die Hochschule öffentlich vorgestellt. Dieser Energieerzeugungsverbund dient sowohl der Versorgung der Hochschule als auch für Versuchszwecke für unsere Studierenden. Für uns als Hochschule ist es sehr wichtig, dass die neue Anlage mit entsprechenden Mess- und Regelgeräten ausgerüstet wird, um sie auch zur Ausbildung unserer Studierenden und für Forschungsaufgaben zu nutzen.

Nach langer Vorplanung wurde eine Energiezentrale in Form eines Energieerzeugungsverbundes „Strom-Wärme-Kälte“ auch als **Wärme-Kraft-Kälte-Kopplung** bezeichnet, als die beste Lösung erachtet.

Das Anlagenkonzept wird nachfolgend in seinen wesentlichen Teilen erläutert: Für die Wärme-Kraft-Kälte-Kopplung ist vorgesehen:

1 Blockheizkraftwerk (BHKW) Aggregat mit Erdgas-Ottomotor mit einer Leistung von 50 kW elektrisch und 81 kW thermisch. Die Wärmeabführung erfolgt an die Pumpen-Warmwasserheizung (PWW) und oder an die Absorptionskältemaschine (AKM) mit 86/71° C.

1 Blockheizkraftwerk-Aggregat mit Mikrogasturbine – Brennstoff Erdgas – mit einer Leistung von 65 kW elektrisch und 120 kW thermisch. Die Wärmeabführung erfolgt ebenfalls an die PWW-Heizung und/oder an die Absorptionskältemaschine mit 86/71° C. Beide BHKW-Aggregate werden mit zusätzlichen Brennwertwärmetauschern, so genannte Kondenser, in der Abgasleitung für den Betrieb in der Winter- und Übergangszeit ausgestattet. Die Wärmeabgabe erfolgt an den Rücklauf der PWW-Heizung bei einer Rücklauftemperatur < 50°C. Im Brennwertwärmetauscher wird die Kondensationswärme des sich im Abgas befindlichen Wasserdampfs teilweise ausgenutzt.

Beide BHKW-Aggregate arbeiten netzparallel.

Ein BHKW setzt Primärenergie – in unserem Fall Erdgas – mit einem hohen

Wirkungsgrad in elektrische Energie und Wärmeenergie um. Die weitere Nutzung der Abwärme zur Kälteerzeugung für die Klimaanlage mittels einer Absorptions-Kältemaschine erhöht die Betriebszeit des BHKW zu ihrem wirtschaftlichen Vorteil beträchtlich. Ferner sind ein Wärmepufferspeicher als auch ein Kältepufferspeicher mit jeweils 13 m³ Inhalt vorgesehen. Die Pufferspeicher dienen zur Schwankungsdämpfung der Heiz- bzw. Kühllast.

Eine Absorptionskältemaschine erzeugt „Kälteenergie“ unter Einsatz von „Wärmeenergie“. Der Begriff Kälte hat nur einen subjektiven Charakter. Er gibt gegenüber der Bezugsgröße Umgebungstemperatur einen tieferen Temperaturzustand an. Der Vorteil einer Absorptionskältemaschine (AKM) gegenüber einer Kompressionskältemaschine (KKM) liegt u. a. darin, dass sie im Wesentlichen mit Abwärme betrieben werden kann im Gegensatz zur KKM, die in der Regel mit einem Elektromotor angetrieben wird.

Durch die beiden verschiedenen BHKW-Aggregate Ottomotor und Mikrogasturbine zum Antrieb der elektrischen Generatoren kann im Laborbetrieb untersucht werden, welches der beiden Antriebsaggregate sich im Betriebszustand für den jeweiligen Bedarfsfall als das Günstigere erweist.

Grundvoraussetzung für den wirtschaftlichen Betrieb von einem BHKW ist, dass die anfallende Abwärme im Winter für Heizzwecke und im Sommer für Kühlzwecke mittels einer AKM genutzt werden kann. Ansonsten müssten die heißen Abgase und die Kühlwärme des BHKW nutzlos in die Umgebung abgeführt werden.

Das BHKW ist wärmegeführt; das bedeutet, die Anlage schaltet ab, wenn nicht ausreichend Wärme für die Heizung oder die Absorptionskältemaschine abgenommen wird.

Für den Kühlbetrieb der Klimaanlage wurde die Absorptionskälteanlage für eine Kühlleistung von 150 kW ausgelegt. Bei einer Leistungsziffer (COP-Wert) von 0,75 beträgt die dafür erforderliche Wärmeleistung 200 kW. Das entspricht der Abwärmeleistung der beiden BHKW-Aggregate.

Die Auslegung der Stromerzeugungsaggregate ergibt sich aus dem niedrigsten Strombedarf, der im Nachtbetrieb auftritt. Dieser beträgt nach Aufzeichnungen für das Jahr 2003 ohne den geplanten Neubau 58 kW und mit dem Neubau ca. 80 kW. Der maximale Bedarf an elektrischer Energie ist im Winter 370 kW ohne Neubau und mit Neubau ca. 570 kW.

Für den Sommer dagegen ist die Wärmeabnahme für die AKM maßgebend, da sonst keine anderen Wärmeabnehmer vorhanden sind.

Die Stromerzeugung der BHKW-Anlagen ist für den Eigenstromverbrauch der Hochschule im Netzparallelbetrieb gedacht. Der jeweils fehlende Strombedarf wird zugekauft.

Den Berechnungen für die maximale Kühllast und den maximalen Strombedarf liegen detaillierte Lastberechnungen zugrunde. Das Betriebsergebnis bezüglich Nutzungs- und Laufzeit der Aggregate ist trotzdem mit einer gewissen Toleranz zu bewerten.

Für die Erzeugung der Heizwärme sind vorgesehen:

2 Heizkessel mit je 1500 kW Heizleistung – Brennstoff Erdgas.

Für die Heizleistung wurde ein Bedarf einschließlich Neubau von ca. 2700 kW ermittelt.

Die Heizkessel geben ihre Heizwärme an eine Pumpen-Warm-Wasser-Heizung (PWW) ab. Jeder Heizkessel ist mit einem Brennwert-Wärmetauscher von je 114 kW je nach Rücklauftemperatur <50° C der Heizung ausgerüstet.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass mit dem zusätzlichen Einsatz einer BHKW-Anlage zur Energieversorgung unserer Hochschule ein wirtschaftlicher Betrieb möglich ist. Die Amortisationszeit der Anlage liegt nach bisherigen Berechnungen bei 6 bis 7 Jahren. Mit der geplanten Anlage können jährlich ca. 600 000 kWh elektrischer Energie für den Eigenbedarf erzeugt werden. Mit der Abwärme aus den BHKWs kann die Wärmeerzeugung aus der Heizkesselanlage um ca. 1,2 Millionen kWh entlastet werden.

Und last not least ein sehr wichtiger Aspekt für unsere Hochschule. Im Rahmen der Planungen hat Prof. Dr. Richard Zahoransky vorgeschlagen, als BHKW zwei verschiedene Antriebsaggregate zur Stromerzeugung einzuplanen und zwar sowohl einen Gas-Ottomotor als auch eine Mikrogasturbine. Damit kann einerseits der Laborbetrieb vielfältiger gestaltet werden und andererseits das Verhalten der beiden verschiedenen Aggregate im Dauerbetrieb untersucht werden. Im geplanten BHKW können die beiden verschiedenen Antriebsaggregate, die unter gleichen Bedingungen konkurrierend im Einsatz sind, miteinander verglichen werden. Es ergibt sich somit die Möglichkeit, die Vor- und Nachteile der jeweiligen Aggregate im Rahmen von Studien- und Diplomarbeiten zu erfassen und auszuwerten.

Durch eine erweiterte Messtechnik im Verbund mit einer Digital-Data-Control-Anlage (DDC) und einer speziell für die Anlage entwickelten Software wird dies in besonderem Maße möglich sein. Je mehr die im Brennstoff vorhandene Energie nutzbar gemacht werden kann, desto besser ist der Gesamtwirkungsgrad und desto geringer die Umweltbelastung. Auch das ist heute ein sehr wichtiger Aspekt geworden.

Die neue Anlage ist natürlich in erster Linie für die Energieversorgung unserer Hochschule gedacht und geplant. Sie ist darüber hinaus aber auch ein Pilotprojekt für ähnliche Bedarfsfälle in der Zukunft. Für die an der Anlage gewonnenen Forschungsergebnisse zeigen Energieversorgungsunternehmen bereits jetzt großes Interesse.

Die neue Anlage umfasst ein Investitionsvolumen von ca. 4 Mio Euro.

An der Planung und Ausführung sind beteiligt:

Dipl.-Ing. Bernhard Walter und Dipl.-Ing. Bauer vom Staatlichen Vermögens- und Hochbauamt Baden-Württemberg, Dienststelle Freiburg, Dipl.-Ing. Wolfgang König vom gleichnamigen Ingenieurbüro in Stutensee. Von unserer Seite sind es Prof. Dr.-Ing. Richard Zahoransky und in erster Linie unsere Betriebsleitung mit Dipl.-Ing. Martin Gaß als Leiter und seinem Team.



Abb. IV.18-3: Letzter Versuchstag der „alten Dampfexperimentieranlage“ am 07.12.05. Von links, obere Reihe: Dipl.-Ing. Peter Wenkert, Prof. Dr. Karl Bühler, Rektor Prof. Dr. Winfried Lieber, Prof. Dr. Gottfried Kürz, Prof. Günther Klein, Prof. Dr. Armand Erb (INSA) Von links, untere Reihe: Prof. Dr. Richard Zahoransky, Dipl.-Ing. Wolfgang König, Dipl.-Ing. Martin Gaß, Dipl.-Ing. Bernhard Walter, Meister Ewald Kiefer

Mobile Device Dependent Adaptive Content Presentation

Prof. Dr.-Ing. Andreas Christ
Dekan Fachbereich Medien
und Informationswesen

Badstr. 24
77652 Offenburg
Tel.: 0781 205-130
E-Mail: Christ@fh-offenburg.de

1958: Geboren
Studium der Elektrotechnik an der Universität Karlsruhe,
Promotion an der Technischen Hochschule Darmstadt
über die numerische Berechnung dreidimensionaler elektro-
dynamischer Felder,
Fünf Jahre tätig bei Siemens AG (u. a. Zentrale Forschung,
Öffentliche Telekommunikationsnetze, Mobilfunk).

Seit 1993: Professur an der Hochschule Offenburg
über Nachrichten- und Mikrowellentechnik

Forschungsgebiete: Mobile Internet, VR-Visualisierung



IV.19 Mobile Device Dependent Adaptive Content Presentation

Prof. Dr. Andreas Christ, Dr. Markus
Feißt, Rami Omari (M.Sc.), Oliver Knörle

Der rapide anwachsende Markt unterschiedlicher Mobilfunkgeräte macht es zunehmend unmöglich, diese in grobe und allgemeine Klassen wie PDAs, Smartphones und Handys einzuteilen. Um die Ausgabe-Möglichkeiten des einzelnen Gerätes optimal zu nutzen, muss das Gerät anhand ausgewählter Faktoren beschrieben und klassifiziert werden. Der Umfang und die Darstellung der Inhalte kann dann entsprechend aufbereitet werden.

In den vergangenen Jahren hat sich XML als adäquate Technologie zur Geräte- und Layout-unabhängigen Inhalte-Speicherung etabliert. Zur Beschreibung der Relevanz der Inhalte-Daten in XML-Form wurde ein weiteres Attribut definiert. Die Einteilung der Geräte in korrespondierende Klassen ermöglicht dem System auf Serverseite die Inhalte mit XSL Transformationen den Ausgabefähigkeiten des Gerätes entsprechend aufzubereiten.

Für den Autor der Inhalte ergibt sich die Notwendigkeit, die Inhalte nach ihrer Relevanz zu beurteilen. Empfohlen wird hierbei, zuerst die essenziellen Inhalte zu erzeugen und diese dann sukzessive um wichtige, relevante und schließlich um optionale Inhalte schrittweise zu ergänzen.

The accelerating evolution in the mobile device market has shown that it is more and more impossible to distinguish mo-

bile devices on a rough and general classification such as PDA, smartphone or mobile phone [6]. One main result of the in-depth study was that this categorising is not a proper decision for solving the problem of capabilities dependant content delivery. As a conclusion we propose a combination of all important capabilities to define the classification of the device.

During the recent years XML has been proven to be the adequate and powerful technology to store content in a presentation independent manner. The definition of one additional attribute inside the XML tags allows manifesting classifications for an adequate content delivery. At the same time this will help the authors to generate content material for different devices in an efficient and structured way.

To provide proper solutions to the problem of platform-dependant web content delivery and the storage of data in XML format, early attempts discussed providing two different presentations for desktop and mobile platforms [4]. Later,

different studies concentrated on providing several presentations for different models [5] or categories [6] of mobile devices.

1. Device Classification

The new concept of device classification is based on isolating the important capabilities, described by classification parameters. These parameters can be combined to a vector which spreads out a parameter space. The parameter space is an n-dimensional space (n: number of parameters) which is then divided into the targeted number of classes. Fig. IV.19-1, models an example space for an application, which is designed to offer 7 different presentations depending on the visual and connection capabilities of the devices. Note that the first presentation (class 1) is omitted as it is reserved by default to desktop devices (PCs and laptops). This new concept has the advantage of flexibility in the selection of the classification parameters, and the number of classes. However, the more parameters are taken into consideration the more complicated the system gets.

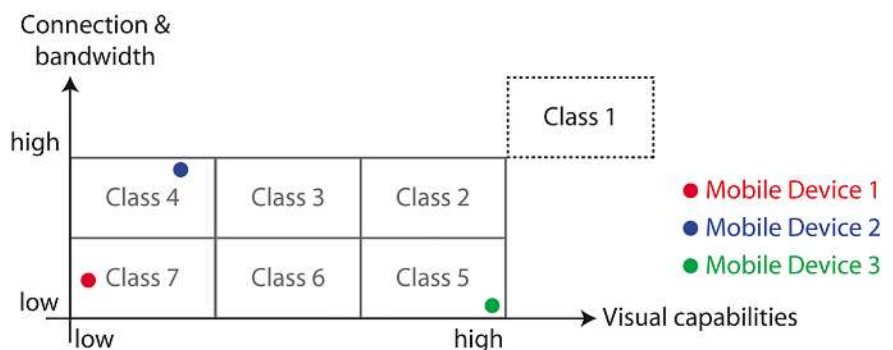


Fig. IV.19-1: An example of a 2 dimensional parameter space divided into 7 classes

1.1 Devices classification factors

Visual factors:

Currently, there is a huge variance in the visual capabilities of the available mobile devices in the world wide market. While there are a lot of visual limitations on an application which is running on a mobile phone with a small screen and limited number of colours, other more visual oriented mobile devices provide means for applications with advanced visual capabilities. Here comes the importance of enabling the same application to use the maximum visual abilities of the used device. The main factors that were found to vary from one device to another are: the display size, the screen resolution, the screen size in characters, the number of colours and the orientation of the device.

Media factors:

The available mobile devices were found also to have a wide range of media presentation capabilities (i.e. acceptable MIME media types). While one mobile device may be able to present a media type with a certain file format, another may not be able to present the same media type or may have the ability to present it but needs another file format. These media types are text, images, audio and video.

Connectivity factors:

These are the connection speed and the Internet access method, which specifies whether the device is connected to the Internet via a Wireless LAN or a mobile network service provider.

Other factors that may vary from one device to another are: the supported languages, the memory size, the operating system and its version.

1.2 Factors Determination Methods

The following are the main approaches used by mobile web developers to evaluate actual values for necessary factors:

HTTP Request Headers:

Using HTTP request headers such as the user-agent header and the accept headers is the easiest approach to be implemented and the fastest from the performance point of view, but it has some drawbacks. One problem is that it provides a very limited set of information about the user's browser like the accep-

ted MIME types, preferred character set and accepted language set. Another problem is that browsers may not provide full or correct information. However, this approach can be effectively used to distinguish microbrowsers from normal ones, in other words, mobile devices from desktop devices (PCs and laptops).

CC/PP framework, UAProf:

The CC/PP (Composite Capabilities/Preferences Profile) framework is recommended by the W3C (World Wide Web Consortium) [2] as a standard for delivering information about the used mobile device. That standard defines the structure of the device profile based on the RDF (Resource Description Framework) [2], but it does neither provide any recommendation about the content of such profiles nor the way they are delivered and by whom. For this purpose, the UAProf (User Agent Profile) [3] standard is used which is defined by the OMA (Open Mobile Alliance) and followed by most of mobile device manufacturers. That approach provides clearer, more precise and more variant information about the user's mobile device. But it provides information on connection capabilities of the device which is insufficient for providing information on the connection bandwidth and the method of payment; whether the user is concerned about the connection time or the amount of delivered data.

In some cases, a simple software code could be applied in order to have a more precise value for some of these factors such as the connection speed.

But, for some of the factors there is currently no other way than asking the user to provide the factor, such as the Internet access method.

2. Module implementation

In 2000 the iSign project started as a virtual web-based laboratory for students of study program electrical engineering. Continuous development in the last years led to a heterogeneous learning environment offering learning material, adaptive user settings and access to a simulation tool. Access is available via web and wireless devices such as PCs, Laptops, PDAs, smartphones and mobile phones.

The implementation is realised as shown in Fig. IV.19-2. The Level Evaluation Module is integrated into the presentation tier of the system. It detects the device's capabilities and determines its class according the above described factors when the user connects to the system. However, the importance of such a single factor can vary depending on the content (e.g. text versus video). The Data Collection & Arrangement unit is only concerned about the resulting class in addition to the identifier of the requested page in order to perform its task.

A combination of the determination methods mentioned above were used for implementing that module. The flowchart in Fig. IV.19-3 models the whole process. First, it is detected whether the user is connecting to the system via mobile device or desktop device by analysing the user-agent header. Then, the visual factors are detected using the UAProf XML file which is downloaded from the manufacturer's server. The last step depends on the internet access method which has to be delivered by the user.

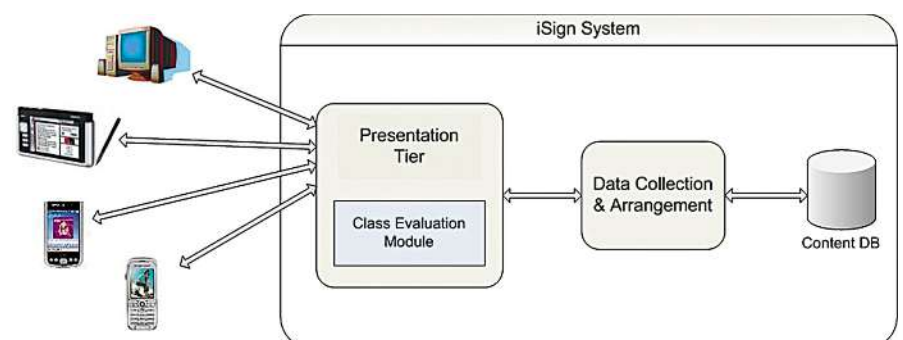


Fig. IV.19-2: The iSign content delivery subsystem

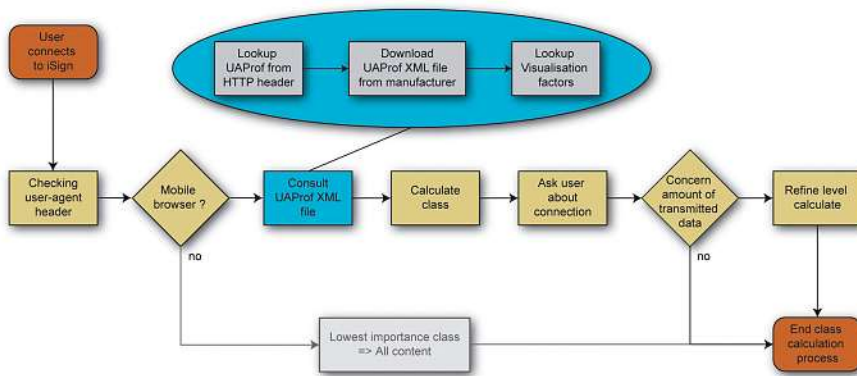


Fig.IV.19-3: Class evaluation flowchart

3. XML data adaptation methods

The analysis of current mobile device market studies has shown that all micro-browsers of the mobile devices currently delivered by the world wide market leaders fully support the WAP2.0 standard [8]. That implies complete support of XHTML MP (XHTML Mobile Profile), a subset of the XHTML markup language.

Our intention is that the entire content is available as XML data (source data). The actually requested information can be selected individually depending on the request details. A result set is formed according to user's request.

Only those content parts within the source data will be selected and provided as a result set which corresponds to a predefined **content level**. Consequently only those content parts, belonging to that level, will be inserted into the result set. From the technical point of view a mapping has been carried out between request (device class) and corresponding content level.

The content level information has been realised by an additional attribute within all XML tags used as information source. It indicates to which level the content of the respective tag belongs. This level attribute is used when the content of the XML data is processed to dynamically form the result set (Fig. IV.19-4).

The processing of the source data and transformation into two different result set formats (XHTML and PDF) is realised by the iSign system. Java code uses the instructions given by a XSL transformation file and processes the content of the source data accordingly. For each device class two XSL transformation files exist, one for XHTML and one for PDF output. The XSL transformation file that is used for the dynamic generation of PDF result sets contains instructions corresponding to XSL-FO. The XSL transformation file used for the generation of XHTML result sets contains pure XSLT instructions.

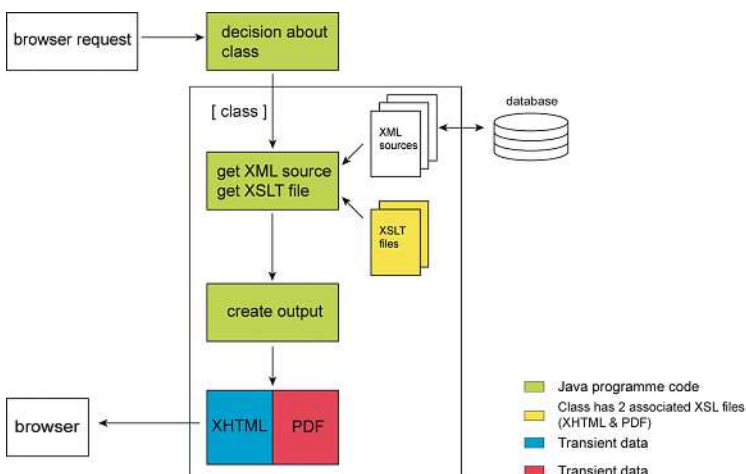


Fig. IV.19-4: Dynamic creation of XHTML and PDF result sets

The benefits for the authoring process are as follows:

- Using XML format the flexibility and portability of information is guaranteed.
- Only one additional attribute within XML tags – the level attribute – is necessary.
- The author is able to arrange the content in a hierarchical manner. Essential information is included in all the result sets, i.e. tagged with the content level that is always included in result set. All supplementary information can be added incrementally using the other content levels until finally the content level is used that is only included for desktop systems which provides best conditions for displaying all information.

4. Design Patterns

The XML based data storage allows the authors to classify their content according to the importance of the content. Usually authors tend to generate their content – in our case learning materials – and later on strip it down to adjust the content to lower end devices. As a result content may become incomprehensible up to nearly unreadable. Furthermore cutting down content, important relationships may be lost and thereby also the information that is intended to be transmitted may be lost.

In this system contents which are less important can be omitted on lower end devices without losing the learning contents. As a result of the studies and the development of this system it was found that authors have to start with the **essential** learning content (Fig. IV.19-5). This information has to be presented on all devices, either on mobile phones or on high end personal computer.

In the next steps the author can add further learning content. That additional information has to be tagged and classified (level: **important**, **relevant** or **optional**, Fig. IV.19-5). Thus the author ensures that the learning content stays comprehensive on low end devices because the **essential** content is transmitted. In order to avoid that the same content is stored multiple times, a device which is able to present less important content corresponding to its device class receives always the information of all

Essential	
Important	
Relevant	
Optional	

Fig. IV.19-5: Content levels and its combining for different device classes

more important levels (e.g. **relevant** includes content of level **important** and **essential** additionally).

The system decides which level fits best to a device and transfers the corresponding content. But the system does not automatically divide the content into different levels. That remains the author's task (and has to remain).

Categorising text into different levels is not problematic but time consuming. A problem can occur with other media formats like images, sounds and videos. It can not be guaranteed that all devices are able to present this media formats. Consequently these formats should be used with care especially if the learning content is highly important (e.g. Content of level **essential**).

For images the best solutions are media formats based on vectors as they can be scaled without quality loss. Unfortunately in most cases such media formats are **not** supported by low end devices. In order to display such a media format on a low end device a media format conversion has to be performed at server side. The output of such a conversion has to be a media format which is supported by the corresponding device (e.g. JPEG). Although a conversion has to be performed to present vector based media formats on most of the devices these formats are preferable. The reason is that such formats are scalable to fit optimal on the device screen without loss of quality.

In contrast to vector based formats, the pixel based can not be scaled without loss of quality. However, scaling happens often on end devices in order to adjust the media to the screen. But scaling such material may have dangerous side effects. For example small lines can disappear in a downscaled image. To avoid an unpredictable scaling on device, the format should be adequate "pre-scaled" by the system at the server side.

5. Conclusion

Our attempt to adapt the content to the user's needs and the currently used device led us to a XML based data structure. The two main aspects for that process are: the device capabilities and the adaptation methods using XML data.

The introduction of multiple XML based content levels and a corresponding classification of a connected device has increased the flexibility and adjustability of the system. However classifying the content into the current system's state, requires a lot of technical knowledge and is time consuming. Further work will focus on simplifying the content creation and classification. Additionally, new developments will be studied and if beneficial included into the existing system. As example the W3C is currently working on a new markup language called DIAL (Device Independant Authoring Language) [7].

References

- [1] W3C, (2004) "Composite Capability/Preference Profiles (CC/PP): Structure and Vocabularies 1.0" from: <http://www.w3.org/TR/CCPP-struct-vocab>
- [2] W3C, (2006) "RDF Primer", from: <http://www.w3.org/TR/rdf-primer>
- [3] OMA, (2006) "White Paper on UA-Prof Best Practices Guide", from: http://www.openmobilealliance.org/docs/OMA-WP-UAProf_Best_Practices_Guide-20060718-A.pdf
- [4] M. Gaedke, M. Beigl, H-W. Gellersen, C. Segor, (1998) "Web Content Delivery to Heterogeneous Mobile Platforms" University of Karlsruhe, retrieved 11 1, 2006, from: <http://www.teco.edu/~gaedke/paper/1998-lncs1552.pdf>
- [5] M. Ally, F. Lin, R. McGreal, B. Woo, (2005) "An Intelligent Agent for Adapting and Delivering Electronic Course Materials to Mobile Learners", retrieved 11 1, 2006, from: <http://www.mlearn.org.za/CD/papers/Ally-an-intelligent.pdf>
- [6] M. Feisst, D. Santos, J. Mitic, A. Christ, (2005) "Adaptive Heterogeneous Learning System", retrieved 11 1, 2006, from: <http://www.mlearn.org.za/CD/papers/Feist.pdf>
- [7] W3C, (2006) "DIAL Part 0: Primer", retrieved 11 1, 2006, from: <http://www.w3.org/TR/dial-primer>
- [8] R. Omari, (2006) "A SW Module for Mobile Device Content Delivery", Master Thesis, University of Applied Sciences Offenburg

Wie leicht fällt es
Ihren **Kunden** mit
Ihnen Geschäfte
zu machen ?

Finden Sie mehr über intuitive,
einfach nutzbare und anpassbare
automatisierte Workflowlösungen
heraus.

Besuchen Sie www.dalim.com/de

EINFACHSTES HANDLING



DALiM
software



www.bau-cooperation.com

Gewerbe und Industriebau

**Wir schaffen
für Innovationen.**

**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



BAU.
COOPERATION
Auf Erfahrung bauen.

Kunststoff-Folien
und Erzeugnisse
aus umweltfreundlichen
und wiederverwertbaren
Werkstoffen

TEXPAK



**KUNSTSTOFFWERK
LAHR GMBH**

Tullast. 5 • 77933 Lahr • Telefon 07821/9475-0 • Telefax 07821/9475-50
www.kunststoffwerk-lahr.de info@tp-kwl.com



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

Neuer HD-Hochschul- testkanal in Baden-Württemberg

Prof. Dr. Heiner Behring

Badstraße 24

77652 Offenburg

Tel. 0781 205-133

E-Mail: Behring@fh-offenburg.de

1957: Geboren
Studium der Germanistik, Geschichte und Philosophie
in Hannover.

Seit 1985: Aufsätze und Kritiken zum Film, zur Filmtheorie und
Ästhetik.

1988 bis 1992: Redakteur der Filmzeitschrift „filmwärts“.

1991/92: Förderstipendium der Volkswagenstiftung.

1993: Promotion über den deutschen Nachkriegsfilm.

Seit 1989: Drehbuch- und Regiearbeiten für Industrie-, Lehr- und
Werbefilme, regelmäßig Filmbeiträge für den NDR.

1993: Nominierung für den Bundesfilmpreis in der Kategorie
Kurzspielfilm.

1993 bis 1996: Dozent für Wirtschaftsfilm an der Filmakademie
Baden-Württemberg in Ludwigsburg.

Seit 1998: Professor für Film und Neue Medien an der Hochschule Offenburg



IV.20 Neuer HD-Hochschultestkanal in Baden-Württemberg

Prof. Dr. Heiner Behring, Ronald Linder

Die Fakultät Medien und Informationswesen der Hochschule Offenburg ist wesentlich an der Entwicklung und Produktion eines Fernsehmagazins in der neuen HD-Technik beteiligt.

Neun Hochschulen in Baden-Württemberg produzieren 2007 ein neues HD-Fernsehmagazin auf einem HD-fähigen Kanal der Kabelgesellschaft Baden-Württemberg. Finanziert wird diese Koproduktion von der Landesanstalt für Kommunikation (LFK) und der Medien und Filmgesellschaft (M F G). Die Fakultät Medien und Informationswesen der Hochschule Offenburg ist federführend in diesem Projekt involviert, da sie nicht nur Beiträge für das Magazin liefern wird, sondern auch das komplette On-Air-Design des HD-Fernsehmagazins entwickelt hat – Felix Müller, Assistent im Studio Ohlsbach, hat hier wieder einmal eindrucksvoll sein kreatives Potential in der computeranimierten Bildgestaltung bewiesen. Für das Magazin wurden ein Opener, zahlreiche Trenner für die unterschiedlichen Beiträge sowie ein Abspann entwickelt – inklusive des Sounds und der Musik.

Projektleiter Heiner Behring und sein Team, zu dem auf der bildgestaltenden Seite der zweite Assistent des Studios Ohlsbach, Ronald Linder, gehört, möchten mit den Beiträgen für das Magazin sowohl die neuen technischen als auch ästhetischen Möglichkeiten der HD-Technik praktisch erforschen:

Wieder einmal geht es um den engen Zusammenhang zwischen Form und Inhalt; denn weil HD-Bilder viel genauer, klarer und kontrastreicher sowie mit einer größeren Tiefenschärfe ihre Motive zeichnen, sind ein genaues Wissen der Technik und ihre exakte Handhabung unabdingbar für anspruchsvolle, ästhetisch hochwertige Bilder. Auch das 16:9 – Bildformat bedeutet ein neues „Sehen“, da die Kadrierung der Aufnahmen nun in einem ganz anderen „Rahmen“ erfolgt. Sowohl inhaltlich als auch formal sollen im Laufe des Jahres vollkommen unterschiedliche Beiträge für das HD-Magazin des Hochschultestkanals produziert werden, um möglichst vielfältig die neuen Potentiale der HD-Technik zu erproben – der erste Beitrag wird sich mit den Weinen und Winzern der Ortenau beschäftigen ...

Die M F G und die LFK Baden-Württemberg unterstützen dieses Forschungsprojekt der Fakultät Medien und Informationswesen mit 49.000 Euro. Im Folgenden wird Ronald Linder, der sich intensiv mit dem neuen HD-Format auseinandergesetzt hat, Entwicklungen, Möglichkeiten und Grenzen der HD-Technik näher vorstellen.

HD ready? – Eine Beurteilung der neuen Technik

Wie so oft war es den großen Techniksyndikaten nicht möglich, bei der Entwicklung des „Neuen Fernsehens“ eine einheitliche Norm festzulegen. Den Konsumenten wird das nicht weiter stören, werden doch am Ende der Umstellung, ähnlich den DVD-Abspielgeräten heute, alle Fernsehgeräte die unterschiedlichen Formate korrekt darstellen können.



Abb. IV.20-1: Der 20minütige Kurzfilm „Rolledüsch“ wurde im Sommer 06 auf der HD Kamera HVX200 von Panasonic im Format 1080i50 gedreht

Die Frage nach dem richtigen Format werden sich Produktionsfirmen stellen, die in die Technik investieren wollen und dies auch langfristig müssen – wollen sie konkurrenzfähig bleiben.

Im Computeralltag haben wir ihn schon lange vollzogen, den Wechsel vom Bandmedium zum elektronischen Speichermedium – im Videoalltag scheut man vor diesem Schritt noch zurück. Doch wer heute in die Welt des hoch aufgelösten digitalen Bewegtbildes eintreten will, muss sich Gedanken über den zukünftigen Arbeitsablauf seiner Filmproduktionen machen. Drei vergleichbare Möglichkeiten der Speicherung werden angeboten:

- auf einem Festplattenmedium,
- auf einem elektronischen Speichermedium oder
- auf einem gängigen Bandmedium.

Fangen wir mit dem Vertrautesten an, dem Bandmedium. Das HD-Bild (High-Definition) benötigt eine um den Faktor zwei erhöhte Übertragungsrate als das SD-Bild (Standard-Definition). Dies bedeutet, dass etwa doppelt so viele Daten digital übertragen werden und somit auch auf dem Speichermedium Platz finden müssen. Will man nun ein gängiges Bandmedium zur Speicherung der Daten verwenden, bedeutet das, dass das Medium doppelt so schnell transportiert werden muss, um die Daten auf ein Band mit der selben Bandbreite zu speichern. Dies hat zur Folge, dass z. B. bei dem Panasonic-Verfahren anstatt 33 Minuten bei DVCpro50 (4:2:2 SD) nun nur noch 16 Minuten bei DVCpro100 (4:2:2 HD) auf ein und das selbe Bandmedium gespeichert werden können. Die DVCpro-Formate von Panasonic sind vergleichbar mit den XDCam-Formaten von Sony, da sie beide im YUV-Verhältnis (Chrominanz [Farbe] zu Luminanz [Helligkeit] – Verhältnis) von 4:2:2 komprimieren. HDV, ein Konsumentenformat von JVC und Sony, geht seinen ganz eigenen Weg. DV steht für Digital Video und ist ein SD-Format, das seine Verwendung überwiegend in Konsumentkameras gefunden hat. Es komprimiert sein Bild im YUV-Verhältnis von 4:1:0. Eine übliche MiniDV-Kassette kann bis zu 60 Minuten speichern. Um nun das HD Bild auf diesem Träger zu



Abb. IV.20-2: In Verbindung mit einem so genannten 35mm Adapter können zusätzlich Objektive von 35mm Filmkameras verwendet werden. Hier beim Dreh zum Kurzfilm „Ladenhüter“ in Berlin ebenfalls im Sommer 06

speichern, verwendet die Kamera einen weiteren Codec. Die Bilder werden wie bisher nicht nur innerhalb des Bildes, sondern wie beim DVD-Video-Verfahren mit einem MPEG2-Codec über die Zeit komprimiert. Dadurch ist es den Herstellern möglich, wiederum 60 Minuten HD-Bild auf eine MiniDV-Kassette zu speichern. Dass dabei das Bild erheblich fragmentiert, also zerstört wird, nimmt man anscheinend gerne in Kauf ...

Die Kompaktheit der heutigen Kameras lässt größere Bandlaufwerke für eine längere Aufzeichnungszeit nicht zu. Gleichzeitig stieg in den vergangenen fünf Jahren die Speicherkapazität von Festplattenmedien sowie von elektronischen Speichermedien enorm an. 1995 war eine 100MB Festplatte ausreichend, um darauf ein grafisches Betriebssystem zusammen mit etlichen Benutzeranwendungen unterzubringen.



Abb. IV.20-3: Ronald Linder beim Dreh zu „Ladenhüter“, in Berlin wurde statt eines Kamerakrans eine Actioncam eingesetzt, um minimale Bewegungen sanft in Szene zu setzen

Heute ist die Mindestanforderung von Computernutzern auf gut 100 GB gestiegen. Diese Technologie erlaubt es bei einer Datenrate von ca. 15MB/s bei DVC pro100, annähernd zwei Stunden HD Material 4:2:2 aufzuzeichnen. In der Ausführung 3,5 Zoll wäre diese Festplatte dabei um die Hälfte kleiner als eine DVCpro Kassette mit ihren möglichen 16 Minuten. Neben externen Festplatten zur Sicherung des Bilddatenstroms gibt es auch integrierte Varianten.

Die letzte sowohl im Hochpreis- wie im Niedrigpreissegment verwendete Technik ist die Speicherung auf einem elektronischen Medium. Ähnlich der digitalen Fotografie wird der Datenstrom hier auf einem SD-Chip abgespeichert. SD-Karten sind heute bis zu 4GB groß und bieten in der Fotografie Speicherplatz für bis zu 1000 hochaufgelöste Einzelbilder. In der Videografie werden gleichzeitig zwei oder mehr Karten mit je 8 GB eingesetzt, was eine Speicherung von einem 4:2:2 HD-Bild bis zu 30 Minuten ermöglicht.

Beide Nicht-Band-Medien erfordern die Umstellung des Produktionsablaufs. Circa 75 % des Tagesgeschäfts im Videoproduktionsalltag ist die aktuelle Berichterstattung. Hier war und ist es üblich, einige Kassetten immer griffbereit zu haben, die schnell bespielt und schnell weitergegeben werden können.

Diese Anforderung kann auch das Speichern auf einer Speicherkarte erfüllen, jedoch liegt hier der Preisunterschied von Kassette und Karte bei 1:100! Eine aktuelle Berichterstattung auf Festplatte scheint im Moment unmöglich ...

Beim Film und in der Werbebranche sieht es ganz anders aus. Eine Speicherung auf Karte oder Festplatte bedeutet hier erhebliche Vorteile. Das Material kann ohne großen Equipmentbedarf vor Ort sofort weiterverarbeitet werden. Ein Testschnitt und eine Test-Farbkorrektur am Set oder gar das Test-Compositing vor Ort geben kreativen Köpfen noch mehr Einflussmöglichkeiten schon während der Dreharbeiten.

Auf eine Masterauspielung nach der Produktion nicht nur für das Archiv, sondern zur Publikation, kann auch weiterhin nicht verzichtet werden – ein Schnittstudio sollte deshalb immer auch mit einer HD-fähigen Bandaufzeichnungsmöglichkeit ausgestattet sein.

Für das Bildaufzeichnungsverfahren werden neben den gängigen CCD-Sensoren auch die in digitalen Spiegelreflexkameras eingesetzten CMOS-Sensoren eingesetzt, die ein wesentlich natürlicheres Abbild aufzeichnen. Panasonic setzt bei seiner HVX200 – Kamera auf das Pixelshift-Verfahren. Dabei ist der 960 Pixel große Grün-Sensor um ein halbes Pixel gegenüber dem Rot- und Blau-Sensor versetzt angeordnet. Ein nachgeschalteter digitaler Signal Prozessor DSP erzeugt daraus dann das 1920 Pixel breite und 1080 Pixel hohe (native) HD-Bild. Die Chipgröße ist wie bei fast allen Niedrigpreiskameras dabei nur 1/3 Zoll groß – und keine der Kameras hat eine native HD-Auflösung schon auf dem Sensor. In der professionellen Videoproduktion werden hingegen 2/3 Zoll Chips verwendet. Zwei Gründe sprechen bei einer professionellen Filmproduktion für den Einsatz eines professionellen Equipments. Erstens: Die digitale Nachbearbeitung ist da am erfolgreichsten, wo am wenigsten Bildfragmente im nativen Bildsignal vorhanden sind – also bitte weder HDV noch 1/3 Zoll – Kameras verwenden, wenn das Bild extremen Renderprozeduren unterworfen werden soll. Zweitens: Der ästhetische Look – das aus einer 2/3 Zoll-HD-Kamera resultierende Ergebnis liegt wesentlich näher am 35mm Filmbild.



Abb. IV.20-4: Der Einsatz einer HD Kamera erlaubt ein wesentlich filmischeres Arbeiten mit Licht und Schatten

Bevor die Kameras auf den Markt kamen, wurde viel spekuliert. Ein 1080i-Bild besteht aus 1080 Zeilen. Mit jedem neuen Bild wird jedoch nur jede zweite Zeile des Bildes neu gezeichnet. Was letztendlich eine Zeilenzahl je Bild von lediglich 540 Zeilen bedeutet. 720 Zeilen, und das mit jedem Bild neu, das sind 180 Bilder mehr – so wurde gerechnet und 720p eindeutig präferiert. Nur hat man diese Rechnung ohne den Menschen gemacht: Ab 16 Bilder pro Sekunde beginnen Einzelbilder im menschlichen Gehirn als Film abzulaufen. 720p25 macht 25 ganze Bilder pro Sekunde, somit ist die Illusion perfekt. Die Halbbilder entstanden, als man eine Mattscheibe mit einer fluoreszierenden Schicht bedeckte, die einige Zeit nachleuchtete, wenn ein Lichtstrahl sie traf. Heute gibt es Plugins, die entweder eine Halbbilddominanz unterdrücken oder, besser noch, man interpoliert die fehlenden Zeilen. Einfacher ausgedrückt: Statt aktiv leuchtende Bildlinien mit noch passiv leuchtenden Bildlinien zu vermischen, ergänzt man heute existente Bildlinien mit den Bildlinien aus dem letzten Bild.

Dieses Verfahren funktioniert am besten, wenn man die doppelte Anzahl an Bildern zur Verfügung hat, 50 eben. Die hier verwendete Herleitung zu Gunsten von 1080i ist und bleibt trotzdem nur eine Farce: Denn das Sehen ist so individuell wie der Betrachter – und auf einem HD-ready- Home-Fernseher wird „Otto-Normalverbraucher“ den Unterschied ohne direkten Vergleich nicht bemerken.

Aktuell genießen sowieso 66% aller HD-ready-Fernsehzuschauer ihre im 16:9 Format ausgestrahlten Sendungen und Filme nochmals gestaucht im 16:9 Format des Fernsehers. Sie bemerken weder die langen Gesichter der Protagonisten noch das „neue“ ovale Logo der Fernsehsender. Von diesem Gesichtspunkt aus betrachtet sollte man als Filmemacher vorsichtshalber niemals auf 35mm – Film drehen: Es besteht die Gefahr, dass man von diesem so bewährten Format nicht wieder lassen möchte – auch der neuesten HD-Technik zum Trotz.

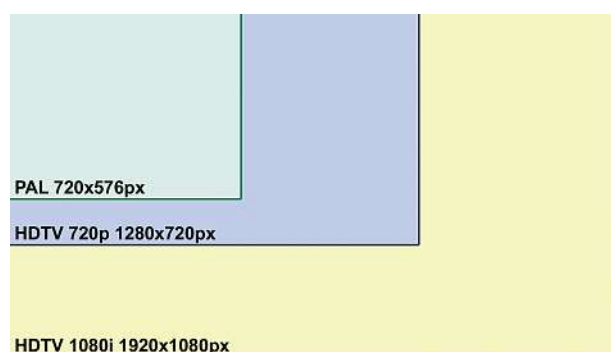


Abb. IV.20-5: Die Größenunterschiede von SD zu HD sind enorm. So passt ein heute gebräuchliches PAL Bild annähernd sechs Mal in ein 1080i Bild

Humboldt's Plant Geography as a Web Service

Prof. Dr. rer. nat. Detlev Doherr

Badstr. 24
77652 Offenburg
Tel. 0781 205-281
E-Mail:
doherr@fh-offenburg.de

1953: Geboren 3.11. in Göttingen

1960–1972: Humanistisches Gymnasium in Göttingen, Abitur

1973–1980: Geowissenschaftliches Studium an der Georg-August-
Uni Göttingen

1980–1983: Diplom, Promotion als **Dr. rer. nat.** nach DAAD-
Stipendium an der Uni Göttingen

1983–1990: Projektleiter in deutschem Bergbauunternehmen,
dort ab 1986 Referatsleiter für die Entwicklung eines Geoin-
formationssystems für den Bereich Bergbau-Geologie in
Partnerschaft mit IBM

seit 1990: Professor an der Hochschule Offenburg für Bereich
Umweltinformatik

seit 1993: Wissenschaftlicher Leiter des Hochschulrechenzentrums

seit 1993: Leiter des Steinbeis-Transferzentrums Umweltinformatik, Offenburg

Sonstige Tätigkeiten: Adjunct Research Associate im Hall Center, University of Kansas,
Lawrence, USA



IV.21 Humboldt's Plant Geography as a Web Service

*Prof. Dr. rer. nat. Detlev Doherr,
Prof. Frank Baron Univ. of Kansas,
Lawrence, USA*

Abstract

The concept of the interconnectedness of nature, which Humboldt articulated in different forms throughout his life, was an idea that dictated his approach to all disciplines, and it forms the basis for conceptualizing all aspects of this project. Because printed versions of Humboldt's texts and graphic present information in an extremely reduced form, it is the goal of the present project to make Humboldt's vision of plant geography accessible in a way that the technology of his time could not do. In contrast to the printed mode or even compared to a traditional digital library, a dynamic system can take full advantage of the innovative features of Humboldt's graphic. This prototype is based on the 700 plants of the "Nova Genera et Species Plantarum", but the expanded system will eventually include all plants that Humboldt and Bonpland described there.

Introduction

Alexander von Humboldt was one of the first German explorers, who travelled around the world and described precisely, what he found and discovered. He wrote in the preface to his *Cosmos* [Humboldt, Alexander von: *Cosmos*, 4 vols., great whole, moved and animated by internal forces." During the time of his explorations, Thomas Jefferson pointed out in a letter, June 1804, that "I have omitted to state ... the extreme satisfac-

tion I have received from Baron Humboldt's communications. The treasures of information which he possesses are inestimable ...". And even Charles Darwin wrote 1832, that "I formerly admired Humboldt, I now almost adore him ...".

Encouraged by the vision of Web service the principal investigators met at the Max Kade Center at the University of Kansas, Lawrence, in 2001 and developed the concepts of the Humboldt digital library as an online information system to preserve the legacy of Alexander von Humboldt. The Max Kade Center (See fig. IV.21-1) is related to the Department of German Literature at the University of Kansas and provides a forum for literary, artistic, historical, and musical events that document the role of German-speaking immigrants in the development of American culture.

The Computer Center of the University of Applied Sciences in Offenburg, Germany, is hosting the Webserver and provides the online system to present the ongoing research work. Also they support the technical development of applications and database programming of the project.



Based on the work of a research activity in Summer 2006 at Max Kade Center in summer 2006, where the principal investigators worked out the Web portal for the Humboldt Digital Library, the flexibility of this system can be demonstrated on the basis of selected texts with a view of Humboldt's "Plant Geography" and the visualization of Humboldt's travels (using Google Earth as a navigation tool). Both aspects are online accessible on: <http://www.avhumboldt.net>

The Dynamic Digital Library

For Humboldt's most important writings on Latin America, data mining is now available (See fig. IV.21-2). Fourteen volumes of Humboldt's works in English translation (Personal Narrative of Travels, seven volumes; Aspects of Nature, one volume; Researches ... and Most Striking Scenes of the Cordilleras, two volumes; and Political Essay on the Kingdom of New Spain [Mexico], four volumes) have been scanned and digitized and allow users to search for specific words or phrases. Combined with the digital text service, our system will provide additional Web services for data mining and information research.

Fig. IV.21-1: Max Kade Center in Lawrence, Kansas

Our vision of the Humboldt Digital Library goes beyond the traditional system. Humboldt's idea of interconnectedness requires a system of flexible navigation from any point in the digital library to any other related point within and outside Humboldt's works. The digital information system is therefore based on modern client-server technology in combination with document server, map server, and database server. The system integrates the document services with a database containing Humboldt's texts and images in a paragraph structure. Although the initial focus is on Humboldt's works in English translation, it is our intention to create a structure that accommodates the works written originally in French, along with translations into German and Spanish (making efficient comparison of texts possible).

A further innovative feature of this dynamic system is that it can recreate the context of a particular text, making it possible to view images, georeferenced and interactive maps, information about plants, animals, and scientific facts relevant to Humboldt's observations. Although the digital library contributes by accessing rare books, the greatest advantage of the dynamic system will be its capacity to connect data from diverse locations in Humboldt's twenty-nine volumes and allow comparison with modern scientific knowledge and developments.

Plant Geography

In the first half of the nineteenth century people believed that the Ecuadorean Chimborazo volcano was the tallest mountain in the world. Alexander von Humboldt, accompanied by Aimé Bonpland and Carlos Montúfar, almost reached the summit of the mountain in 1802. Because no one had ever climbed so high before, reports of this accomplishment made Humboldt a celebrity in Europe. Humboldt's cross-section of the Chimborazo was his most daring experiment in the visual presentation of scientific data (See fig. IV.21-3). With its great variety and richness of information, the image displays Humboldt's conception of plant geography and reflects his effort to show the unity, diversity, and interconnectedness of nature.

The cross-section shows Latin plant names at various altitudes. In columns

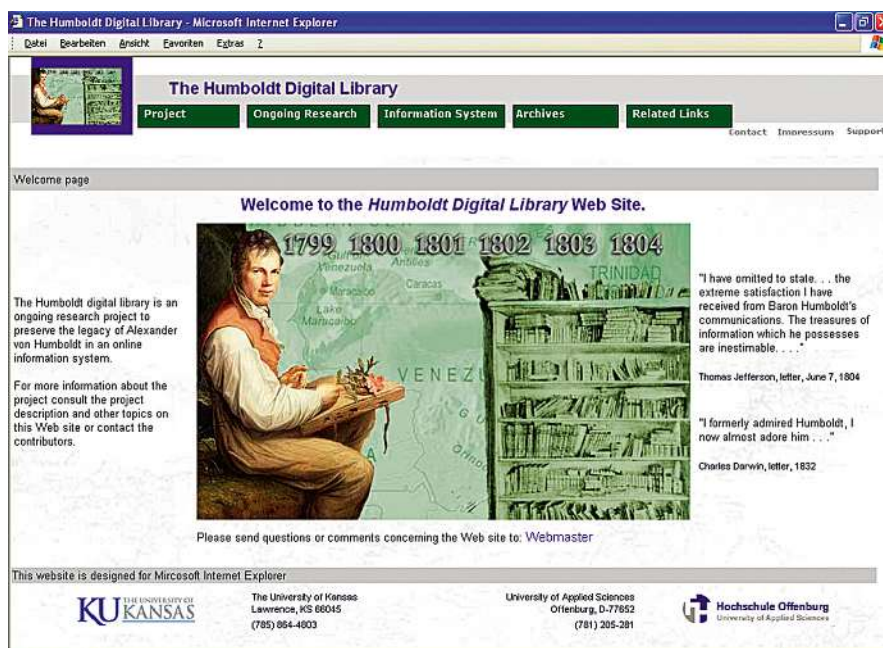


Fig. IV.21-2: The Web portal of the Humboldt digital library (<http://www.avhumboldt.net>)

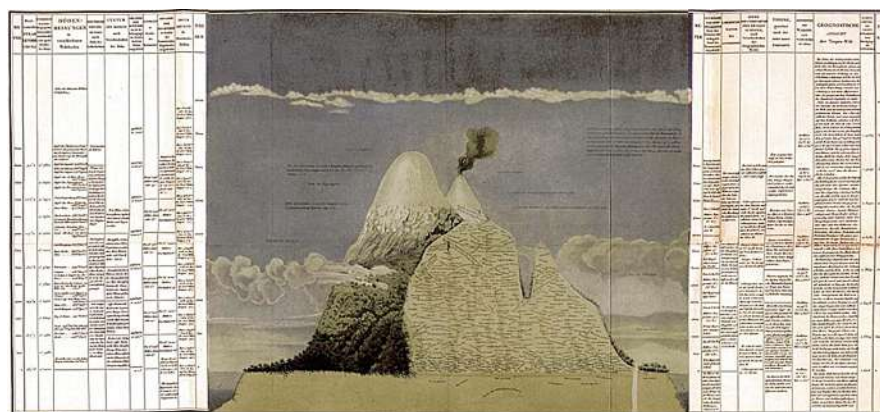


Fig. IV.21-3: Humboldt's cross-section of the volcano Chimborazo in Ecuador, showing Latin plant names related to altitudes together with relevant physical measurements, published by Alexander von Humboldt in the "Geographie des Plantes Equinoxiales" in his volume "Essai sur la Geographie des Plantes".-A.v.Humboldt & A. Bonpland, Paris, 1805

to the right and left of the cross-section, Humboldt presents relevant climatic conditions such as temperature, barometric pressure, etc. Modern computer technology offers an opportunity to overcome the limitations of the print medium. By expanding and magnifying the concentrated form of the data, the digital library can guide the user to Humboldt's vast store of botanical and geographical information.

During their exploration of the Americas, Humboldt and Bonpland observed thousands of plants unknown in Europe. They described them in detail and supervised the preparation of colored lithographs. Although the digital library will eventu-

ally accommodate the entire range of descriptions and images, at the present time the Chimborazo graphic illustrates how it is possible to access information about the plants that Humboldt considered the most important discoveries. The user can ascertain when and where they located the 700 plants of Humboldt's "Nova Genera et Species Plantarum" (See fig. IV.21-4). The digital library provides all relevant data to recreate the geographical context of these plants.

So a click anywhere on the image opens clearly legible Latin plant family names (genus). The user may access four regions; Humboldt divided according to the altitude in which the plants are

found. Within each altitude segment, the names of the plant families are color coded with blue for Humboldt's observations on specific plants; green for color plates of plants, together with their descriptions; and black for further information in the digital library. A click on the names opens windows to Humboldt's succinct information about specific plants (the location at which Humboldt and Bonpland observed the plants, altitude, and time of blooming).

In several columns to the left and right of his famous graphic image Humboldt provides many detailed measurements and observations. This additional information relates to specific regions and altitudes (See fig. IV.21-5). A click on the narrow left and right borders opens columns with specific categories (such as temperature, barometric pressure, boiling point of water, zoological information, geological data, etc.) Further navigation within the columns leads to Humboldt's texts on specific issues and can open further links within the digital library.

A click on a flag above the graphic display will change the text to German, English, or Spanish (French will be added in the near future). In addition, the system has a network of links to the complete collection of scanned texts and images in the Bibliothèque Nationale de France (site name: Gallica).

Humboldt's travel narratives suggest innovative features. With the aid of navigation between text and interactive maps, users of the digital library will gain unprecedented access. For example, Humboldt's data on plant and animal distribution can be useful for analyzing the change in patterns during the last two hundred years. We envision a digital library that allows the visitor to reconstruct Humboldt's path, encounters, and discoveries simultaneously from different perspectives and more precisely than ever before. This work will contribute to the linkage of scientific to humanistic themes, in keeping with Humboldt's holistic vision.

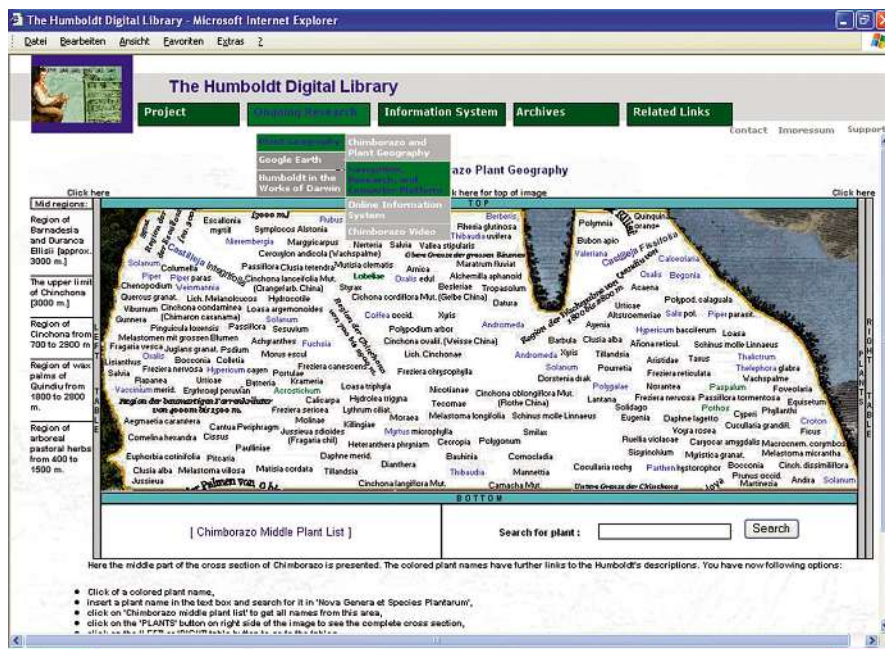


Fig. IV.21-4.: Interactive cross section of the middle part of Chimborazo mountain containing Latin plant names, which are linked to plant descriptions and images from the „Nova Genera et Species Plantarum” and the digital library of Gallica from Bibliothèque Nationale de France

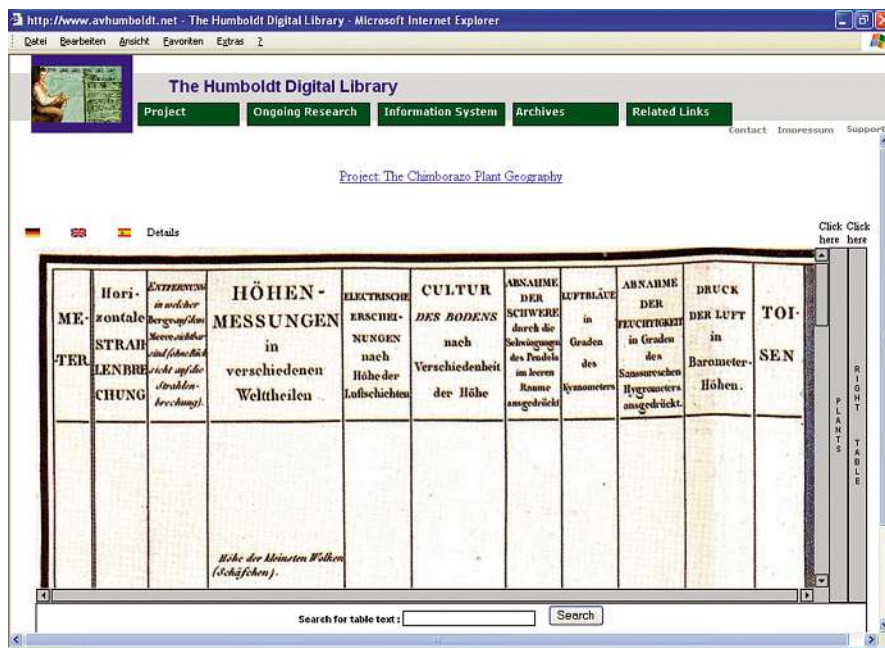


Fig. IV.21-5.: Presentation of the left table containing altitude related measurements, which opens the access to linked texts by mouse click on the entire part of the image

Literature

Arcos Béjar, I. (2006): Development of a Web based digital Archive on Alexander von Humboldt's description of Chimborazo Mountain. Master Thesis, Univ. of Applied Sciences, Offenburg 2006.

Baron, F. & Doherr, D. (2006): Exploring the Americas in a Humboldt Digital Library: Problems and Solutions. – The Geographical Review 96, 2006.

Doherr, D. (2005) : The Humboldt Digital Library: Exploring Innovative Structures.- HIN, Alexander von Humboldt im Netz, ISSN 1617-5239, Sondernummer VI, 10, http://www.uni-potsdam.de/romanistik/humboldt/hin/hin_10.htm, Univ. Potsdam, 2005.

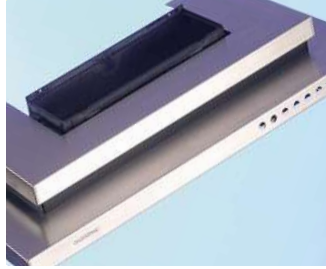


RIETHO GmbH
Stanz- & Biegetechnik
Bildstöckle 8
D-77790 Steinach
Tel. 0 78 32 - 91 97-0
Fax 0 78 32 - 91 97-33
info@rietho.de
www.rietho.de

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.

Dantherm Filtration - Unser Thema: Umweltschutz Verstärken Sie unser Team!



Dantherm Filtration GmbH
Industriestraße 9
D - 77948 Friesenheim

Dantherm Filtration ist heute weltweit einer der größten Hersteller und Lieferanten von Systemen zur Luftreinhaltung.

www.danthermfiltration.com
Tel.: +49 (0)7821/966 - 247
info.de@danthermfiltration.com

Webbasierte Multimediadatenbanken

Prof. Dr. rer. pol. Volker Sänger

Badstr. 24
77652 Offenburg
0781 205-135
volker.saenger@fh-offenburg.de

1964: Geboren

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



IV.22 Webbasierte Multimediadatenbanken

Prof. Dr. Volker Sänger

1. Multimedia im Internet

In jüngster Zeit ist die Zahl von Bild-, Audio- und Videodaten im Internet regelrecht explodiert. Ein Grund dafür ist die stark gestiegene Anzahl an Breitbandzugängen ins Internet. Noch viel stärkeren Einfluss aber hat das Web 2.0, mit dem Multimedia-Communities aufkommen sind, die den gegenseitigen Austausch und die Diskussion unter den Benutzern multimedialer Daten in Gang brachten.

Drei populäre Beispiele seien stellvertretend für den aktuellen Hype „Multimedia im Web“ genannt.

- Unter der Adresse www.flickr.com finden sich Millionen von Bildern, die von unterschiedlichsten Nutzern bereitgestellt, geteilt, gesucht und diskutiert werden.
- Die inzwischen legalisierte Musiktauschbörse Napster verfügt über 2,5 Mio Musiktitel.
- Mit dem Slogan „Broadcast yourself“ werden auf der Website YouTube (www.youtube.com) Millionen von Videos, meist privater Natur, veröffentlicht und ausgetauscht.

Nachdem das Thema Multimediadatenbanken jahrelang ein Nischendasein gefristet hat, sind nun digitale Bilder, Geräusche, Musik und Videos in aller Munde. Zwar sind einige Konzepte für die effiziente Verwaltung multimedialer

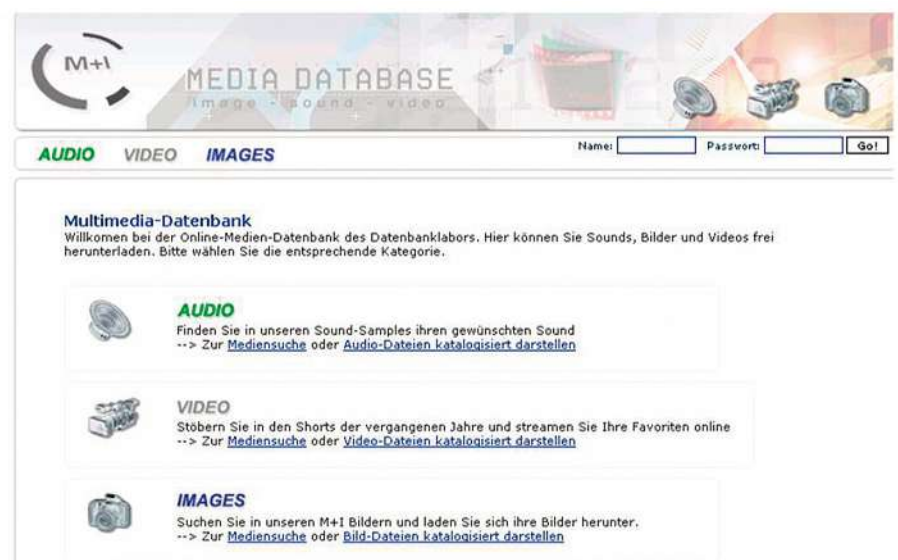


Abb. IV.22-1: Startseite der Mediendatenbank
(<http://projekte.mi.fh-offenburg.de/mediaDatabase/>)

Daten entwickelt worden, in der Praxis sind sie noch lange nicht etabliert.

Folglich wird die Suche nach einem bestimmten Bild, Musikstück oder Video in vielen Systemen nur rudimentär unterstützt. Weiterhin sind die meisten Benutzerschnittstellen für die Suche stark verbesserungsfähig, und im Allgemeinen wird nur jeweils ein Medientyp unterstützt.

2. MediaDB

Die Studierenden der Fakultät Medien und Informationswesen der Hochschule Offenburg arbeiten tagtäglich mit Multimediadaten. Sie erstellen im Verlauf des Studiums eine Vielzahl von Medienprodukten, z.B. Kurzfilme, Animationen,

Radiobeiträge, Webseiten oder Plakate. Diese Ergebnisse liegen als digitale Dateien unterschiedlicher Art vor, zu deren Erstellung die Studierenden vielfältige multimediale Rohdaten, z. B. Bilder, Geräusche, Grafiken benötigen. Für dieses Arbeitsumfeld wurde die webbasierte MediaDB realisiert. Sie enthält derzeit:

- Geräusche aller Art aus dem Tonstudio,
- Bilder, die von den Studierenden z. B. für Broschüren benötigt werden, aber auch Bilder von Veranstaltungen der Hochschule,
- die Kurzfilme (Shorts) verschiedener Jahrgänge.

2.1 System-Architektur

Die MediaDB ist webbasiert, so dass jeder Student jederzeit und ortsunabhängig auf die Daten zugreifen kann. Der Zugriff ist passwortgeschützt, damit nur Mitglieder der Fakultät oder andere autorisierte Personen zugreifen können. Die Systemarchitektur wird in Abb. IV.22-2 dargestellt.

In der Datenbank, die mit dem objektrelationalen Datenbankmanagementsystem Oracle und dessen Modul interMedia für multimediale Daten realisiert ist, werden sämtliche Multimediadaten gespeichert. Für die Medien Bild, Ton und Video werden spezielle, objektrelationale Datentypen angeboten, so dass jedes Bild, jede Audiodatei und jeder Film als Objekt verwaltet wird, in dem neben den Rohdaten viele technische (Dateityp, Anzahl Bilder pro Sekunde, Bildgröße ...) und semantische (Schlagworte, Bemerkungen, Kategorien) Metadaten zusammengefasst sind. Zu jedem Bild wird außerdem ein Objekt für die inhaltsbasierte Suche verwaltet.

Das Administrationsmodul bietet dem Benutzer die Möglichkeit, Multimediadaten zu laden und gleichzeitig mit semantischen Informationen zu versehen. Weil eine gewisse Bandbreite unabdingbar ist, stellen wir dafür kein Webinterface bereit. Man muss sich zum Hochladen im Hochschulnetz befinden. Hochzuladende Daten werden vom Java-Client an die Servlets der Programmlogik übergeben und mit den angegebenen Metadaten an die Datenbank übermittelt. Beim Schreiben in die Datenbank werden durch die Programmlogik automatisch die vorne erwähnten technischen Metadaten erzeugt. Für jedes Bild wird zusätzlich ein Objekt erstellt, das Informationen über Farbe, Textur, Form, sprich über die Bildinhalte, beinhaltet.

Mit dem Webinterface kann nach den Mediendaten gesucht werden. Eine Anfrage wird von der JSP-Seite an die Servlets der Programmlogik übergeben und von dort als SQL-Anfrage an die Datenbank abgeschickt. Den gleichen Weg in umgekehrter Reihenfolge nehmen die Ergebnisse.

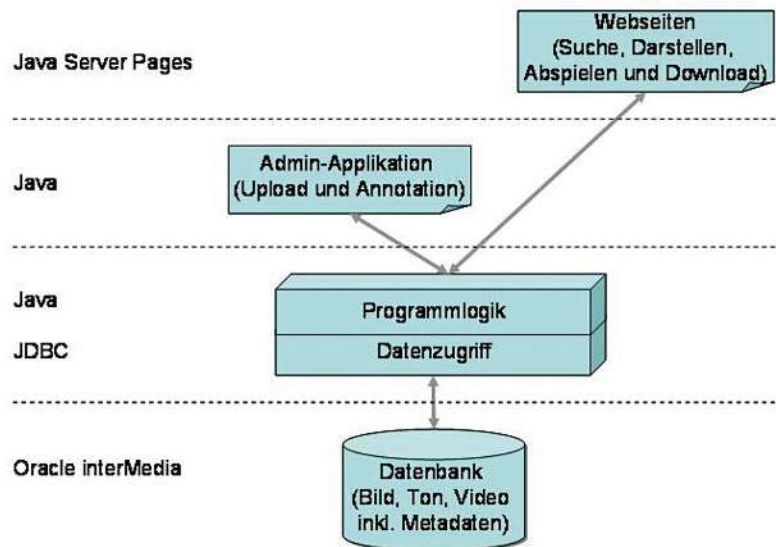


Abb. IV.22-2: Systemarchitektur der Mediendatenbank

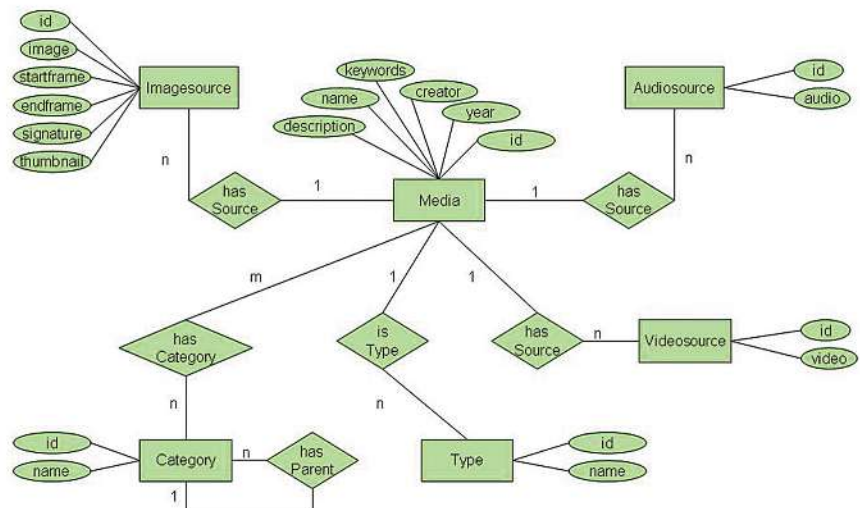


Abb. IV.22-3: Ausschnitt des Datenmodells der MediaDB

2.2 Die Datenbank

Die zentrale Komponente der MediaDB ist natürlich die Datenbank, von der Abb. IV.22-3 einen Ausschnitt mit wichtigen Strukturelementen in Form eines Entity-Relationship-Schemas (ER-Schemas) zeigt.

Der Entity-Typ Media verbindet die derzeit vorhandenen Medientypen Bild, Ton und Video. Er enthält sämtliche Attribute, die allen Medientypen gemein sind. Durch dieses Konstrukt können leicht neue Medientypen hinzugefügt werden, z. B. Animationen oder Freitext. Außerdem werden jedem Datensatz vom Typ Media hierarchische Kategorien zugeordnet. Wird einer Datei eine Kategorie

zugeordnet, so ist sie aufgrund der rekursiven Struktur der Kategoriebeziehungen gleichzeitig auch in die Elternkategorien einsortiert. Den Entity-Typen für Bild, Ton und Video (Imagesource, Audiosource und Videosource) sind die medien-spezifischen Attribute zugewiesen. Insbesondere werden hier die Mediendateien mit den in Oracle verfügbaren technischen Metadaten gespeichert.

Mit Entity-Typen für Benutzer, Rechte und Gruppen, die in Abb. IV.22-3 nicht dargestellt sind, wird sichergestellt, dass jeder Benutzer nur die Daten sehen bzw. bearbeiten kann, für die er bzw. seine Gruppe Rechte hat. Auf diese Weise können auch Benutzer außerhalb der

Fakultät Zugriff erhalten. Beispielsweise kann das zentrale Marketing der Hochschule auf Bilder aus der Hochschule, dem Hochschulgebäude und von zentralen Veranstaltungen zugreifen.

2.3 Das Laden neuer Mediendaten

Die Administration des gesamten Systems kann zu einem Teil direkt auf der Datenbank erfolgen. Als grafische Benutzerschnittstelle verwenden wir das Tool Toad (www.quest.de). Aus der Sicht von Multimediadatenbanken ist darüber hinaus das Tool zum Hochladen von Mediendaten interessant (siehe Abb. IV.22-4). Es handelt sich dabei um eine in Java implementierte Applikation, mit der Bilder, Töne und Videos in die Datenbank geladen werden. Beim Hochladen werden diese mit Metadaten versehen. Da in einem Schritt oft viele Dateien geladen werden, können die von Hand einzutragenden Metadaten gleichzeitig vielen Dateien zugeordnet werden.

Der Benutzer kann auswählen, um welche Medienart es sich handelt, kann definieren, welcher Benutzergruppe die neuen Daten zugeordnet werden und somit festlegen, wer die Daten sehen und bearbeiten darf. Entsprechend dem ausgewählten Medientyp werden Kategorien angeboten, in welche die neuen Daten eingeordnet werden. Weiterhin können Autorennamen, das Jahr und der Name der Dateien definiert werden. Beim simultanen Laden von vielen Dateien bietet es sich an, jeweils den Dateinamen zu übernehmen (Anwahl der Checkbox „Name automatisch“). Im Beschreibungsfeld können inhaltliche Informationen zu den Daten eingetragen werden, die später bei Anfragen durchsucht werden können.

2.4 Die Suche nach Mediendaten

Zunächst kann in den Daten mit Hilfe der erwähnten Kategorien gestöbert werden. Bei der eigentlichen Suche werden für alle Medientypen Felder zur Auswahl der passenden technischen Metadaten angeboten, und gleichzeitig kann in den semantischen Daten (Kategorien und Bemerkungen) gesucht werden. Natürlich werden dabei die individuellen Rechte des Benutzers beachtet. Die zurückgelieferte Antwortmenge wird als Liste ausgegeben.

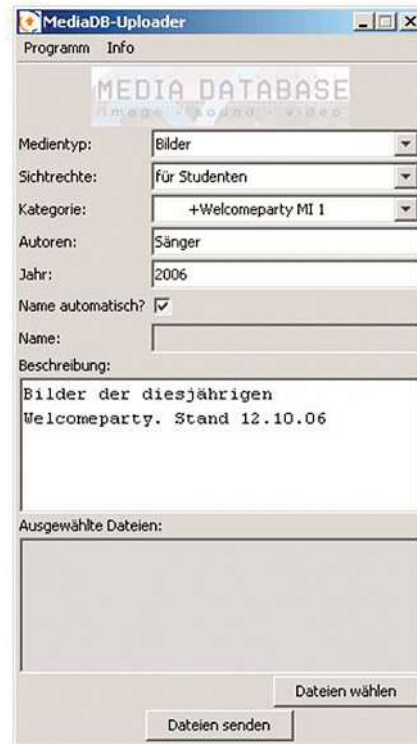


Abb. IV.22-4: Das Werkzeug zum Hochladen von Mediendaten

Bilder können in Originalgröße dargestellt, Töne und Videos abgespielt werden. Alle Medien können zudem auf den eigenen PC heruntergeladen werden.

Für das Medium Bild wird darüber hinaus eine inhaltsbasierte Suche angeboten – in Abb. IV.22-5 erfolgt diese durch Anwahl des Stiftsymbols (jeweils neben dem Dateinamen). Damit wird das zugehörige Bild als Beispielbild gewählt und nach ähnlichen Bildern gesucht. Hinter dem Symbol verbergen sich die von Oracle für Bilder angebotenen sogenannten Signatures und die Funktionen zur Ähnlichkeitssuche. Um den Benutzer nicht mit technischen Details zu belasten, muss er nur auswählen, ob für ihn die Textur (die Struktur des Bildes) oder die Farbe als Suchkriterium wichtig ist. Intern werden durch diese Auswahl entsprechende Parameter für die Suche gesetzt. Die Liste der zurückgelieferten Bilder ist absteigend nach Ähnlichkeit sortiert. Als ähnlich gelten nur solche Bilder, bei denen die Ähnlichkeitsfunktion einen festgelegten Wert nicht unterschreitet.

Neben der medienspezifischen Suche kann auch gleichzeitig nach allen Medientypen gesucht werden. Die Verknüpfung der drei Medien ist schon im ER-Schema verankert. Die Suche nach

dem Schlagwort „Tiger“ kann also Bilder mit einem Tiger, Tigergebrüll und Videos mit Tigern zurückliefern.

3. Bewertung und Ausblick

Im Unterschied zu vielen derzeit populären webbasierten Multimediadatenbanken beinhaltet die MediaDB tatsächlich mehrere Medientypen, die über eine gemeinsame Klammer verbunden sind. Für Bilder ist eine inhaltsbasierte Suche basierend auf der Farbzusammensetzung und der Textur möglich. Sämtliche realisierten Konzepte lassen sich leicht in andere Systeme übertragen, weil wir auf das weit verbreitete, kommerzielle Datenbankmanagementsystem des Marktführers Oracle und auf die freie Programmiersprache Java gesetzt haben.

Leider hat diese Vorgehensweise auch Nachteile, weil die weitere Entwicklung der MediaDB an Oracle geknüpft ist. Oracle (und derzeit auch kein anderes der großen Datenbankmanagementsysteme) ermöglicht keine inhaltsbasierte Suche für Audio und Video, und leider sind, trotz des vorne beschriebenen Booms um Multimediadaten, keine Anstrengungen von Oracle in dieser Hinsicht erkennbar. Wir gehen aber davon aus, dass die großen Datenbankanbieter ihre Systeme für multimediale Daten weiter aufrüsten müssen. Tun Sie dies nicht, so werden in Kürze Wettbewerber auftreten, die den boomenden Markt für Multimediadaten bedienen und damit den großen Anbietern Marktanteile streitig machen.

Image Results

1. [CD F 56 EcoMobil Fahrzeug](#)  
 Year: 2002, Category: / [Sonstige Bilder](#),
[Search Similar Images](#)


2. [CD F 60 EcoMobil mit Crew](#)  
 Year: 2002, Category: / [Sonstige Bilder](#),
[Search Similar Images](#)


3. [CD F 57 EcoMobil Fahrzeug](#)  
 Year: 2002, Category: / [Sonstige Bilder](#),
[Search Similar Images](#)


4. [CD F 62 EcoMobil durch Fisheye Objektiv](#)  
 Year: 2002, Category: / [Sonstige Bilder](#),
[Search Similar Images](#)


5. [CD F 58 EcoMobil Cockpit](#)  
 Year: 2002, Category: / [Sonstige Bilder](#)



Abb. IV.22-5: Ergebnis einer Suche nach Bildern mit dem Schlagwort „Eco“

Eye-Tracking-Forschung an der Hochschule Offenburg

Prof. Dr. Sighard Roloff

Badstr. 24
77652 Offenburg
Tel. 0781 205-135
E-Mail: rolloff@fh-offenburg.de

- 1943:** Geboren
- 1965:** Studium der Mathematik mit Nebenfach Betriebswirtschaft,
- 1970:** Assistent am Lehrstuhl für Konsum- und Verhaltensforschung mit speziellen Untersuchungen auf den Gebieten Blickverfolgung und Hautwiderstandsmessung beim Betrachten von Anzeigen und Promotion im Bereich Mediaplanung am Institut für Konsum- und Verhaltensforschung an der Universität des Saarlandes in Saarbrücken.
- 1974:** Anschließend tätig bei dem Unternehmen Lingner&Fischer in Bühl/Baden in den Bereichen Marktforschung, Produktmanagement und Marketingcontrolling
- 1979:** Professor für Marketing und Betriebsstatistik im Studiengang Technische Betriebswirtschaft an der Hochschule Offenburg
- 2002:** im Fachbereich Medien und Informationswesen für Medienmarketing und Medienmanagement



IV.23 Eye-Tracking-Forschung an der Hochschule Offenburg

Prof. Dr. Sighard Roloff

Im Eye-Tracking-Labor der Hochschule Offenburg werden Experimente im Bereich der empirischen Medienforschung durchgeführt. Eye-Tracking oder Blickaufzeichnung bedeutet, dass bei einer Versuchsperson aufgezeichnet werden kann, welche Bereiche eines Werbemittels wie lange angeschaut werden.

Bedingt durch den Umfang der durchgeführten Projekte, Diplomarbeiten und Teilnahmen an Messen wurden die Leistung des Eyetracking-Rechners und die externe Speicherkapazität zum Speichern zeitlich langer Szenenvideos aufgerüstet. Eine weitere Verbesserung bei der Versuchsdurchführung und der Auswertung der Eyetracking-Daten erfolgte durch Einspielung neuerer Versionen der Softwareprogramme iViewX und BeGaze™.

1. Wirkungsvergleich von Werbemittelprospekten mittels Eye-Tracking-Analyse

Der bereits im Jahr 2005 durchgeführte Wirkungsvergleich von Werbemittelprospekten¹ wurde im Rahmen einer Diplomarbeit vertieft. Die 60 Versuchsteilnehmer wurden nach Alter und Geschlecht quotiert und bekamen jeweils drei vergleichbare Prospekte in wechselnder Reihenfolge zum Durchlesen vorgelegt. In der sich direkt an den Versuch anschließenden Nachbefragung wurden für jeden Prospekt Gefallen, Einschätzung der Prospektmerkmale und Erinnerungen abgefragt. Die statistische Auswertung der Eye-Tracking-

(Betrachtungsdauer, Zahl der Fixationen, Ein- und Ausstiegelemente) und der Befragungs-Daten führt zu folgenden Aussagen:

- a. Seiten mit weniger, aber dafür größeren Produktabbildungen führen zu einer intensiveren Beschäftigung mit den einzelnen Angeboten.
- b. Produktangebote mit erkennbarem verbrauchs- bzw. sortimentsbezogenen Zusammenhang werden schneller wahrgenommen und länger betrachtet (siehe Abb. IV.23-1).
- c. Der Ein- und Ausstieg bei einer Prospektseite liegt signifikant häufiger in der jeweils oberen Prospekthälfte.
- d. Linke wie rechte Seiten eines Prospektes werden gleichlang betrachtet. Die Hypothese ‚rechts vor links‘ hat sich damit erneut nicht bestätigt.

- e. Die durchschnittliche Betrachtungsdauer einzelner Seiten ist von den Angeboten und nicht von der Stellung im Prospekt abhängig. Die Hypothese ‚vorne besser als hinten‘ hat sich damit nicht bestätigt.

Wie in der ersten Untersuchung zum Wirkungsvergleich von Werbemittelprospekten², zeigte sich auch in dieser Untersuchung, dass der Einstieg (erste Fixation) in eine Doppelseite überwiegend in der oberen Hälfte der rechten Seite erfolgt. Die zweite Fixation erfolgt dann aber überwiegend auf der oberen Hälfte der linken Seite. Der Ausstieg aus der Doppelseite erfolgt überwiegend auf der rechten Seite. Die Befragungsergebnisse in Verbindung mit den Blickverlaufsdaten zeigen weiterhin, dass Rezepte, Bilder und Informationen, die zu dem jeweiligen Gesamtangebot auf einer Prospektseite passen, zusätzliche Aufmerksamkeit auf die Angebote lenken.

2. Gestaltung des Titelblattes einer Zeitschrift

Das Titelblatt von Zeitschriften³ soll bei den Interessenten bereits bei kurzfristigem Hinschauen Interesse wecken und letztendlich zum Kauf führen. Da eine Zeitschrift meistens in einem Regal oder einem Ständer eines Presse-einzelhändlers präsentiert wird und das Titelblatt (je nach Schuppungsgrad) nicht immer vollständig zu sehen ist, sollte untersucht werden, ob es unabhängig von der inhaltlichen Gestaltung des Titelblattes ‚Felder‘ mit speziell gestalteter Form gibt, auf die der Blick des Interessenten besonders häufig und besonders lange fällt.



Abb. IV.23-1: Thematisches Angebot

40 weiblichen Testpersonen im Alter ab 19 Jahre wurden jeweils 12 Titelblätter (8 x Lisa, 2 x Lea, 2 x Laura) am Bildschirm gezeigt. Der Blickverlauf wurde mit dem RED-Verfahren (Remote Eyetracking Device – siehe Abb. IV.23-2) erfasst. Auf jedem Titelblatt wurden acht Felder (siehe Abb. IV.23-3) markiert und jedes Feld (Bild oder textliche Information) in fünf verschiedenen Formen (Rechteck, Raute, Kreis, Ellipse und reines Textfeld ohne Umrandung oder farbliche Unterlegung) dargestellt. Somit wurden insgesamt $5 \times 8 = 40$ verschiedene Titelblätter aus den Jahren 2003 bis 2005 ausgesucht und für jede Testperson in unterschiedlicher Reihenfolge bei der Präsentation angeordnet.

Sowohl bei der ersten Fixation (Einstieg) wie auch bei der Betrachtungsdauer ergaben sich signifikante Präferenzen für die Felder 1 bis 3 in Form eines reinen Textfeldes oder als farbig unterlegtes Info-Feld in Form eines Rechtecks oder einer Ellipse. Am wenigsten Beachtung fand, unabhängig von der Form, das Feld 6 oben rechts auf dem Titelblatt neben dem Hefttitel. Dieses Ergebnis stützt die bisherige Praxis, wichtige Informationen zum Inhalt der Ausgabe am linken Rand des Titelblatts zu platzieren, da der weiter rechts davon befindliche Teil häufig durch andere Zeitschriften unterschiedlich stark verdeckt ist.

3. Gestaltung von Abbildungen auf Titelblättern von Essenszeitschriften

Das Segment Essenszeitschriften⁴ ist 2005 auflagenmäßig um rund 4% gewachsen, was bei dem insgesamt anhaltenden Rückgang der Auflagen der meisten Zeitschriften als beachtlicher Erfolg anzusehen ist. Alle Verlage, die in dem Segment Essenszeitschriften vertreten sind, betreiben zurzeit ‚fleißig Küchenputz‘, der sich in einem besonders aufwendigen und materialintensiven Food-Journalismus niederschlägt. Um den potenziellen Leser bereits am POS für den eigenen Titel zu interessieren, ist es üblich, das Titelblatt mit einer Rezeptabbildung zu versehen (siehe Abb. IV.23-4). In einer experimentellen Untersuchung sollte ermittelt werden, mit welcher Rezeptabbildung eine möglichst gute Wahrnehmung und Akzeptanz bei den Zielgruppenpersonen erreicht werden kann.



Abb. IV.23-2: RED-Verfahren



Abb. IV.23-3: Feldereinteilung



Abb. IV.23-4: Titelblatt einer Essenszeitschrift

Nach einer Verlagsstudie wurden die Rezeptabbildungen nach insgesamt vier Merkmalen (Bildschärfe, Klarheit der Bildmotive, Bildrequisiten, Bildarrangement) mit jeweils drei Merkmalsausprä-

gungen eingeteilt ($3 \times 3 \times 3 \times 3 = 81$ verschiedene Rezeptabbildungen). Dann wurden mit jeder der 27 weiblichen, nach Alter und Familiensituation quotierten Testpersonen zwei verschiedene Ver-

suche im Abstand von etwa zwei Wochen durchgeführt. Im ersten Versuch wurden sechs verschiedene Rezeptabbildungen mithilfe der Tachistoskopie (Verfahren zur Wahrnehmungsanalyse)⁵ mit den vorher getesteten Darbietungszeiten (0,0027 sec; 0,0067 sec, 0,1 sec und 2 sec) mit einem Beamer auf eine Leinwand projiziert. Nach jeder Darbietung wurden Eindruck (Stimmung) und wahrgenommene Inhalte abgefragt. Die Ergebnisse lassen einen Rückschluss auf die Schnelligkeit der Wahrnehmung und das inhaltliche Verständnis der gezeigten Rezeptabbildungen zu.

Im zweiten Versuch wurden den Versuchspersonen dieselben Rezeptabbildungen (in einer anderen Reihenfolge) auf einem Bildschirm gezeigt und mit dem RED-Verfahren der Blickverlauf gemessen. Die gemessenen Fixationen erlauben einen Rückschluss auf die Informationsaufnahme beim Betrachten der Rezeptabbildungen.

Die wichtigsten Ergebnisse aus beiden Versuchen lassen sich wie folgt zusammenfassen.

- a) Je komplexer die Rezeptabbildung ist, umso langsamer wird das abgebildete Gericht erkannt.
- b) Der häufigste Einstiegspunkt bei einer Rezeptabbildung ist der ‚scharf abgebildete‘ Bereich des Gerichts.

Dies führt (neben weiteren hier nicht genannten Ergebnissen) zu der Empfehlung, auf dem Titelblatt ein Rezept mit verschwommenem Hintergrund, wenigen Food-Elementen und ohne besondere Details und Arrangements abzubilden (siehe Abb. IV.23-6a und b). Rezeptabbildungen dieser Art werden schnell erkannt, lange betrachtet und gut erinnert.

4. Internetnutzung von ‚Silver Surfern‘

Die Generation 50 plus wird auf Grund der hohen Kaufkraft, der häufigen Verwendung von Markenprodukten und der zunehmenden Nutzung des Internet zu einer viel umworbenen Zielgruppe⁶. Zusammen mit einer Projektgruppe aus dem Studiengang Electronic Business der Hochschule Heilbronn unter Leitung von Frau Professor Dr. Salmen und der Unternehmensberatung Lischke Consulting GmbH sollte daher die Akzeptanz

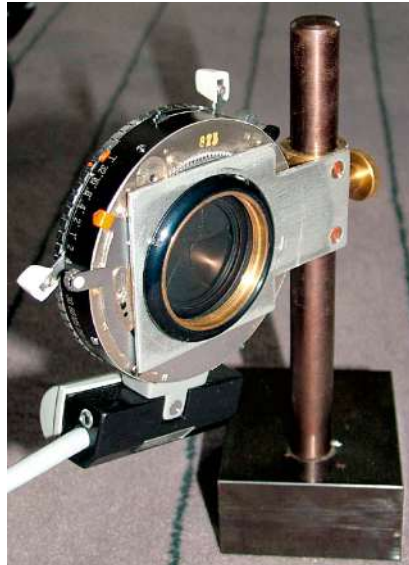


Abb. IV.23-5:
Tachistoskop-Blende



Abb. IV.23-6a und b: ‚erfolgreiche‘ Rezeptabbildungen

und Eignung von speziellen Internetseiten für Silver Surfer untersucht werden. Während die Projektgruppe der Hochschule Heilbronn eine Usability-Studie von deutschsprachigen Internetauftritten von Unternehmen in verschiedenen Branchen (Banken, Versicherungen, Telekommunikation und Automobil) anhand von Hygiene- und Motivationskriterien durchführte, erfasste die Projektgruppe der Hochschule Offenburg die Erfüllung von vorgegebenen Suchaufträgen durch 24 Testpersonen auf denselben Webseiten (jeweils drei Unternehmen in jeder der vier Branchen⁷) mit Hilfe des RED-Verfahrens.

Die ausgewählten Testpersonen waren nach Alter (50 Jahre und älter), Geschlecht und Schulbildung quotiert und nutzten das Internet. Jede Testperson erhielt jeweils für eine Webseite in jeder Branche einen altersgerechten Suchauftrag.

Anhand der aufgenommenen Blickverlaufsdaten konnten für jeden Suchauftrag der Einstiegspunkt, die ‚Gradlinigkeit‘ der Suche und die Suchdauer erfasst werden.

Ohne auf die einzelnen Internetangebote im Detail einzugehen, zeigte sich, dass viele Webseiten für die Testpersonen unübersichtlich und unstrukturiert waren. Die gesuchten ‚Produkte‘ waren zu oft zu versteckt und erforderten zu viele Clicks (hohe Gefahr des Abbruchs bei realer Informationssuche). Besonders bemängelt wurden die häufig zu kleine Schrift, die Platzierung der Navigationsleiste nicht am gewohnten Ort (linker Rand) und die Verwendung von firmeninternen Fachbegriffen, die (da dem User unbekannt) nicht mit dem Suchbegriff bzw. dem gesuchten Produkt in Verbindung gebracht wurden.

Ein Vergleich der Ergebnisse der Usability-Studie mit den Blickverlaufdaten zeigte, dass bei den untersuchten Internetauftritten gute Usability-Werte in keiner Weise mit kurzen Suchzeiten korrelierten. Das Erfüllen von Hygiene- und Motivationskriterien bedeutet also nicht zwangsläufig das ‚Funktionieren‘ aus Nutzersicht. Dies gilt besonders dann, wenn die Nutzer, wie bei den Silver Surfern, zu einer speziellen Zielgruppe gehören.

5. Blickverlaufsanalyse von Direct-Response-Television-Spots

Direct-Response-Television-Spots⁸ stellen ein Produkt vor und geben dem Zuschauer über eine eingeblendete Telefon- und/oder Faxnummer die Möglichkeit, das Produkt direkt zu bestellen. Im Unterschied zum normalen TV-Spot hat der DRTV-Spot in der Regel eine wesentlich längere Dauer (detaillierte Produktvorstellung) und muss wegen der Vergänglichkeit der Darbietung einen unmittelbaren Bedarf beim Zuschauer erzeugen.

Im Rahmen eines Projektes wurden mit Hilfe einer Eyetracking-Analyse insgesamt drei DRTV-Spots untersucht, um Aussagen darüber zu machen, welche Teile der Spots wie lange angeschaut werden. Zusätzlich wurden in einer mündlichen Nachbefragung für jeden DRTV-Spot Erinnerungen und Bewertungen abgefragt. Die drei TV-Spots wurden von der Walter TeleMedien-Gruppe zur Verfügung gestellt. Die Walter TeleMedien-Gruppe mit Sitz in Schutterwald bei Offenburg zählt zu den Pionieren des Telefonmarketings und ist heute positioniert als Customer Process Partner für alle Branchen.

Insgesamt wurden 30 Versuchspersonen im Alter von 18 bis 40 Jahren beiderlei Geschlechts die DRTV-Spots in wechselnder Reihenfolge (Spotrotation) gezeigt. Die Alters- und Geschlechtsverteilung entsprach der Zusammensetzung der bisherigen Käufergruppe der drei Produkte. Da die Laufzeit der Spots weit über 10 Minuten betrug und die Informationen in mehreren Zyklen wiederholt wurden, konnten sich die Versuchspersonen nach Betrachten des ersten Zyklus entscheiden, ob sie weiterschauen oder an dieser Stelle abbrechen wollten. Alle Versuchspersonen entschieden sich für Abbruch.

Die Eyetracking-Daten wurden mit der Standardsoftware iViewX und der Spezialsoftware BeGaze™ analysiert. Mit Hilfe von iViewX erhält man die Darstellung des Blickverlaufs und Aussagen über die Fixationsorte (wohin) und die Fixationszeiten (wie lange). Zusätzlich wurden in jedem DRTV-Spot besonders interessierende Bereiche – sogenannte

‚Area of Interest‘ – festgelegt (siehe Abb. IV.23-7). Das waren Bereiche, die während einer bestimmten Betrachtungszeit ihre Position auf dem Bildschirm nicht verändern, wie z. B. Szenenbild, Preis, Telefonnummern und Lieferangaben. Mit Hilfe von BeGaze™ lassen sich dann die Fixationspunkte kumuliert über alle Probanden in einer Art ‚Wärmebild‘

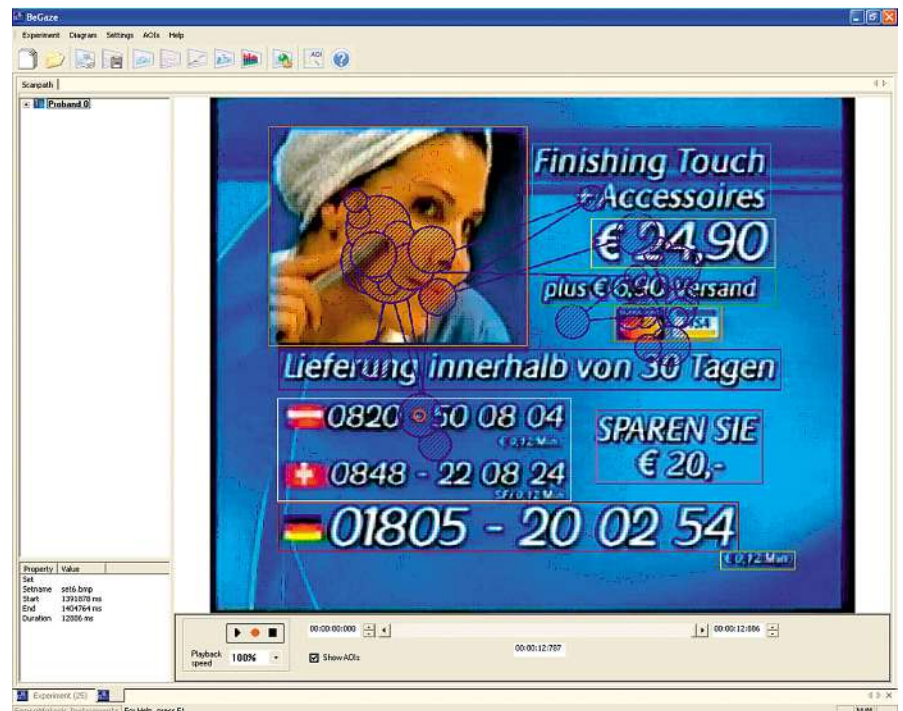


Abb. IV.23-7: Areas of Interest



Abb. IV.23-8: Attentionmap (Wärmebild)

(Attention Map – siehe Abb. IV.23-8) darstellen (rot = sehr oft angeschaut; violett = selten angeschaut).

Zusammen mit den Ergebnissen der jeweiligen Nachbefragung ergaben sich interessante Aussagen über Stärken und Schwächen der Spotgestaltung. So zeigte sich beispielsweise bei einem Spot, dass, bedingt durch die Platzierung, die ausländischen Telefonnummern wesentlich häufiger fixiert wurden als die eigentlich wichtige deutsche Telefonnummer. In einem anderen Spot lenkte die Szene (Darstellung und Erklärung des Produkts) so sehr ab, dass Preisinformationen und Bestellkonditionen kaum fixiert wurden und sich nur knapp ein Drittel der Versuchspersonen an den Namen des Produktes erinnern konnte.

Generell zeigte sich auch in diesem Projekt, dass das Ausmaß erinnelter Inhalte und die entsprechende Fixationszeit (eventuell kumuliert über mehrere Fixationen) sehr hoch miteinander korrelieren. Was lange angeschaut wird, wird auch besser behalten. Insgesamt erwies sich das Eye-Tracking von DRTV-Spots als sinnvolles Analyse-Instrument, um Schwächen in der Spotgestaltung zu erkennen und wichtige Hinweise für eine zielgruppengerechte Verbesserung eines Spots zu bekommen.

Referenzen

¹ **E. Ries u. A. Schäfer:** Vergleich von Prospekten zur Wochenwerbung im LEH mittels Blickaufzeichnung (Eyetracking-Analyse) und Empfehlungen für inhaltliche und gestalterische Verbesserungen; Diplomarbeit im WS 2005/06 im Studiengang Medien und Informationswesen (Betreuer Prof. Dr. S. Roloff).

² **Roloff, S.:** Eye-Tracking-Forschung an der Hochschule Offenburg; in: Beiträge aus Forschung & Technik, Institut für Angewandte Forschung, 2006, S. 84 f.

³ **J. Gmeiner:** Blickverlaufsanalysen von Titelblättern von Service Weeklys und Folgerungen für die Platzierung Kauf auslösender Themen; Diplomarbeit im WS 2005/06 im Studiengang Technische Betriebswirtschaft (Betreuer Prof. Dr. S. Roloff).

⁴ **A. Göbel:** Experimentelle Analyse von Rezeptabbildungen in Esszeitschriften und Folgerungen für die optische Präsentation; Diplomarbeit im SS 2006 im Studiengang Medien und Informationswesen (Betreuer Prof. Dr. S. Roloff).

⁵ Das Tachistoskop besteht in diesem Fall aus einer Hochgeschwindigkeitsblende, die stufenlos geregelt werden kann und vor die Linse eines Beamers oder eines Diaprojektors gestellt wird, um das jeweilige Bild in entsprechender Darbietungszeit durchzulassen (siehe Abb. IV.23-5).

⁶ **C. Bleicher; A. Göbel u. D. Winterer:** Silver Surfer; Projektarbeit im WS 2005/06 im Studiengang Medien und Informationswesen (Betreuer Prof. Dr. S. Roloff).

⁷ Versicherungen:
Allianz, Axa, Ideal;

Banken: Deutsche Bank, Dresdner Bank, Hypovereinsbank;

Telekommunikation:
Genion O2, T-Mobile, Vodafone;

Automobile:
Audi, Mercedes-Benz, BMW.

⁸ **M. Demuth, M. Göppert, S. Hils u. H. Verbeek:** Blickverlaufsanalyse von Direct-Response-Television-Spots; Projektarbeit im SS 2006 im Studiengang Medien und Informationswesen (Betreuer Prof. Dr. S. Roloff).

WIR ÖFFNEN MÄRKTE!

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



kresse & discher
MEDIENVERLAG

CORPORATE PUBLISHING
FÜR DEN MITTELSTAND

In der Spöck 2 · 77656 Offenburg · Fon 0781/95 50-0
Fax 0781/95 50-50 · www.kd-medienverlag.de

m

MEIKO

Mit dieser Technik spült die Welt!

Geschirr- und Gläserspülautomaten · Topf- und Universalwaschautomaten · Salat- und Gemüsewaschautomaten · Vollautomatische Spülanlagen · Förderanlagen · Speisereste-Anlagen · Reinigungs- und Desinfektionsautomaten 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

Medien als Zukunftsmarkt: Berater und Analysten formulieren Erwartungen an die Zukunft des deutschen Medienmarkts

Prof. Dr. Thomas Breyer-Mayländer

Badstraße 24
77652 Offenburg
Tel. 0781 205-134
E-Mail: breyer-maylaender@
fh-offenburg.de

- 1971:** Geboren
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
- 2002–2006:** Leiter des Studiengangs Medien und Informationswesen
- Seit 2006:** Prodekan der Fakultät
- Arbeitsgebiete:** Medienbetriebslehre, Medienmanagement, Unternehmenskommunikation, Organisationsstrukturen und Geschäftsmodelle im Mediensektor, Analyse von Off- und Online-Medien durch Blickaufzeichnung (Eyetracking)
Zahlreiche Veröffentlichungen zum Themenbereich Medien und Management.



IV.24 Medien als Zukunftsmarkt: Berater und Analysten formulieren Erwartungen an die Zukunft des deutschen Medienmarkts

Prof. Dr. Thomas Breyer-Mayländer

Die international vernetzten Wirtschaftsprüfungsgesellschaften und Unternehmensberatungen haben in den vergangenen Jahren zunehmend den Medienmarkt als Geschäftsfeld für sich entdeckt. Dies hat unterschiedliche Gründe. Zum einen sind die überdurchschnittlichen Wachstumsraten in den Segmenten der „neuen Medien“ für Investoren attraktiv und somit typische beratungsintensive Geschäftsfelder. Zum anderen sind die klassischen Medien häufig in Schwierigkeiten geraten, so dass Beratungsbedarf und Umstrukturierungen im Gesellschafterkreis auf die Tagesordnung kamen. Auch dies führt zu einem gesteigerten Interesse an den Entwicklungen der Medienlandschaft. In einer Kooperation mit der Fachzeitschrift „Medium Magazin“ wurde im Jahr 2006 an der Hochschule Offenburg eine Sekundäranalyse der weltweit dominierenden Studien vorgenommen, die sich mit der künftigen Entwicklung der Medienbranche befassen.¹ Etwas mehr als eine Handvoll Studien beansprucht, im Jahr 2006 einen Einblick in die Lage im Jahr 2010 oder später geben zu können, so dass sich Unterschiede und Parallelen dieser Untersuchungen aufzeigen

lassen. Diese Studien werden noch durch Einzelabhandlungen zu Detailthemen ergänzt. Die Ergebnisse werden im Folgenden kurz dargestellt.

Unterschiedliche methodische Ansätze
So unterschiedlich wie die Vorstellungen über die Zukunft unserer Medienlandschaft aussehen, so verschiedenartig sind auch die Zukunftsprognosen, die in den Studien abgegeben werden. Dies fängt schon mit dem Aufbau der Untersuchungen an. Deloitte Touche Tohmatsu und KPMG haben in ihren Studien jeweils Führungskräfte der betroffenen Medienunternehmen befragt und damit ein Bild über die eigene Vision der Branche und der jeweiligen Branchensegmente (z. B. Presseverlage) erstellt. Booz, Allen & Hamilton, ARD-Medienforschung, und PricewaterhouseCoopers (PwC) haben stattdessen die bestehenden Ergebnisse aus Studien zur Mediennutzung und aktuelle Umsatzdaten der Medienbranche herangezogen, um daraus Erwartungen an künftige Entwicklungen abzuleiten. Die damit verbundenen Szenarien sind meist durch Szenariotechnik abgestimmt, so dass ein vielschichtiges Bild entsteht. Diese strategische Bewertung ist wiederum Gegenstand einiger Studien, die dieses Element in den Vordergrund rücken, wie z. B. die Studie über „strategic flexibility“ oder der auf Technologieanalyse spezialisierte „Hype Cycle for Media Industry 2006“.²

Zielsetzung der Herausgeber von Studien

Wenn man eine Sekundäranalyse von Studien vornimmt, muss man sich auch mit der Fragestellung befassen, weshalb die herausgebende Institution genau diese Themen untersucht und eine Studie finanziert, durchführt und dann z. T. sogar kostenlos veröffentlicht. Bei der Analyse von Zukunftsstudien aus dem akademischen Umfeld kann dies in Ausnahmesituationen noch mit Wissenschaft im Sinne eines übergeordneten Erkenntnisinteresses begründet werden. Bei den unserer Analyse zu Grunde liegenden Studien sind die meisten herausgebenden Institutionen jedoch direkt in einem Unternehmenskontext mit der Absicht der Gewinnerzielung zu beurteilen. Daher sieht man den meisten Studien auch deutlich den unternehmerischen Zweck an. Das gängigste Motiv besteht darin, als Beratungsunternehmen Kompetenz für eine bestimmte Branche zu demonstrieren. In Ausnahmefällen werden auch direkt Beratungsprodukte in Form von strategischen Managementansätzen (z. B. „strategic flexibility“³) im Rahmen der Studie „verkauft“. Selbst eine Institution wie die ARD mit den Forschungsabteilungen der Landesrundfunkanstalten betreibt ihre Forschungsarbeit nicht nur als Dienst an der Gesellschaft, sondern positioniert über die Studien gleichzeitig die eigenen Interessen. So werden in unterschiedlichen Studien nicht nur die

Rundfunkmedien auf ihre Qualitäten hin untersucht, sondern bei den Zukunftsszenarien geht es auch darum, aufzuzeigen, dass auch künftig der öffentlich-rechtliche Rundfunk eine wichtige Rolle spielen muss und bei den vorhersehbaren Wachstumsfeldern im Umfeld neuer Rundfunktechnologien eine Entwicklungsgarantie benötigt. Eine solche Schlussfolgerung ist nicht Bestandteil der Studien selbst; die Studien liefern aber die Basis für die anschließende politische Argumentation.

Studien nehmen selbst Einfluss auf Entwicklung

Wenn man diese eingeschränkte Objektivität der kommerziellen Studien in Betracht zieht, mag man in Frage stellen, ob es überhaupt sinnvoll sein kann, derartige Studien auszuwerten. Hier zeigt sich jedoch in der Praxis, dass gerade die Tatsache, dass die kommerziellen Studien den wirtschaftlichen Interessen Rechnung tragen, sie besonders wertvoll macht. Nimmt man für eine Analyse der künftigen Medientrends die kommerziellen Studien von Beratungsunternehmen und Analysten, so erhält man eine zusätzliche Aussage. Diese Studien sind nicht nur in der Auswahl des Untersuchungsgegenstands, sondern auch mit ihren Thesen (Welche Medien und Services sind die künftigen Gewinner?) bereits ein Indikator dafür, welche Richtung die Investitionen und Zukäufe in der Medienbranche künftig nehmen. In gewissem Sinne wird eine solche Studie somit zur „self-fulfilling prophecy“, da die von den Analysten empfohlenen Investitionen von ihren Kunden vorgenommen werden und somit in der Folgezeit tatsächlich eintreten.

Was passiert mit den Print-Medien?

Oberflächlich betrachtet, waren Zeitschriften und Zeitungen die Verlierer der vergangenen Jahre, in denen insbesondere in Phasen der Wirtschafts- und Werberezession die Umsätze zusammensackten. Für viele Journalisten und Verleger stellt sich daher die Frage, wie diese Medien künftig positioniert sind. Hier ist es interessant, dass die Detailstudie von KPMG und VDZ zu diesem Thema sehr kritische Ergebnisse zeigt. Die Mehrzahl der befragten Verlagsführerkräfte sieht keine Besserung im Stammgeschäft. Lediglich die kleineren Verlage, die sich meist aus dem Spektrum der Fachverlage speisen dürften, haben hier

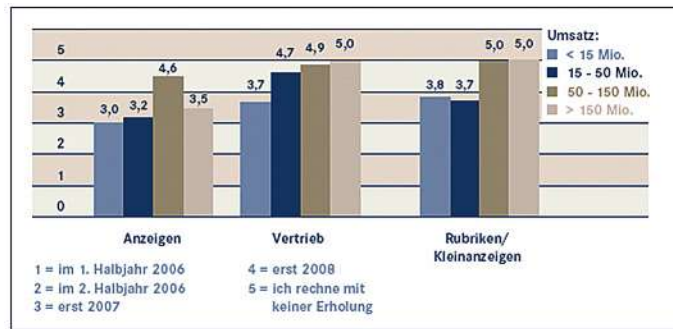


Abb. IV.24-1: Zu welchem Zeitpunkt erwarten Sie eine Erholung der Märkte?

noch etwas mehr Optimismus. Durch diese eher skeptische Einschätzung des Kerngeschäfts wird die Bereitschaft zur Diversifikation in neue Geschäftsfelder und Produkte gespeist.

Während die von der Verlagsbranche selbst beauftragten Studien sehr selbstkritisch mit der eigenen Kernkompetenz umgehen und im Vertriebs- und Anzeigenmarkt der Zeitungen und Zeitschriften bestenfalls stagnierende Geschäftsfelder sehen, kommt die Studie von PricewaterhouseCoopers (PwC) hier zu der optimistischeren Deutung, dass auch die Presseverlage in den nächsten fünf Jahren Zuwächse im Anzeigengeschäft verzeichnen und sich damit stabilisieren können.⁴ Die meisten Studien neigen jedoch dazu, die schwierigste Lage der Pressebranche in der Vergangenheit nicht nur als konjunkturelles, sondern auch als strukturelles Problem aufzufassen. In diesem Fall ist dann auch die Schlussfolgerung nahe liegend, dass die Wachstumsperspektiven für das Kerngeschäft der Verlage begrenzt sind. In der Folge werden daher neue Geschäftsfelder für die klassischen Medienunternehmen relevant. D. h. es stellt sich die Frage nach Wachstumspotenzialen im Medienmarkt.

Wo liegen die Wachstumsfelder?

Hier herrscht weitgehend Einigkeit. Wachstum im Medienmarkt wird bei multimedialen Diensten in jeglicher Form prognostiziert. Handy, mobile Endgeräte allgemein und sämtliche Mehrwertdienste rund um Film und Fernsehen bekommen gute Zukunftsaussichten bescheinigt.⁵

Die Selbsteinschätzung der Verlage in der Studie von KPMG und VDZ geht vom Wachstumsmarkt Internet-Fernsehen (IPTV) aus. IPTV wird hingegen in der Studie von PwC auch im Jahr 2010 in Deutschland erst bei einem Verbreitungsgrad von 2,5 Prozent liegen und damit deutlich unterhalb des durchschnittlichen Verbreitungslevels von Westeuropa angesiedelt sein.

Hohe Erwartungen knüpfen alle Studien an mobile Dienste und videobasierte Anwendungen. Dies ist auch der Grund, weshalb sich die heute bestehende Marktmacht von Suchmaschinen im Internet weiter entwickeln wird. Eine Schlüsselstellung wird künftig der Multimedia-Suche zukommen. Sowohl innerhalb von Unternehmensprozessen als auch im Entertainment-Bereich wird es

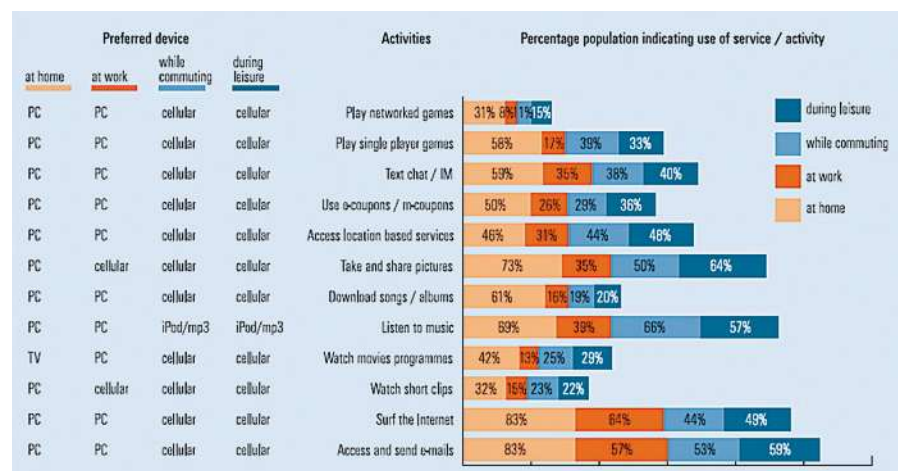


Abb. IV.24-2: Nutzung von Konvergenzmedien in Europa nach bevorzugtem Endgerät

Kategorie	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	o. jährl. Wachstum
IPTV-Haushalte in Deutschland (Mio.)	-	-	-	-	0,01	0,02	0,05	0,20	0,55	0,90	
Veränderung (%)	-	-	-	-	-	100,0	150,0	300,0	175,0	63,6	146,0
Verbreitung der IPTV-Haushalte in Deutschland (%)	-	-	-	-	0,03	0,05	0,13	0,54	1,49	2,45	
IPTV-Haushalte in Westeuropa (Mio.)	0,02	0,04	0,11	0,27	0,64	1,48	2,86	5,15	7,76	10,30	
Veränderung (%)	-	100,0	175,0	145,5	137,0	131,3	93,2	80,1	50,7	32,7	74,3
Anteil Deutschlands an Westeuropa (%)	-	-	-	-	1,6	1,4	1,7	3,9	7,1	8,7	
Verbreitung der IPTV-Haushalte in Westeuropa (%)	0,01	0,03	0,07	0,17	0,4	0,9	1,8	3,2	4,7	6,2	

Quellen: PricewaterhouseCoopers LLP, Wilkofsky Gruen Associates

Abb. IV.24-3: IPTV-Haushalte in Deutschland

Quelle: PWC (Hrsg.); German Entertainment and Media Outlook: 2006-2010; www.pwc.de; Erschienen: Oktober 2006; S. 36

gibt hier gute Anhaltspunkte für die künftige Entwicklung.⁶ Bei den älteren Rezipienten werden sich die derzeit sichtbaren Trends fortsetzen. Mit dem Lebensalter steigt der TV-Konsum, der jedoch bei künftigen Generationen im Pensionsalter keine Alleinstellung genießen wird, sondern neben Printmedien wird diese Generation auch massiv das Internet nutzen, sofern sie die Nutzung schon in früheren Jahren gewohnt war. Die jungen Nutzer sind zahlenmäßig zwar geringer als in den Vorjahren, entscheidend ist jedoch deren Nutzungsorientierung an multimedialen Diensten. Hier wird eine andere Mediensozialisation stattfinden, die den Hintergrund für die prognostizierten Zuwächse bei nutzerbestimmten Multimedia-Anwendungen bilden. Zuwachs bekommen TV, Speichermedien wie DVD und die Internetnutzung, die in den nächsten 10 bis 15 Jahren die 70-Prozent-Marke überschreiten wird. Ein gutes Zeichen ist allen Studien gemein. Die Mediennutzungszeit wird künftig weiter wachsen.

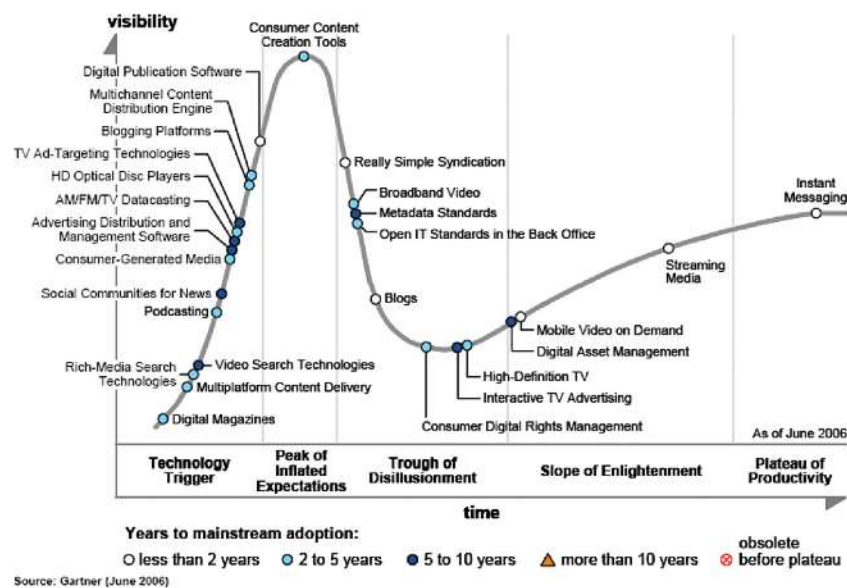


Abb. IV.24-2: Nutzung von Konvergenzmedien in Europa nach bevorzugtem Endgerät

(Quelle: Gartner Industry Research, HypeCycle for Media Industry 2006; 29. Juni 2006; S. 5)

Video-Suchmaschinen geben, die in der Lage, sind Videosequenzen zu erkennen, zuzuordnen und zu katalogisieren. Dadurch entsteht eine neue Gatekeeper-Funktion, die die traditionellen Wertschöpfungsketten in Frage stellt und auch klassische Verantwortungsmuster des Journalismus verändert, da sich gemeinsam mit den sozialen Funktionen im Web 2.0 der Nutzer sehr viel stärker in die Gestaltung seines Contents einbringen kann. Das Marktforschungsunternehmen Gartner hat daher in seiner Technologieanalyse die Technologien mit starken Auswirkungen auf den Bereich der Entwicklung der nutzergesteuerten Multimediadienste als sehr relevant für die Zukunft eingeschätzt. In der im vierten Jahr bereits veröffentlichten

Studie werden die Technologien in ihrem Lebenszyklus dargestellt.

Wie verändern sich Nutzungsgewohnheiten?

Wie sieht er nun aus, der künftige Mediennutzer, der über Erfolg und Misserfolg der einzelnen Produkte und Projekte entscheidet? Hier liefert die Interpretation der bisherigen Studien zur Mediennutzung eine gute Basis für Prognosen, wie sie beispielsweise im Rahmen der ARD-Medienforschung abgegeben werden. Durch die demografische Verschiebung haben wir künftig nicht nur den Wachstumsmarkt der „Best Ager“ oder „Silver Surfer“, sondern auch eine kleine, aber feine Zielgruppe junger Nutzer. Die Studie der SWR-Medienforschung

Welche Strategien nehmen Unternehmen vor?

Ein Trend wird sich den Studien zu Folge künftig fortsetzen; der Trend zur Konsolidierung und Konzentration. Die wesentlichen Wachstumfelder außerhalb der klassischen Medienindustrie, die in den Bereichen Software und Telekommunikation liegen, werden mehr und mehr auch von den klassischen Medienunternehmen besetzt werden. Hier werden nicht nur die berühmten Synergien gesucht, sondern aus unternehmerischer Perspektive müssen die renditeschwachen Bereiche in den klassischen Medien durch Investitionen in Wachstumfelder kompensiert werden. Die Zukunft gehört in diesem Sinne dem integrierten Unternehmen, mit mehreren verwandten Geschäftsfeldern, das sich allerdings vom Nischenunternehmen bis zum Medienkonzern erstrecken kann.

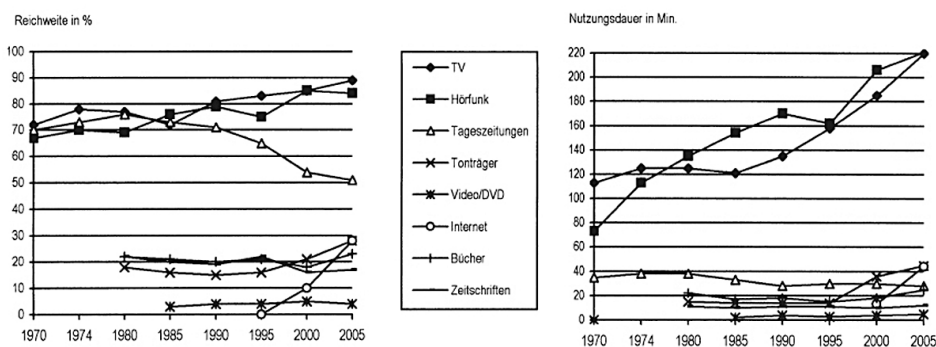


Abb. IV.24-5: Tagesreichweite und Nutzungsdauer ausgewählter Medien 1970–2005 im Langzeitvergleich

Quelle: Gerhards, Maria/Klingler, Walter; (SWR-Medienforschung); Mediennutzung in der Zukunft; Media Perspektiven 2/2006; S. 79

Literatur

[1] **Breyer-Mayländer, Thomas;** Die Zukunftsmacher; in: Medium Magazin 12/2006; S. 18-20.

[2] **Wachstumsfelder für Verlage**

Herausgeber/Autoren: KPMG, VDZ, Institut für Marktorientierte Unternehmensführung der LMU München
 Inhalt: Analyse der Wachstumsperspektiven deutscher Presseverlage
 Kosten: Download 49 Euro, Buch 39 Euro; für VDZ-Mitglieder 29 Euro
 Bezugsquelle: www.vdz.de
 Erschienen: Mai 2006.

[3] **The Future Role of Cable in Shaping the Digital Home in Europe**

Herausgeber/Autoren: Booz, Allen & Hamilton
 Inhalt: Entwicklung der Infrastruktur für digitale Medien der europäischen Privathaushalte
 Kosten: Download des Executive Summary kostenlos
 Bezugsquelle: www.bah.de
 Erschienen: Januar 2006.

[4] **Mediennutzung in der Zukunft**

Herausgeber/Autoren: Gerhards, Maria/Klingler, Walter; **SWR-Medienforschung**
 Inhalt: Künftige Medienausstattung und Mediennutzung im deutschen Markt
 Kosten: Kostenloser Download
 Bezugsquelle: www.media-perspektiven.de;
 Erschienen: Media Perspektiven 2/2006; S. 75–90

[5] **Consumer and Convergence**

Herausgeber/Autoren: KPMG; Taylor Nelson Sofres
 Inhalt: Globale Trends für mobile Dienste und multimediale Anwendungen
 Kosten: Kostenloser Download
 Bezugsquelle: www.kpmg.de
 Erschienen: März 2006.

[6] **Hype Cycle for Media Industry 2006**

Herausgeber/Autoren: Gartner Industry Research
 Inhalt: Einordnung der neuen Medienformen und -techniken in einem branchenumfassenden Lebenszyklus
 Kosten: Informationen für Kunden zugänglich
 Bezugsquelle: www.gartner.com
 Erschienen: 29. Juni 2006.

[7] **Eye to the future**

Herausgeber/Autoren: Deloitte Touche Tohmatsu (DTT) Technology, Media & Telecommunication (TMT)
 Inhalt: Beurteilung des Medienmarktes aus der Perspektive des Technologiemanagements
 Kosten: Kostenloser Download
 Bezugsquelle: www.deloitte.com
 Erschienen: 2006.

[8] **Strategic Flexibility in media and entertainment**

Herausgeber/Autoren: Deloitte Touche Tohmatsu (DTT) Technology, Media & Telecommunication (TMT)
 Inhalt: Prognose über Trends in der Unterhaltungsbranche und Empfehlung für Strategische Flexibilität als passenden Managementansatz
 Kosten: Kostenloser Download
 Bezugsquelle: www.deloitte.com
 Erschienen: 2006.

[9] **German Entertainment and Media Outlook: 2006–2010**

Herausgeber/Autoren: PriceWaterhouseCoopers (PWC)
 Inhalt: Analyse der künftigen Marktentwicklung aller Medienformen in Deutschland
 Kosten: Kostenloser Download
 Bezugsquelle: www.pwc.de
 Erschienen: Oktober 2006.

[10] **Die neue Ordnung: Konzerne, Senderfamilien, Produktionswirtschaft**

Herausgeber/Autoren: Simon, Hermann/Paul, Michael (Simon, Kucher & Partner)
 Inhalt: Machtbalance zwischen Produzenten und Sendern im TV-Sektor
 Kosten: Kostenloser Download
 Bezugsquelle: www.simon-kucher.com
 Erschienen: 2006.

[11] Vgl. Deloitte Touche Tohmatsu (Hrsg.); Strategic Flexibility in media and entertainment; www.deloitte.com; Erschienen: 2006.

[12] PWC (Hrsg.); German Entertainment and Media Outlook: 2006–2010; www.pwc.de
 Erschienen: Oktober 2006; S. 79, 87.

[13] Vgl. KPMG (Hrsg.); Consumer and Convergence; www.kpmg.de; März 2006; S. 12.

[14] Gerhards, Maria/Klingler, Walter; (SWR- Medienforschung); Mediennutzung in der Zukunft; Media Perspektiven 2/2006; S. 75-90.

IV.25 Führungsaufgabe: Integrierte Unternehmenskommunikation

Prof. Dr. Thomas Breyer-Mayländer

Zunehmend gelingt es, das Schlagwort der integrierten Unternehmenskommunikation, das auch aus Sicht der Agenturen zu den aktuellen und relevanten Themen gehört¹ mit Leben zu füllen. Es bedeutet, dass Kommunikationsfunktionen und Unternehmens- und Marketingfunktionen ebenso aufeinander abgestimmt werden, wie die Nutzung unterschiedlicher Medien bzw. Kommunikationskanäle. Um diesem hehren Anspruch gerecht zu werden, müssen die Voraussetzungen „von oben“ geschaffen werden. Dabei zeigt sich in der Praxis, dass die Art und Weise, wie ein Unternehmen oder eine Organisation kommunikativ auftritt, sehr unterschiedlich sein kann².

Wenn es darum geht, so unterschiedliche Verantwortungsbereiche wie den Personalsektor, den Vertrieb, das Marketing und beispielsweise die IT-Abteilung für die Funktionsfähigkeit der Webpräsenz zu aktivieren, dann kann dies nur aus der Gesamtverantwortung heraus geschehen. Neben den Abteilungs- oder Bereichsleitern der klassischen Kommunikationsfunktionen wie Werbung, PR, Vertrieb, oder Marketing sind auch alle übrigen Mitarbeiter mit Führungsverantwortung in der Pflicht, die Kommunikationsaufgaben nachzuvollziehen, vorzuleben und umzusetzen. Wenn man die typische Definition von Führungsaufgaben zu Grunde legt, wird jedoch deutlich, weshalb die Kommunikationsfunktionen für die Führungsebene von besonderer Bedeutung sind. Schließlich handelt es sich bei **Führungsaufgaben** grundsätzlich um **Aufgaben, die für das gesamte Unternehmen von grundsätzlicher Bedeutung sind und nicht an nachrangige Instanzen (Abteilungsleiter, Mitarbeiter) delegiert werden können**. Damit gilt, dass unabhängig ob es sich hier um die Geschäftsführung bzw. Geschäftsleitung einer GmbH oder den Vorstand einer AG handelt, die Gesamtverantwortung der Unternehmenskommunikation beim Management liegt. Oft wird diese Verantwortung delegiert, wie ohnehin ein großer Teil der Führungsverantwortung in der Praxis nicht oder nur unvollständig wahrgenommen wird. Dies führt im Falle der Unternehmens-

kommunikation zu Teil- bzw. Insellösungen, mäßig koordinierten Gesamtaktionen oder im schlimmsten Fall zu einer wahren Fehde zwischen den Fachleuten (beispielsweise aus den Bereichen Produktentwicklung, Vertrieb, PR). Dabei kommt der Führung durch ihre besondere Rolle die zusätzliche Funktion des Aushängeschildes (nach Außen) und Vorbilds (nach Innen) zu.

Kommunikationsziele und Unternehmenskultur

Wenn der Chef gemeinsam mit den Fachverantwortlichen die Kommunikationsziele definieren soll, muss zunächst einmal deutlich gemacht werden, wer denn als Zielgruppe der Kommunikation welchen Stellenwert hat. Im Gegensatz zum früher üblichen „Shareholder-Management“, das stark auf die Anteilseigner bzw. Gesellschafter konzentriert war, orientiert sich die Kommunikation an allen Personen und Gruppen, die mit dem Unternehmen in Verbindung stehen, den so genannten Stakeholdern. Dabei ist jedoch klar, dass das Interesse des örtlichen Gemeinderats am Unternehmen einen anderen Stellenwert hat, als die Belange eines Großkunden. Je nach Fragestellung ist die eine oder andere Gruppe relevant für die Kommunikationsarbeit. Auch die für die Bezugnahme auf die jeweilige Zielgruppe genutzten Medien unterscheiden sich, wie Abb. IV.25-1 deutlich macht.

Besonders deutlich wird jedoch die Notwendigkeit zwischen einzelnen Zielgruppen zu unterscheiden, wenn es sich um die Frage dreht, welche Ziele man bei der Kommunikation mit der Zielgruppe verfolgt. Die Ziele der Kommunikationsarbeit sind dabei unterschiedlich und reichen von Image, Markenwert, Glaubwürdigkeit, bis hin zur direkten oder indirekten Einflussnahme auf die öffentliche Meinung oder den Aufbau von Vertrauensbeziehungen zu wichtigen Multiplikatoren.

Neben den vorgenannten Kommunikationszielen sollte man das eigentliche Kernziel betrieblicher Kommunikationsaktivitäten nicht außer Acht lassen. Bei jeder Kommunikationsmaßnahme eines Unternehmens geht es darum, Inhalte zu vermitteln. Die Inhalte beziehen sich dabei entweder auf spezielle Facetten des Unternehmensimages oder einzelne Produkte und deren Qualitäten. Nicht immer steht die Darstellung konkreter Detailinhalte im Vordergrund der Kommunikation, aber auch bei den Imagewerbungen geht es um geplante Inhalte und Assoziationen, die vermittelt werden sollen.

Die Zielsetzung der Kommunikationsarbeit ist jedoch auch eng mit der Frage der Unternehmenskultur verknüpft. Unternehmenskultur beschreibt dabei ein „System von Wertvorstellungen, Verhal-

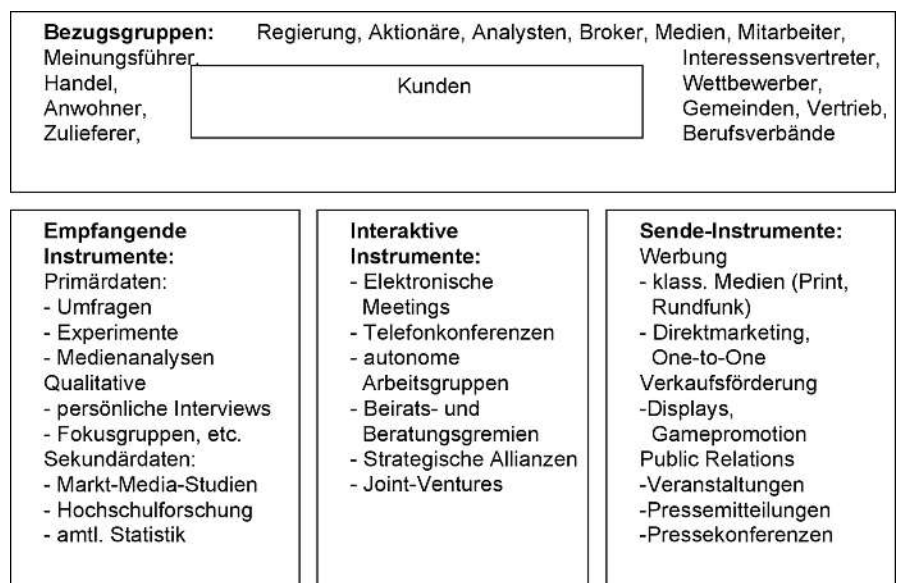


Abb. IV.25-1: Einflussgruppen im Modell der integrierten Kommunikation

Quelle: eigene Darstellung angelehnt an die Idee von: Gronstedt, Anders; *Integrating Marketing Communication and Public Relations: A Stakeholder Relations Model*; in: Thorson, E./ Moore, J.; *Integrated Communication*; Lawrence Erlbaum Ass. NJ 1996; S. 291

tensnormen, Denk- und Handlungsmustern, welches von einem Kollektiv von Menschen erlernt und akzeptiert ist³. Eine Studie der Bertelsmann Stiftung aus dem Jahr 2004 zeigt, dass vor allem für internationale Unternehmen eine Beschäftigung mit der Unternehmenskultur einen immer größeren Stellenwert besitzt⁴. Im Zusammenhang mit der Unternehmenskultur stellt sich die Frage, wie stark ein Unternehmen die kulturelle Vielfalt der Mitarbeiterschaft integrieren kann. Wesentliche Fragen sind hier der Stellenwert von Vertrauen, Teamarbeit, sowie der Wechselwirkung von Privat- und Berufsleben (Work-Life-Balance). Das bedeutet, das Bedürfnis der Abnehmerseite (die Stakeholder in jeder Form und Schattierung) und der eigene Charakter des Unternehmens in Form der Unternehmenskultur und das damit verbundene Bedürfnis der Selbstdarstellung des Unternehmens sind die beiden maßgeblichen Parameter für die Zielfestlegung des Unternehmens. Daher müssen folgende Punkte zur Zielfestlegung geklärt werden:

1. Beschreibung der Unternehmenskultur und der damit zusammenhängenden zu kommunizierenden Werte.
2. Definition der externen Bezugsgruppen und deren Kommunikationsbedürfnisse.
3. Analyse der Marketingziele auf Basis der Wettbewerbsposition des Unternehmens und der Produkte.
4. Definition der Kommunikationsziele des Unternehmens.
5. Festlegung der Hauptkommunikationskanäle.
6. Abstimmung von Ziel, Inhalt, Kanal, Botschaft.
7. Regelmäßige Wiederholung der Überprüfung der Unternehmenskommunikation und der Kommunikationsziele im Rahmen eines Kommunikationsaudits.

Voraussetzungen für integrierte Unternehmenskommunikation: Mitarbeiterorientierung, Motivation und Führungsstil

Wie wir eingangs bereits beschrieben haben, muss das Unternehmen aus ei-

nem Guss hinter den Zielsetzungen der Kommunikationsarbeit stehen. Das bedeutet zunächst einmal, dass die Führungskräfte ihre Führungsaufgaben auch tatsächlich als eigene Aufgabe begreifen und wahrnehmen. Die Praxis bei Seminaren zeigt jedoch immer wieder, dass in vielen Organisationen in Deutschland die Mitarbeiter aus der Fachverantwortung heraus befördert werden. Wer zuvor ein exzellenter Mitarbeiter in der Marketingabteilung war, wird befördert, so dass er anschließend als Gruppen- oder Abteilungsleiter fungiert. Hier muss das Bewusstsein gefördert werden, dass ein großer Teil des künftigen Einkommens für die Koordination und Führung der Mitarbeiter bezahlt wird.

Im Grunde ist jeder Mitarbeiter Teil der Unternehmenskommunikation. Vom Lagerarbeiter bis zur Pforte wird jeder Mitarbeiter mehr oder weniger intensiv mit seiner Arbeit und mit seinen Einstellungen und den Berichten in seinem persönlichen Umfeld die Grundlage dafür liefern, wie das Unternehmen in der Öffentlichkeit gesehen wird. Ziel der Unternehmenskommunikation ist es, dass alle Mitarbeiter mit hoher Eigenmotivation ausgestattet sind und sich selbstständig um den Kommunikationsaspekt ihrer Tätigkeit kümmern.

Der Führungsstil muss deshalb eine sehr ausreichende kooperative Prägung ha-

ben, d. h. es gibt eine klare Zielorientierung der Mitarbeiter, die im Rahmen ihrer Kompetenzen selbstständig versuchen, die Ziele in ihrem Bereich zu erreichen. Die Führungskräfte benötigen dabei eine hohe Mitarbeiterorientierung und müssen ihre Führungsverantwortung wahrnehmen, indem die Mitarbeiter bei der Zielerreichung unterstützt und begleitet werden. Klare Zielsetzungen und das Erreichen von Zielen sind die Basis für Erfolgserlebnisse im Arbeitsalltag, die wiederum die Grundlage der Eigenmotivation darstellen.

Umgesetzt wird der Führungsstil im Rahmen von Führungskonzepten. Hier hat sich zu Recht „Management by Objectives“, die Führung durch Zielvereinbarung, durchgesetzt. D. h. in regelmäßigen Abständen werden Unternehmens-, Bereichs- und Individualziele der Mitarbeiter aufeinander abgestimmt, und die Zielerreichung in der abgelaufenen Periode sowie die Zielvorstellung für die nächste Periode werden vom Vorgesetzten und den Mitarbeitern gemeinsam analysiert.

Ausgangspunkt der Analyse der Voraussetzungen für die interne Unternehmenskommunikation ist aus Führungsperspektive die Analyse der Mitarbeiter-Einbindung in die Unternehmenskommunikation. Die Unternehmenskommunikation ist auf den guten Austausch der

Kriterium:	Bewertung:
Kenntnisstand über Unternehmens- und Marketingziele	Schriftlich bekannt gegeben und aktiv diskutiert (Ja/Nein)
Informationen über anstehende Kommunikationsmaßnahmen (Werbung, Events, PR-Aktionen)	Information vorhanden, Information wird aktiv genutzt (Ja/Nein)
Vereinheitlichung der Kommunikation nach Außen (z.B. CD-Angaben für Briefe, E-Mails etc.)	CD-Manual vorhanden, bekannt und respektiert (Ja/Nein)
Mitarbeiter leben Unternehmensziele	Welche Hierarchieebenen und Funktionsbereiche im Unternehmen eignen sich tatsächlich als „Visitenkarte“?
Mitarbeiter in folgenden Teilbereichen sind auf Kommunikationsarbeit vorbereitet?: -Unternehmensleitung -PR -Vertrieb -Außendienst -Telefonzentrale -Empfang -Kundendienst -Reklamation	Regelmäßige Schulungen in Sachen Kommunikation und Außenauftritt und kontinuierliche Kontrolle des Kommunikationsverhaltens

Abb. IV.25-2: Checkliste Mitarbeiter als Träger der Corporate Communication
Quelle: Breyer-Mayländer, Thomas; Managementaufgabe integrierte Unternehmenskommunikation; Expert Verlag Renningen 2006; S. 30

internen Informationen angewiesen, da neben dem Führungsstil und dem Klima im Unternehmen die Verfügbarkeit von Informationen für ein positives Arbeiten grundlegend ist. Eines der Hauptziele der internen Unternehmenskommunikation ist es, den Informationsaustausch durch Kommunikationsmaßnahmen zu verbessern. Auch die Akzeptanz von Zielen hängt direkt von der Kommunikationsarbeit ab. Schließlich wird ein Ziel dann am besten verstanden, wenn der Hintergrund, vor dem die Zielsetzung (z. B. Kostensenkung im Vertriebsbereich) entwickelt wurde, auch allen Beteiligten geläufig ist. Darüber hinaus hat die interne Unternehmenskommunikation eine soziale Funktion, die jedoch im Sinne der klassischen Betriebswirtschaft ebenfalls zu den wichtigen, zentralen Bereichen gehört. Die Motivation und Bindung der Mitarbeiter an das Unternehmen hängt auch davon ab, ob die Mitarbeiter sich im sozialen Gefüge des Unternehmens integriert haben und daher wohl fühlen⁵.

muss⁶. Stattdessen müssen die Aufgaben im Sinne einer integrierten Zusammenarbeit aufgeteilt und funktionsübergreifende Projektteams eingerichtet werden. Die Unternehmensführung ist hierbei nicht die umsetzende Instanz, sondern kann nur Impulse geben, begleiten und anschließend bei der Umsetzung der Arbeit ihre Funktion wahrnehmen, indem entscheidende interne und externe Fachleute so absolviert werden, wie dies der gemeinsamen Zielsetzung entspricht. Letztlich werden somit erst die großen Erfolge in der Kommunikationsarbeit ermöglicht, die auch wiederum für die Fachleute die Voraussetzung dafür sind, mittel- und langfristig motiviert die eigene Aufgabe wahrzunehmen.

Fazit:

Unternehmenskommunikation als Chef-sache ist zunächst eine Frage des grundsätzlichen Selbstverständnisses der Führungskräfte über Führungsaufgaben. Hier spielt in der Praxis eine Unsicherheit in Führungsfragen genauso eine

rolle und damit durch die Einbindung der Experten und die Nutzung der Qualifikationen und Motivationen der Mitarbeiter gut bewältigt werden kann.

Eine praxisnahe Darstellung des Gesamtvorhabens findet sich in: Breyer-Mayländer, Thomas; Managementaufgabe integrierte Unternehmenskommunikation; Expert Verlag Renningen 2006.

Literatur

- [1] Friedrichsen, Mike/ Konerding, Jens; Abschlussbericht zur Studie „Integrierte Kommunikation“; GWA-Bericht Frankfurt o.J.
- [2] Breyer-Mayländer, Thomas; Managementaufgabe integrierte Unternehmenskommunikation; Expert Verlag Renningen 2006; S. 1f.
- [3] Bleicher, Knut; Integriertes Management als Herausforderung; in: Schwendt, Stefan/ Funk, Dirk (Hrsg.); Integriertes Managementsysteme; Physica Verlag Heidelberg 2002; S. 6
- [4] Bertelsmann Stiftung (Hrsg.); Newsletter 01/2004; Projekt: Corporate Culture in Global Interaction; Gütersloh 2004
- [5] Breyer-Mayländer, Thomas; Einführung in das Medienmanagement; Oldenbourg Verlag München 2004; S. 197f.
- [6] Gutzmer, Alexander; Der Bruderzwist; in: Pressesprecher 6/2004; S. 12–14.

Information der Mitarbeiter über das Unternehmen, die jeweilige Gruppe und Abteilung

Motivation durch Information und Einbindung in die Entscheidungsfindung (Betroffene zu Beteiligten machen)

Verteilung von Information und Know-how

Identifikation mit dem Produkt und dem Unternehmen

Unterstützung einer offenen Unternehmenskultur mit einem entsprechenden Führungsstil

Erhöhung der Arbeitszufriedenheit durch verbesserte Einbindung in den Unternehmensprozess

Beschleunigung von internen Prozessen durch funktionsfähige soziale Netzwerke und rasche Informationsdistribution

Abb. IV.25-3: Aufgaben und Ziele der internen Kommunikation

Quelle: Argumentation angelehnt an: Mast, Claudia; Unternehmenskommunikation – Ein Leitfaden; Lucius und Lucius Verlag Stuttgart 2002; S. 244ff.

Kooperation zwischen Unternehmensführung und Fachabteilung

Führungskräfte sollen nicht die Fachkompetenz der Experten ersetzen, sondern aus der Perspektive der Gesamtverantwortung für das Unternehmen aktiv ihre Rolle im Kommunikationsprozess wahrnehmen. Das bedeutet, dass die lang gepflegte Diskussion zwischen den Fachabteilungen (PR, Werbung, Vertrieb, Marketing oder wie auch immer das Unternehmen gegliedert war), wer denn nun die Linie für die Gesamtkommunikation vorgeben darf, ein Ende haben

Rolle wie bei vielen Managern aus kommunikationsfernen Fachgebieten eine Unsicherheit über die Rolle und Aufgabe im Rahmen der gesamten Unternehmenskommunikation. Wenn diese grundsätzliche Entscheidung zur Wahrnehmung einer aktiven Rolle gefällt wurde, geht es um eine Überprüfung und gegebenenfalls Anpassung der vorhandenen Inhalte und Strukturen. In diesem Sinne wird die Organisation der Unternehmenskommunikation zum Change-Management, das jedoch durch die Aktivierung der eigenen Fachabtei-

Druckerei

V Zusammenstellung

Veröffentlichungen

Bollin, E.; Himmelsbach, S.; Huber, K.:

Solarthermie2000plus, Fortführung des Projektes unter neuen Rahmenbedingungen – Partner für Forschungs- und Förderkonzept gesucht, Campus, Zeitschrift der HS Offenburg, Sommer 2006.

Bollin, E.: *Nachhaltigkeitskriterien im Facility Management*, Fachkongress zur Messe Erneuerbare Energien 2006, Böblingen, 10. März 2006.

Breyer-Mayländer, T.: Die Zukunftsmacher; in: Medium Magazin 12/2006; S. 18–20.

Breyer-Mayländer, T.: Best Ager oder Best Consumer – Die Generation 50plus ist anders; in: BDZV (Hrsg.); Zeitungen 2006; ZV Verlag Berlin 2006; S. 102–111.

Breyer-Mayländer, T.: Führungsaufgabe integrierte Unternehmenskommunikation; in: Schwarz, Thorsten (Hrsg.); Leitfaden integrierte Unternehmenskommunikation; Absolut Waghäusel 2006, S. 25–48.

Breyer-Mayländer, T.: Managementaufgabeintegrierte Unternehmenskommunikation: Praxis des Dialogs mit Kunden, Meinungsführern und Öffentlichkeit; Expert-Verlag Renningen 2006.

Breyer-Mayländer, T.: /Seeger, C.: Medienmarketing; Vahlen Verlag München 2006.

Bühler K.: Numerische Simulation der freien Konvektion im quadratischen Behälter, Proceedings COMSOL Anwenderkonferenz 2006 Frankfurt, S.139–141.

Da Costa Fernandes, J.; Huber, K.: Förderung erneuerbarer Energien und nachhaltiger Energietechnik in Deutschland, Workshop an der Hochschule Offenburg mit Fachvorträgen und Projektvorstellungen, Offenburg, 21.–25. Sept. 2006.

Doherr, D.: (in press): The Humboldt Digital Library: Technology in the Service of Travel Literature. – 3. Congreso Internacional 2005, Alexander von Humboldt, Veracruz, Mexico, 2005.

Baron, F.; **Doherr, D.:** Exploring the Americas in a Humboldt Digital Library: Problems and Solutions. – The Geographical Review 96, 2006.

Dorn, B.; Zahoransky, R.; Wehmann, C.; Winterhalter, R.; Badou-Bonsou, A.: (Posterpräsentation/Tagungsband): Diesel Engine Particle Emissions: Comparison of Different Plant Oils 10th ETH-Conference on Combustion Generated Nanoparticles, 21.–23. August 2006.

Dorn, B.; Winterhalter, **R.;** **Zahoransky, R.:** Diesel Engine Nanoparticle Emissions Fueled by Plant Oils (Posterpräsentation), GAeF Konferenz „Exhaust Gas Particles in the Atmosphere“, Karlsruhe, 29.–30. Juni 2006.

Duerrenberger, M., Jansen, D.: Entwurf, Test und Optimierung einer ALU für einen 16/32 bit Processor, MPC Workshop, Feb. 2006

Ernst, S. u. a.: Münchener Kommentar zum Wettbewerbsrecht, 2006.

Ernst, S. u. a.: Juris-Praxiskommentar UWG, 2006.

Feißt, M.; Blandet, T.; **Christ, A.;** Fontaine, J.: Virtual Reality Data Visualisation on and via Mobile Phones., Photonics Europe, Strasbourg, France, 03.–07. April 2006.

Feißt, M.; Omari, R.; Knörle, O.; **Christ, A.:** Authoring design patterns for user & device dependent adaptive data presentation. mLearn 2006, Banff, Kanada, 22.–25. Okt. 2006.

Jansen, D.: A Small Imprint RISC for Ubiquitous Systems for SOC Designs, MPC-Workshop, Juli 2006.

Lankau, R.: Lehrbuch Mediengestaltung, dpunkt.verlag, Januar 2007.

Lankau, R.: „Gegen den Strich. Neue Welt und Altes Wissen.“ Beitrag im Ausstellungskatalog zur Ausstellung „Alte Welt und neues Wissen. Wie Amerika zu seinem Namen kam.“ Hrsg. Vom Rittermuseum Offenburg und dem Kulturbüro der Stadt Offenburg, Herbst 2006.

Lankau, R.: Leitfaden Webdesign. Internetpräsenzen besser planen und gestalten, hrsg. von der hessischen Staatskanzlei als Band 7 der Schriftenreihe der Landesinitiative Hessen-media. Völlig überarbeitete 5. Aufl. 2006.

Maisch, K.: Studenten-Kaizen-Workshop, Campus, Hochschule Offenburg, Sommer 2006.

Meyer, U.: Die haushaltsrechtlichen Befristungsgründe nach dem Teilzeit- und Befristungsgesetz; in: ArbuR (Arbeit und Recht), Seite 86 ff, 2006.

Meyer, U.: GmbH versus Limited unter besonderer Berücksichtigung der Geschäftsführer-Haftung; in: INF (Die Information für Steuerberater und Wirtschaftsprüfer), Seite 512 ff, 2006.

Meyer, U.: Ethikrichtlinien internationaler Unternehmen und deutsches Arbeitsrecht, in: NJW (Neue Juristische Wochenschrift), Seite 3605 ff, 2006.

Meyer, U.: Das Probearbeitsverhältnis; in: StWK (Steuer- und Wirtschaftskurzpost), Heft 22, 2006.

Meyer, U.: Sozialverträglicher Personalabbau; in: StWK (Steuer- und Wirtschaftskurzpost) Heft 24, 2006.

Mogel, M., Jansen, D.: Synchrones Transceiver Modul für eine induktive Datenübertragung, MPC Workshop, Feb. 2006.

Nuß, U.: „Achsenunsymmetrische Stromzustandsregelung mit Dead-Beat-Verhalten nur in der drehmomentbildenden Stromkomponente“, Kongress SPS/IPC/Drives 2006, S. 493-503, Nürnberg, 29. Nov. 2006.

Nuß, U.: „Leistungselektronische Grundlagen“, OTTI-Seminar Leistungselektronik für erneuerbare Energiesysteme Tagungsband Regenstau, 06./07. Juli 2006, S. 77–108.

Nuß, U.: „Regelungstechnik in der Leistungselektronik“, OTTI-Seminar Leistungselektronik für erneuerbare Energiesysteme, Tagungsband Regenstau, 06./07. Juli 2006, S. 229–266.

Pag, F.; **Riempp, R.:** Interaktives Video im Internet mit Flash, Springer Verlag Berlin, Heidelberg, Nov. 2006.

Spangenberg, B.: „Does the Kubelka – Munk Theory Describe TLC Evaluations Correctly?“ J. Planar Chrom. 19 (2006) 332-341.

Spangenberg, B.: „Location of Separated Zones by Use of Visualization Reagents, UV Absorbance on Layers Containing a Fluorescent Indicator, and Densitometry“ in T. Kowalska and J. Sherma „Preparative Layer Chromatography“, Taylor and Francis 2006-12-09.

Werner, H. U.: Soundscape-Dialog, Vandenhoeck & Ruprecht, 2006.

Weuster, A.; Kauffmann, S.: Arbeitszeugnisse. „Wir bedauern sehr, sie zu verlieren ...“ in: Bankmagazin. Heft, S. 56–57 1/2006.

Weuster, A.; Mundus, P.: Zeitarbeit nutzen oder Direkteinstellung? In Arbeit und Arbeitsrecht. 61.Jg. H. 10, S. 606–609, 2006.

Weuster, A.; Mundus, P.: Kostenvergleich von Zeitarbeit und Direkteinstellung. In: Galvanotechnik. 97. Jg. H. 11. S. 2642–2646, 2006.

Zahoransky, R.: (Herausgeber) u. a.: Geothermische Möglichkeiten im Oberrheingraben, VDI-Ges. Energietechnik, Düsseldorf, Nov. 2006.

Zahoransky, R.: Geothermal Surface Installations – Adjusted Power Plant Technologies, Rhenergie-Konferenz der Hochschule Offenburg: „Geothermal Opportunities in the Upper Rhine Valley“, Offenburg 08. Nov. 2006, Tagungsband VDI-GET 2006.

Zahoransky, R.: Editor des Tagungsbandes VDI-GET 2006: „Geothermal Opportunities in the Upper Rhine Valley“.

Zimmermann, M.: Analyse und Design mit UML, ch-open Workshop, Oktober 2006, ETH Zürich.

Zimmermann, M.: Towards Tailormade eLearning Streaming Services: A Framework for Specification, Implementation and Management, Advanced International Conference on Telecommunications, AICT'06, Gosier, Guadeloupe, IEEE Computer Society Press AICT 2006.

Forschungsbericht 2006 des Instituts für Angewandte Forschung.

Vorträge

Bollin, E.: Möglichkeiten der solarthermischen Nutzung“, Seminar „Solarthermie – Solare Wärmenutzung beiderseits des Rheins“, EURO-Institut Kehl, 16.11.2006.

Bollin, E.: Solar-thermal Energy Applications in Germany“, Vortrag an der Fakultät für Architektur der UTFSM in Valparaíso, Chile, 12.9.2006.

Bollin, E.: Monitoring of large-scale solar-thermal systems in Germany, Taller Articulation en Energias Sustentables, Santiago de Chile, Chile, 6.9.2006.

Feißt, M.; Omari, R.; Knörle, O.; **Christ, A.:** Authoring design patterns for user & device dependent adaptive data presentation. mLearn 2006, Banff, Kanada, 22.–25.Okt. 2006.

Nuß, U.: „Achsenunsymmetrische Stromzustandsregelung mit Dead-Beat-Verhalten nur in der drehmomentbildenden Stromkomponente“, Kongress SPS/IPC/ Drives 2006, Nürnberg, 29. Nov. 2006.

Nuß, U.: Leistungselektronische Grundlagen. „Leistungselektronik für erneuerbare Energiesysteme“, OTTI-Seminar in Regenstauf, 06. Juli 2006.

Nuß, U.: „Regelungstechnik in der Leistungselektronik“, OTTI-Seminar Leistungselektronik für erneuerbare Energiesysteme, Regenstauf, 07. Juli 2006.

Spangenberg, B.: „A new way of fluorescence scanning in TLC“, International Symposium for High Performance Thin-Layer Chromatography, Berlin, 10. Okt. 2006.

Zahoransky, R.: Geothermal Surface Installations – Adjusted Power Plant Technologies, Rhenergie-Konferenz der Hochschule Offenburg: „Geothermal Opportunities in the Upper Rhine Valley“, Offenburg 08. Nov. 2006.

Zahoransky, R.; Wolfer, I.; Endres: „Geothermal Opportunities in the Upper Rhine Valley“, Rhenergie-Konferenz der Hochschule Offenburg Offenburg 08. Nov. 2006.

Zahoransky, R.: Estudio de Ingeniería en Alemania: Universidades Técnicas y Universidades de Ciencias Aplicadas, EUROPOSGADO, Santiago de Chile, 13.-14. Okt. 2006.

Zahoransky, R.: Master Professional/MBA Binacional Alemán-Chileno en Economía Energética, EUROPOSGADO, Santiago de Chile, 13.-14. Okt. 2006.

Zahoransky, R.: Assuring quality in student exchange with Latin America: an integrated study and internship programme – Good practise and bad experiences –, 18th Annual EAIE (Europ. Assoc. for Int. Education) Conference, Basel, 13.–16. Sept. 2006.

Zahoransky, R.; **Dorn, B.:** Abgasproblematik biogener Kraftstoffe – Motorprüfstandsuntersuchungen-Abgasuntersuchungen, Konferenz: Möglichkeiten und Optionen biogener Treibstoffe, Veranstalter: Institut für Kirche und Gesellschaft, Iserlohn, 25.–26. Sept. 2006.

Zahoransky, R. u. a.: Diesel Engine Nanoparticle Emissions Fueled by Plant Oils, GAeF Conference Exhaust Gas Particles in the Atmosphere, Karlsruhe, 29.–30. Juni 2006.

Sonstiges

Bender, R.: Beim Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD) seit 2002 Mitglied des Fachgutachterausschusses für Kurz- und Langzeitdozenten.

Bender, R.: Beim Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD) seit 2003 Fachgutachter für das DIES-Programm (Dialogue on Innovative Higher Education Strategies).

Bühler, K.: Gastprofessur: Eastern Finland International Summer Term 2006, 14.–19.08.2006, Modul: Advanced Fluid Mechanics, Lecture Titel: Application of Fluid Mechanics in Nature and Technology, South Carelia Polytechnic, Lappeenranta, Finland.

Gruner, G.: Gastvorlesungen an der Filmakademie Baden-Württemberg, Ludwigsburg, 2006.

Gruner, G.: Seminare mit Workshop an der Filmakademie Baden-Württemberg, Ludwigsburg, 2006.

Gruner, G.: Seminare mit Filmprogramm im Kommunalen Kino Offenburg, 2006.

Jansen, D.: Sprecher der MPC-Gruppe der Fachhochschulen Baden-Württembergs.

Jansen, D.: Gutachter der AiF.

Riempp, R.: Lehrauftrag im Fach „Angewandte Medienwirtschaft, TV-Producer“ zur Erlangung des Bachelor of Arts, Macromedia Fachhochschule der Medien, München in Kooperation mit der Hochschule Mittweida, seit 2005.

Technische Berichte

Abdul Wahab, F.: Umbau des LED-Anzeige-Moduls (Praxissemesterarbeit), HO-IAF 03/2006, 19. Juni 2006.

Bau, D.: Projekt Wearlog, HO-IAF 07/2006, 02. Aug. 2006.

Bau, D.: Wakeup Manager (WUM), HO-IAF 06/2006, 02. Aug. 2006.

Volk, T.; Jansen, D.: ZeMIS, Elektronik des Optischen Multiplexers, HO-IAF 05/2006, 22. Juni 2006.

Volk, T.; Jansen, D.: Programmieren eines ATtiny12s, HO-IAF 04/2006, 22. Juni 2006.

Volk, T.: LED Random Flasher – Implementierung eines Pseudozufallszahlengenerators in einem Microcontroller, HO-IAF 08/2006, 25. Sept. 2006.

Volk, T.: Frequenzzähler im FPGA, HO-IAF 02/2006, 10. April 2006.

Wülker, M.: Vorbereitung und Durchführung eines Fußballroboterwettbewerbs für Schüler der Sekundärstufe, Abschlussbericht, HO-IAF, 01/2006, Jan. 2006.

Teilnahme an Messen und Ausstellungen

Baden-Württemberg-Tag, Swiss-Tech Basel, 16. Nov. 2006.

Hochschultag der Hochschule Offenburg, 15. Nov. 2006.

Interpart, Karlsruhe, 11.–13. Okt. 2006.

Intersolar, Freiburg 22.–24. Juni 2006.
Hannover-Messe, Hannover, 24.–28. April 2006.

3. Salon Solaire et des Economies d'Énergie, Stand-Präsentation der Hochschule Offenburg über Aktivitäten „Erneuerbare Energien“, Illkirch-Graffenstaden, 03.–04. Juni 2006.

Laufende Promotionen

Fawaz, N.: Biomedizinische Telemetrie.

Abgeschlossene Promotionen

Feißt, M.: Etude de protocole et réalisation d'un système de réalité augmentée mobile, Docteur de l'Université Louis Pasteur (ULP), 2006.

Master Thesis

Alhucema, R.: Autothermal Reforming of Bio-Ethanol in a Micro-Reactor, Fraunhofer-Institut f. Solare Energiesysteme ISE, Freiburg, SS 2006.

Almanza Zarazua, J.: Numerical and Experimental Study of Mini and Micro Heat Exchangers Used for an innovative Magneto Caloric System, INSA Straßburg, WS 2005/06.

Altan, D.: Utilisation of Renewable Liquid Fuels in Bituminous Coal-Fired Boiler, EnBW Kraftwerke AG, Stuttgart, SS 2006.

Alvarez Torrico, F.: South America Energy Overview, Political and Economical Aspects that Shape Development and Trade in the Region, Alstom AG, Baden, SS 2006.

Amol Datatraya, K.: Produktionstechnische Absicherung einer Fertigungsvorlagerung von Stanz- und Biegeteilen unterschiedlicher Genauigkeitsstufen von Deutschland nach Indien (Produktionsplanung für Indien, Fa. Kern-Liebers), Hugo Kern-Liebers GmbH, Schramberg, SS 2006.

Anjur Kanadai, V.: E-Learning of FHO Steam Power Plant Using Flash Professional 8.0, Hochschule Offenburg, SS 2006.

Becerra Cruz, J. L.: Vorbereitung für DOE Unternehmen zur Überprüfung von IT Projekten, TÜV Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH, Köln, SS 2006.

Benneckenstein, T.: IEEE 802.15.4 "Zig-Bee": Theory and Testing Using Chipcons ZDK 2420 Development Kit, Hochschule Offenburg, SS 2006.

Carrasco Gonzalez, F.: A Prospective Analysis of Renewable Energy Electricity Generating Technologies: a Case Study in the South – South East Region of Mexico, Centre for Energy Research, Privada Xochicalco S/N, SS 2006.

Chaverri Herrera, D.: Analysis of Existing Cooling Water Systems of Power Plants and Optimisation in Respect of Availability and Cooling Water Pump Efficiency, Siemens Power Generation, Erlangen, SS 2006.

Dominguez, E.: Development and Implementation of a Web-based Database System for Software Test Management, Processing and Monitoring, Nero AG, Karlsbad, SS 2006.

Edisinghage, S.: Automatisierung eines abbildenden Feldspektrometers, Deutsches Zentrum f. Luft und Raumfahrt e.V., Wessling, SS 2006.

Filatov, A.: Umbau eines Otto-Motors auf HCCI-Brennverfahren, Hochschule Offenburg, WS 2006/07.

Günes, Ö.: Konzept für ein Formula Student Rennfahrzeug, Hochschule Offenburg, WS 2006/07.

Güney, D. B.: Market Assessment of an ALSTOM Gas Turbine Product, ALSTOM AG, Baden, SS 2006.

Herrero Miquel, I. J.: Pointing and Tracking of Sound, Hochschule Offenburg, SS 2006.

Hoferer, P. M.: Gasumrüstung, ITM Engineering GmbH, Renchen, WS 2006/07.

Hristov, P.: Investigation in Specification of a Radio Frequency (RF) Front End Influencing the Performance of a Multi-carrier System, Fujitsu Microelectronics Europe GmbH, Langen, WS 2006/07.

Hug, T.: Berechnung und Optimierung von Haupttrahmenübergängen bei Tiefbettsattelauflegern, Doll Fahrzeugbau GmbH, Oppenau, WS 2006/07.

Karvatsky, S.: Distributed Digital Libraries Management Based on Open Source, Hochschule Offenburg, SS 2006.

Kunze, M.: Untersuchung von Ertrag und Energieinhalt von verschiedenen angebauten hölzernen Biomassen und deren Eignung für Verbrennungs- und Vergasungszwecke in Abhängigkeit von der Umtriebszeit, Hogskolen i Agder, Grimstad, SS 2006.

Maldonado, J. R.: Konstruktion des Chassis und der Karosserie für ein Formel-SAE-Fahrzeug, Hochschule Offenburg, SS 2006.

Manurung, T.: Reference Cell Measurements in Direct Methanol Fuel Cells, Fraunhofer ISE, Freiburg, SS 2006.

Nieto-Sanchez, M. E.: Tariff Structure and Business Models: an Approach to Introduce Technological Development by Renewable Energies in Rural Areas, Fraunhofer ISE, Freiburg, SS 2006.

Omari, R. A.: A SW Module for Mobile Device Dependent Content Delivery, Hochschule Offenburg, SS 2006.

Rutz, J.: Dirt Free OSRVM (Outside Rear View Mirror), Adam Opel GmbH, Rüsselsheim, WS 2006/07.

Sahin, C.: Entwicklung eines modularen Türkonzeptes im Produktbereich Unimog Sonderfahrzeuge, Daimler Chrysler AG, Wörth, SS 2006.

Schneider, G.: Recherche über mechanische Nachstellungen an Simplex-Trommelbremsen, Continental Teves AG&Co OHG, Frankfurt, SS 2006.

Sukchaya, K.: Integration of RFID-Sensors into the DLR Location Simulator/ Demonstrator for the Combination of Different Indoor and Outdoor Location Sources, Deutsches Zentrum f. Luft- u. Raumfahrt e. V., Wessling, WS 2006/07.

Tirathumcharoen, J.: Automated Analysis of IPS Configuration Files. Siemens AG, SS 2006.

Vazquez Reyes, G. J.: JDO Java Data Objects, Concepts and Implementation, Hochschule Offenburg, WS 2006/07.

Velliangiri, V.: Konstruktive Überarbeitung des Kurbeltriebes eines 100 cc Zweitaktmotors, Hochschule Offenburg, SS 2006.

Diplomarbeiten

Antes, G.: Konstruktion, Aufbau und Test einer Reinigungseinheit zur automatischen Reinigung von Pfosten-Riegel-Fassaden, Fraunhofer Institut Magdeburg IFF, WS 2006/07.

Augustin, S.: Marktanalyse verlegerisch geführter regionaler Wirtschaftstitel und Empfehlungen für ein offensives Marketing eines Verlages, Reiff Medien Offenburg, WS 2005/06.

Bayer, M.: Benchmarking kulinaristischer Regionen in Europa und Entwicklung einer Strategie für die Positionierung von Baden-Württemberg, Staatsministerium Baden-Württemberg, Stuttgart, SS 2006.

Becker, J.: „Optimierungspotenziale in den Kommunikationsbeziehungen zwischen dem Kundendienst des Herstellers und Endkunden im Automobilssektor“ – Eine Analyse am Beispiel der SEAT S.A., SEAT S.A., Barcelona, WS 2006/07.

Becker, Y.: Entwicklung und Umsetzung einer Kommunikationsstrategie anhand des Beispiels Foodsport, Foodsport Neulenburg WS 2005/06.

Bestenlehner, H.: Evaluation eines Plattformprojekts im Rahmen der Kommunikation eines Automobilherstellers und Folgerungen für den zukünftigen Ablauf, BMW München AG, SS 2006.

Bitzer, S.: Die Rolle des Mobiltelefons in crossmedialen Marketingkampagnen und die Ermittlung von Erfolgsfaktoren für die Endkundenkommunikation, WHATEVER MOBILE GmbH, Hamburg, WS2006/07.

Bleicher, C.: ‚Mercedes Benz designo‘ – Strategieentwicklung für die Begegnungskommunikation und Synchronisation im Media-Mix, Mercedes AMG GmbH, Affalterbach, WS 2006/07.

Boeva, Y.: ‚Erblicken‘ – Konzeption und Realisation eines Kurzspielfilms, Hochschule Offenburg, WS 2006/07.

Buchfelder, A.: Einsatz von Medien in der Unternehmenskommunikation am Beispiel der Bundeswehr, AIK der Bundeswehr, Strausberg, WS 2006/07.

Bungert, T.: Darstellung des lokalen Marketing-Mixes für einen Internet-Reiseanbieter in den Ländern Skandinaviens, Citysam AG, Berlin, SS 2006.

Dinger, C.: Konzipierung, Konstruktion und Herstellung eines Folienwicklers für Obstplantagen, Obst-Weinbaubetrieb Ell, Oberkirch-Haslach, SS 2006.

Dutkowski, J.: Erarbeitung eines Marketingkonzepts für die Firma RPC-TEDEC-CO-GIZEH GmbH & Co. KG in Offenburg, Barth Medienhaus GmbH, Ettenheim, WS 2006/07.

Eckert, A.: Umsetzung eines Informationsmanagementsystems auf Basis Share Point Portal unter Berücksichtigung des Best Practises, Kultwerk GmbH Freiburg, WS 2005/06.

Ell, C.: Konzipierung, Konstruktion und Herstellung eines Folienwicklers für Obstplantagen, Obst-Weinbaubetrieb Ell, Oberkirch-Haslach, SS 2006.

Fallert, F.: Wandel in einer Werbeagentur zur Optimierung der Markenbetreuung, plenum stoll & fischbach GmbH, Herrenberg, SS 2006.

Fendler, K.: Marketing-Controlling der Vermarktung von Telefonbüchern und Empfehlungen für ein offensives Marketing, Telefonbuch Verlag Südbaden GmbH Offenburg, WS 2005/06.

Ganter, B.: Technische Konzeption einer Onlinezeitung, steidle new media, Balingen, WS 2006/07.

Gaschler, T. A.: Dokumenten-Management-Systeme – Einführung eines DMS in der Abteilung Einkauf, Maschinenfabrik Erwin Junker, Nordrach, WS 2006/07.

Gebhardt, B.: Untersuchung des Musikkonsumverhaltens der 12- bis 19-Jährigen unter dem Aspekt der Beeinflussung durch die Digitalisierung, Popbüro Region Stuttgart, WS 2006/07.

Geißendörfer, R.: Marktanalyse für eine gewinnspiel-orientierte Sparanlage und Empfehlungen für ein offensives Marketing, AM Agentur für Kommunikation, Köln, WS2006/07.

Gmeiner, J.: Blickverlaufs-Analysen von Titelblättern von Service Weekly's und Folgerungen für die Platzierung Kauf auslösender Themen, Burda Medien Park Verlage Offenburg, WS 2005/06.

Göbel, A.: Experimentelle Analyse von Rezeptabbildungen in Esszeitschriften und Folgerungen für die optische Präsentation, Hubert Burda Media, Offenburg, WS2006/07.

Göllner, A.: Konzeption eines Media Asset Management-Systems für ein global tätiges Medizinalunternehmen, Synthes GmbH, Oberdorf, SS 2006.

Hadziewicz, E.: ‚Der Markteintritt von Burda Direct in Polen‘ – Chancen und Risiken sowie Herausforderungen und Potenziale, Burda Direct Polska Sp.z.o.o., Wroclaw, WS 2006/07.

Harter, A.: Optimierung von Wärmeabschirmblechen hinsichtlich akustischem und thermischem Verhalten unter technischen und wirtschaftlichen Aspekten, Progress-Werk Oberkirch AG, Oberkirch, SS 2006.

Häs, C.: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer umschaltbaren Wärmepumpenanlage im Vergleich zu der klassischen Variante mit Gas-Brennwertkesseln und Kompressionskältemaschine, Rentschler & Riedesser Ingenieurgesellschaft mbH, Filderstadt, WS 2006/07.

Hatter, A.: Faith Radio – Inhaltliche Konzeption und Erstellung eines Zeitplanes für den Aufbau eines Radiosenders, Hochschule Offenburg, WS 2005/06.

Heigle, M.: Werbemittelanalyse des Bosch Car Service Prospekts, Bosch GmbH, Karlsruhe, SS 2006.

Herr, J.: Optimierung und Scale-up einer autothermen Hochdruckreformierungsapparatur, Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme, Freiburg, WS 2006/07.

Hertenstein, R.: Deutsche Telekom Innovation Day – Focus on Israel – Management von Innovationskooperationen, Deutsche Telekom AG, Bonn, WS 2006/07.

Himmelsbach, M.: Technische Absicherung von Linearachsen, Berger-Lahr GmbH + Co. KG, Lahr, WS 2006/07.

Hoferer, D.: Von der Kirche zum Veranstaltungszentrum – Nutzbarkeitsanalyse und Imagebildung, Walter Mäcken, Sinzheim, WS 2006/07.

Hohm, D. U.: Werberecht bei Ärzten, SCHOLZ & VOLKMER GmbH, Wiesbaden, SS 2006.

Juchler, A.: Konzeption eines Online-Geschäftsmodells für ein Verlagshaus, Zypressen Verlags GmbH, Freiburg, WS 2006/07.

Junghans, U.: Crossmedia-Strategien im Mobile Marketing, 12snap GmbH München, WS 2005/06.

Karl, A.: Entwicklung eines ganzheitlichen Kommunikationskonzeptes für den Neuwagen-Konfigurator eines Automobilherstellers, Audi AG Ingolstadt, WS 2005/06.

Kästner, G.: Kombinierte Destillations- und Rektifikationsanlage K 002/K 003; Inbetriebnahme, Ecole d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg, SS 2006.

Kessler, C. R.: Corporate Identity kultureller Einrichtungen – Filmmuseum Düsseldorf – Idee eines Marketingkonzeptes, Filmmuseum Düsseldorf, SS 2006.

Kirst, J. D.: Konzeption, Umsetzung und Erfolgskontrolle von Marketing-Events – verdeutlicht am Corporate Event ‚Entertainment Classics‘ des Entertainment Media Verlags, Entertainment Media Verlag, Dornach, WS 2006/07.

Klatt, T.: Konzeption einer Kindersendung, Hochschule Offenburg, SS 2006.

Klein, A.: Bedpacker – An online hostel reservation system, iDatSo – Integrated Data Solutions Pty. Ltd., Sydney, SS 2006.

Kocan, A.: Konzeption und Realisierung einer Inhouse-Kommunikation für einen IT-Dienstleister, Daimler Chrysler AG München, SS 2006.

Koch, V.: Betriebs- und Energieoptimierung auf Basis einer Gebäudeautomation am Beispiel des Hotels Colosseo Europa-Park Rust, Freizeit- u. Familienpark Mack KG, Rust, WS 2005/06.

Kraft, A.: Entwicklung eines Bedürfnisrasters für outputorientierte PIM-Systeme im B2B-Markt mittelständischer Unternehmen in Deutschland, Stämpfli AG, Bern, WS 2006/07.

Kresse, D.: Dokumentarfilm über Logopädie, Hochschule Offenburg, WS 2005/06.

Kunsmann, M.: Mitarbeitererevents als Motivationsinstrument am Beispiel einer Agentur, argonauten G2 GmbH, Hamburg, WS 2006/07.

Lang, P.: Entwicklung und Applikation einer Autogasanlage für ein Fahrzeug mit simultaner Benzineinspritzung, ITM engineering GmbH, Renchen, WS 2006/07.

Lerch, S.: Von der Kirche zum Veranstaltungszentrum – Nutzbarkeitsanalyse und Imagebildung, Walter Mäcken, Sinzheim, WS 2006/07.

Löffel, M.: Communities im Netz – Chancen und Perspektiven einer Community – Vorstellung eines Businessmodell, Hubert Burda Media, Offenburg, SS 2006.

Löffler, D.: Technische Analyse und technische Strategieentwicklung der Web Content Management Plattform für den Konzern Sick, SICK AG, Waldkirch, WS 2006/07.

Löhner, M.: Faszination Talkshow?! Eine medientheoretische und -ethische Analyse, Hochschule Offenburg, WS 2005/06.

Louw, J. W.: Numerische Simulation von Strömungen um rotierende Körper, Hochschule Offenburg, WS 2006/07.

Ludes, J.: Evaluation Vegetarischer Geliermittel am Beispiel hochkonzentrierter Nahrungsergänzungsmittel in Gummibärenform, AMAPharm GmbH, Merchweiler, WS 2006/07.

Maillard, T.: Entwicklung eines Monitoring-Systems zur Beurteilung der Effektivität des Marketing für Medienprodukte, in-akustik GmbH & Co. KG Ballrechten-Dott., WS 2005/06.

Müller, B.: Chancen und Grenzen für den Einsatz von Stabsfunktionen in der TV Produktion, RTL Television GmbH, Köln, WS 2006/07.

Müller, C.: Imagefilm ‚Schuttertal‘, Gemeinde Schuttertal, WS 2006/07.

Müller, I.: Entwicklung eines Marktforschungstools zur Messung der Kundenzufriedenheit der Besucher eines Wellness-Bades und die Empfehlungen für die Marketingpolitik, CARASANA Bäderbetriebe GmbH Baden-Baden, WS 2005/06.

Nagel, M.: Dokumentation über DDR-Kinder in Namibia, Hochschule Offenburg, WS 2006/07.

Neubauer, A.: Dokumentarfilm über die Besiedlung Irlands während der Eiszeit, Hochschule Offenburg, WS 2006/07.

Neumaier, F.: Nutzwertanalyse leistungsverzweigter, stufenloser Hybridantriebskonzepte, ZF-Friedrichshafen AG, SS 2006.

Özbag, M.: Eine vergleichende Analyse der öffentlich-rechtlichen und privaten Hauptnachrichtensendungen anhand journalistischer Qualitätskriterien, Hochschule Offenburg, SS 2006.

Petersen, M.: Erfolgsfaktoren von Online-Gewinnspielen, IP Deutschland, Köln, SS 2006.

Pfeifer, F.: Befragung von Leser- und Anzeigenkunden eines Anzeigenblattes und Empfehlungen für eine offensive Marketing-Politik, Zypressen Verlags GmbH, WS 2005/06.

Pickel, J.: Wirtschaftlicher und energetischer Vergleich bezüglich Anlagenkonzept in Veranstaltungsstätten (im Europa-Park), Europa-Park/Freizeit-u. Familienpark Mack KG, Rust, WS 2006/07.

Rabbiosi, S.: Optische Messverfahren in der Thermo- und Fluidodynamik, Hochschule Offenburg, WS 2006/07.

Rautenberg, M.: Strukturuntersuchung mittels FEM an einer Sonderbaumaschine, Keller Grundbau GmbH, Renchen, WS 2006/07.

Reigelsberger, M.: Betriebs- und Lebensdaueruntersuchungen an Wasserstoffdosierventilen, Daimler Chrysler AG, Ulm, SS 2006.

Reinbold, M.: Dokumentation über DDR-Kinder in Namibia, Hochschule Offenburg, WS 2006/07.

Riegert, M.: Konstruktive Lösung der seitlichen Strahlenbildaufnahme in der „Kalten Kammer“, L'Orange GmbH, Stuttgart, WS 2006/07.

Ritter, M.: Energieeinsparkonzept bei Papierfabriken, Eproplan GmbH, Stuttgart, WS 2006/07.

Russe, T.: Vergleich unterschiedlicher Heizungssysteme für ein Zweifamilienhaus- Wirtschaftlichkeits- und Umweltbetrachtungen, GA-tec GmbH Niederlassung Baden-Baden, WS 2006/07.

Rutz, J.: Aufbau eines Prüfstandes und exemplarische Messung an 2- und 4-Takt-Motoren, ITM Renchen, WS 2005/06.

Samendinger, H.: Optimierung des Projektmanagements im Agenturbereich, Kiesewetter Freiburg, WS 2005/06.

Schlüter, S.: Crossmediale Mehrwertkommunikation als Wertschöpfungsfaktor in der Tourismusbranche, Atkon Marketing & Public Relations GmbH, Essen, WS 2006/07.

Schmidt, M.: Produktion einer Konzert-DVD, Hochschule Offenburg, WS 2005/06.

Schmid, T.: Link-Posting im Internet und Folgerungen für die PR-Arbeit eines Industrieunternehmens, Siemens Communications, Düsseldorf, SS 2006.

Schneider, M.: Analyse und Optimierung des Web Content Managements der HOBART GmbH und Konzeption eines Relaunch, HOBART GmbH, Offenburg, SS 2006.

Schöner, C.: Optimization and Implementation of Channel Loading Schemes for UWB Sensor Systems, Oregon State University, USA, WS 2005/06.

Schuppiser, T.: Konstruktion eines Prüfstandes für Sicherheitskupplungen, welche bei elektrisch angetriebenen Schneidrädern und Bohrköpfen eingesetzt werden, Herrenknecht AG, Schwana, SS 2006.

Schweinsberg, N.: E-Branding westlicher Unternehmen im chinesischen Internet, Chinabrand Consulting Limited, München, SS 2006.

Seidel, C.: Weiterentwicklung und Applikation einer Motorsteuerung für Kleinmotoren, Andreas Stihl AG + Co KG, Waiblingen, WS 2006/07.

Slaby, M.: Konzeption der Öffentlichkeitsarbeit einer regionalen Hilfsorganisation, Deutsches Rotes Kreuz, Karlsruhe, SS 2006.

Spraul, R.: Von der Idee bis zum sendefähigen Produkt – Die Reportage, Nimbus Productions, Frankfurt am Main, SS 2006.

Stanceska, S.: Kampagnentracking der Marke Beck's – Eine Case Study auf Basis empirischer Daten des Niko-Index, Brand Control, Frankfurt a. M., WS 2006/07.

Stein, C.: 3D-GIS Marktanalyse, Fraunhofer Institut für Graphische Datenverarbeitung, Darmstadt, WS 2005/06.

Verbeek, H.: Analyse der Wirkung von Ingame Advertising mit Hilfe von Eyetracking, Massive Incorporated | Microsoft, Köln, WS 2006/07.

Walter, F.: Untersuchungen zur Rückhaltung von CSB, Tensiden und Phosphaten aus Entfettungsbädern und den entsprechenden Spülwässern mittels einer Kombination von Ultrafiltration/ Nanofiltration, Eisenmann, Holzgerlingen, SS 2006.

Walz, U.: Konzeption für ein intelligentes Beratungssystem zur individuellen Berufsplanung, IHK-Bildungszentrum Südlicher Oberrhein, Offenburg, WS2006/07.

Wehmann, C.: On-line Partikelanalyse mittels Multi-Wellenlängen-Extinktionsverfahren im Abgas eines Common-Rail-Dieselmotors unter Verwendung verschiedener Kraftstoffe, Hochschule Offenburg, SS 2006.

Weis, A.: Wirtschaftlichkeitsanalyse und Projektierung eines Blockheizkraftwerkes auf Pflanzenölbasis für die Diakonie Kork, Diakonie Kork, Kehl-Kork, WS 2006/07.

Weiß, E.: Entwicklung und Aufbau eines Nass- bzw. Feuchtreinigungsgerätes, Alfred Kärcher GmbH + Co KG, Winnenden, WS 2006/07.

Wickersheim, W.: Entwicklung, Aufbau und Test eines Infrarotsensors zur Detektion von CO₂ in Flüssigkeiten, Fraunhofer Institut für physikalische Messtechnik IPM Freiburg, WS 2005/06.

Winterer, D.: Imagefilm ‚Schuttertal‘, Gemeinde Schuttertal, SS 2006.

Wirth, K.: Unterstützung des Verkaufsprozesses im B2B-Bereich durch das Medium Internet am Beispiel der GIS Software disy GISterm, disy Informationssysteme GmbH, Karlsruhe, WS 2006/07.

Wittenberger, M.: Dokumentarfilm über die Besiedlung Irlands während der Eiszeit, Hochschule Offenburg, WS 2006/07.

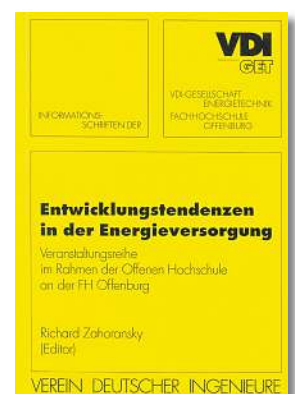
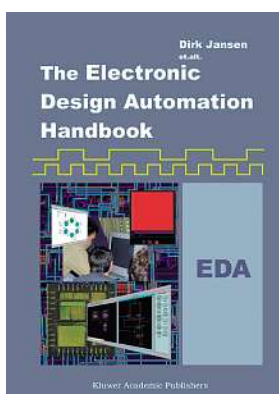
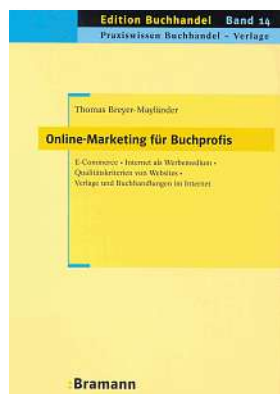
Wolber, M.: Konstruktion eines Hydraulikaggregates für den Einsatz auf Tragraupen, Keller Grundbau GmbH, Renchen, SS 2006.

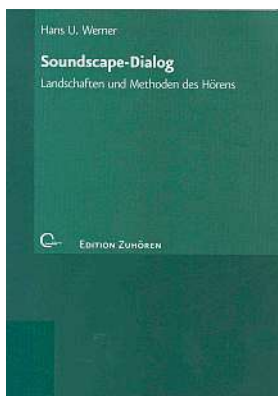
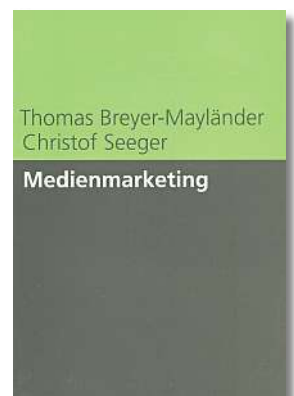
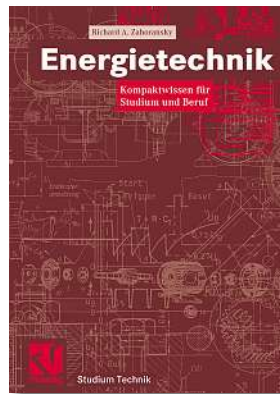
Wolf, A.: Konzeption und Realisation eines Dokumentarfilms – Arbeitstitel: ‚Landflucht der Indigenas‘, Hochschule Offenburg, WS 2005/06.

Wunsch, D.: Konzeption und Realisation eines Dokumentarfilms – Arbeitstitel: ‚Landflucht der Indigenas‘, Hochschule Offenburg, WS 2005/06.

Wypior, A.: Konzeption eines in sich geschlossenen kommunikativen Auftritts eines Elektrogeräteanbieters im Markt der Friseure und konkrete Umsetzungen, Schneiderei Elektrogeräte GmbH & Co. KG, Solingen, SS 2006.

Werbung in eigener Sache





Stichwortverzeichnis

Symbole		Clausius-Rankine Cycle	66	Exergy	65, 66, 67
16 Bit Mikroprozessor	30	Clausius Cycle	66	Eye-Tracking	24, 113, 117
24 h EKG-Recorder	31	Client-Server Technology	106		
A bgasanalyse	59	CMOS-Sensoren	104	F ahrdynamik	55
Abgasemission	94	Corrosion	65	Fahrwerk-Kinematik	57
Absorptionskältemaschine	95	CTO (Campus Technology Oberrhein)	14	Feldfluss-Fraktionierung (FFF)	62
Absorption Index	72	D ampfexperimentieranlage	93, 94, 96	FEM-Analyse	53
Achsenunsymmetrische Stromregelung	46	Database	105, 106	Fermentationsphasen	63
Achslastverteilung	55	DataSocket-Technologie	87	FFDs (Full Function Devices)	32
Adsorptionskältemaschine	85, 86	Data Mining	105	FFF-Technik	62, 63
Agglomeraten	60	DC-Scanner	81, 82, 83	FFF-Techniken	62
Ames-Test	61	Design Patterns	99	Fluorescence Index	72
Anlagen zur solarunterstützten Kühlung	85	Device Classification	97	Fluorescence Markers	71
Antriebsstrangkomponenten	44	Diagnostic Assays	71	Fluoreszenz-Mikroskop	63
Anwendungsspezifischer IC Baustein (ASIC)	26	Dienstleistungen im IAF	18	Fluoreszenzspektren	82
Arbeitsgemeinschaften	15	Diesel-Kraftstoff	59	Formula Student Konstruktionswettbewerb	55
Arzneipflanzen	81	Differentialinterferometrie	75	Fouriertransformierte	42
ASIC	24, 25, 26, 28, 29, 30, 31	Differentiellen Modenlaufzeiten	37, 38	Frequenzdiversitäts-Gewinn	33
ASIC-Technologie	30	Differentielle Modenlaufzeiten	37, 38	Führungsstil	124, 125
Ausbreitungsmoden	38	Diffusion	62	Führung durch Zielvereinbarung	124
Ausgründungen	14, 15, 16	Digital-Data-Control-Anlage (DDC)	96	Funkschnittstelle	34
Automobilprüfstandstechnik	44	Digitaler Signal Prozessor DSP	104	Funktechnologie	32, 34, 35
		Digitale Designs	30		
B andbreite	32, 34, 37, 39, 103, 110	Dioden-Array Spektroskopie	81	G ärstörungen	62
Bandbreitenabhängigkeit	38	Direkt-Glukose-Brennstoffzellen (DGFC)	25	Gasanalyse	61
Bandgap-Cell	26	Direkte Forschungsaufträge	14	Gatespannung	51
Beacon-Enabled- Network-Modus	33	Drehmoment	44, 45, 46, 47, 56	Gebäudeautomation	24, 32, 85, 87, 88, 91, 131
Beratung	15, 16, 21, 86	Drehmomentpulsation	44	Gebäudeheizung	86
Bildaufzeichnungsverfahren	104	Drehmomentverlauf	44	Gebäudekühlung	87
Biologische Kraftstoffe	59	Drittmittel	18, 19, 20, 23	Gebäudeleittechnik (GLT)	87
BioPower	24, 25	Druckindizierung	59, 61	Georeferenced and Interactive Maps	106
Black Forest Formula	55, 56, 57	Drug-Container	28	Geothermal	65, 68, 70, 128, 24, 128
Black Forest Formula Team	55	DS-SS (Direct Sequence Spread Spectrum)	33	Geothermal Sources	65
Blickaufzeichnung	113, 117, 119	Dünnschichtchromato- graphie (DC)	81	Geothermische Möglichkeiten im Oberrheingraben	69, 78, 128
Blickverlaufsanalyse von Direct-Response- Television-Spots	116	E arth Temperature Gradients	65	Gesamtbeschleunigungsmoment	45
Blickverlaufdaten	113, 115, 116	Eigenmotivation	124	Gestaltung des Titelblatteseiner Zeitschrift	113
Blockheizkraftwerk	95	Electricity Production	65	Gestaltung von Abbildungen auf Titelblättern	114
Bluetooth-Technologie	32	ELED-Licht	42	von Essenszeitschriften	114
Bootstrap Kondensator	51	Elektronischer Medikamententräger	28	Geysirs/California	65
Brennstoffzellenantrieb	49	Elektronisches Speichermedium	103	Google Earth	105
Brushless DC Motor	49	Energetic Plasma	71	Gradientindex- Mehrmodenfaser	24, 37, 38, 39
		Energetische Transportprozesse	75	Grants	15
C admium Selenide	71	Energieeinsparung	90, 91	Gutachten	14, 15
CAE-Techniken	13	Energieerzeugungsverbund „Strom-Wärme-Kälte“	94		
CAN-Ansteuerung	51	Energy Harvesting	26	H albbrückentreiber	51
Carnot cycle	65	Enthalpy	65, 66, 67	Handys	97
CCD-Sensoren	104	Entity-Relationship-Schemas (ER-Schemas)	110	HD-Bild (High-Definition)	103
Chimborazo Graphic	106	ePille®	28, 29	HD-Hochschultestkanal	24, 102
Cient-Server Technology	106	EURO-PRACTICE	30	HD-Technik	102, 104

Hefetrennung	62	Low-Power Mikroimplantate	25	O hmscher Verlust	49
Hefezellen	62	Low-Power Wandlerelektronik	25	OMA	98, 100
Horizontalen Fluidschichten	77	LPME-Verfahren	60	Optisches Multi-Wellenlängen- Extinktionsverfahren	59
Horizontale Fluidschichten	77			Organic Rankine Cycle ORC	66
Hot Dry Rock technique	65, 66				
HPLC (High Performance Liquid Chromatography)	26, 81	M agnetische Flussdichte	50		
HPTLC (High Performance Thin Layer Chromatography)	26	Max Kade Center	105	P artikel-Konzentration	59
HTTP Request Headers	98	Mechanische Verluste	49	Partikelausstoß bei Dieselmotoren	59
Humboldt	24, 59, 105, 106, 107, 127	Mechatronik	13	Partikelemission	59
Humboldts Travels	105	Mediaphotonics	23	PDA's	32, 97, 98
Humboldt Digital Library	105, 106	Media Factors	98	Peaks	82, 83
		Medien	17, 24, 37, 97, 102, 103, 109, 110, 111, 113, 117, 119, 120, 121, 122, 123, 129, 130, 131	Peer-to-Peer Netze	32
I C-Designs	30	Medienlandschaft	119	PEM-Brennstoffzelle	49, 52
Implantatelektronik	28	Mediennutzer	121	Periodische Konvektions- strömungen	75
Implantierbaren medizinischen Mikrosystemen	25	Medientrends	120	Pflanzeninhaltsstoffe	81
Information Research	105	Medien als Zukunftsmarkt	24, 119	Pflanzenöl	59, 61
Integration von Wetterprognosen in die Gebäudeautomation	91	Medikamentierung	29	Pflanzenöl-Ester	59
Integrierte Anwenderschaltungen	30	Medizinischen Implantaten	25	Pflanzliche Analytik	83
Integrierte Unternehmens- kommunikation	24, 123	Medizinischen Logistik	31	Pflanzliche Arzneimittel	81
Intelligente dynamische Betriebsführung (IdB)	87	MedNetBW	28	Physikalische Sensorik	17, 20, 41
Interferenzmuster	42	Mehrwertdienste	120	Plant Geography	24, 105, 106
Interferenzstreifen	41	Microbrowser	98, 99	Poiseuille-Suspensionsströmung	62
Interferogramm	75, 76, 77	Microelectronics for Medical Devices	28	Polystyrene	71
Interferometer	41, 42, 77	Mikroelektronik	15, 28, 30	Power Plant	65
Internetnutzung von „Silver Surfing“	115	Mikrosystemtechnik	13, 25, 28	Presseverlage	119, 120, 122
Internet Access	98	MIME	98	Primärpartikeldurchmesser	60
Isothermen	77	Mitarbeiter-Einbindung	124	Prismenvernichtung	52
		Mitarbeiterorientierung	124	Programmierbare Logikbausteine (FPGA's)	31
K alina Process	67	Mobile tragbare Biodatenerfassung	28	Prozessorgesteuerten Spannungsumsetzer	28
Kälteenergie	93, 95	Mobilfunkgeräte	97	Pulsantworten	38, 39
Klimatisierung	24, 85, 86, 87, 93	Modenausbreitung	24, 37	Pulsweitenmodulation	42
Kommunikationsaufgaben	123	Moderne Programm-Tools	30		
Kommunikationsperipherie	30	Motivation	124, 125	Q uantum Dots	71
Kommunikationsziele und Unternehmenskultur	123	Motorelektronik	51		
Kompetenzen	28, 124	Motorstrom	42	R adnabenmotor	49, 51
Kooperationen	14, 15	MPC-Gruppe	26, 30, 128	Rankine Cycle	66
		Multimedia-Anwendungen	121	RED-Verfahren (Remote Eyetracking Device)	114
L ow- Power“-Mikroimplantate	25	Multimedia-Communities	109	Resource Description Framework	98
Labor für Umwelt- und Bioanalytik	81	Multimediataten	109, 110, 111	RFDs (Reduced Function Devices)	32
Larderello/Toscana	65			RFID-Interface nach dem ISO 14443 Standard	30
Laser Ablation	71, 72, 73	N achbarkanalinterferenzen	34	RHENAPHOTONICS	20, 23
Layout auf Silizium	30	Nachtlüftung	87, 88, 89, 90	RHENERGIE-Geothermie- konferenz	69
Letter of Intent	15	Nanocrystal	71	Rückschlussblech	50
Liquid/Vapour Mixture	65	Nanoparticles	24, 71, 72, 73, 128		
Lizenzen	15	Nanopartikelforschung	23	S chulungen	15, 124
Local Area Networks (LANs)	37	Nanopowder	71	SD-Bild (Standard-Definition)	103
		Nanoscale	71	SD-Karten	103
		Nanotechnology	71	Sedimentations-Feldfluss- Fraktioniertechnik (SdFFF)	62
		Net to Chip	30	Shell-Eco-Marathon	49
		Non-Beacon-Enabled- Network-Modus	33		

SIRIUS (Small Imprint Risc for Ubiquitous Systems)	31	W ärmeenergie	93, 95
Smartphons	97	Wall Jet Elektrode	26
Solar- und Kälteanlagenbetrieb	86	Warenwirtschaft	31
Solaranlagen zur Unterstützung kombinierter Trinkwasser- und Heizungsanlagen	85	Wärme-Kraft-Kälte-Kopplung	95
Solare Kälteerzeugung	85	Wärmeenergie	93, 95
Solare Klimatisierung	85	Waste Heat	68
Solargroßanlagen	86	Webbasierte Multimedia- datenbanken	109
SOLARTHERMIE2000plus	23, 24, 85, 86, 127	Wechselwirkung von Privat- und Berufsleben (Work-Life-Balance)	124
Spektrometer	24, 41	Wein-Fermentationsprozess	62
Spenden	15	Weinhefen	62
SQL-Anfrage	110	Windkanal	52
Statorstrom	45	Wirbelstromverlust	49
Steinbeis Transferzentren	21	Wireless LAN	98
Stiftungen	15	Wireless Personal Area Network	32
Stromeinschwingverhalten	46	Wirkungsvergleich von Werbemittelprospekten	113
Strömungsgeschwindigkeit	52, 62	Wirtschaft	14, 15, 17, 20, 21
Superheated State	66	WPAN (Wireless Personal Area Network)	32
System- und Regeltechnik	17		
System- und Regelungstechnik	49		
System on Chip (SOC) Designs	31		
		X HTML MP	99
T achistoskopie (Verfahren zur Wahrnehmungs- analyse)	115	XML	97, 98, 99, 100
Technischen Lizenzbüro Baden (TLB)	15	XSL	97, 99
Technischen Metadaten	110, 111		
Temperaturgradientenfeld	77	Y trium Aluminum Garnet	72
Temperaturprofilaufzeichnung	30		
Temperaturzelle	30	Z afh (Zentrum für angewandte Forschung an Hochschulen)	23
Thermal Efficiency	65, 66, 67, 68	ZeMIS (Zentren für Mikrotechnik und Systemintegration)	19, 20, 23, 24, 28, 129
Thermische Konvektions- strömungen	75	ZigBee	32
Thermo- und Fluidodynamik	76, 132	ZigBee-Netzwerk	32
Transientes Verhalten	52	ZigBee-Technologie	32, 33
Transmissions-Elektronen- Mikroskop (TEM)	60	Zukunftsorientierte Energiezentrale	93
Turbulenzmodell	52	Zukunft des deutschen Medienmarkts	119
U AProf	98, 100		
Ummagnetisierungsverlust	49		
University of Kansas	105		
Unternehmenskultur	123		
User-Agent	98		
V erbrennungsdruck	61		
Verbrennungsmotoren	44, 47, 94		
Verfahrens- u. Umwelttechnik	75		
Verfahrenstechnik	17, 21, 49, 53, 62, 75, 81		
Vertriebs- und Anzeigenmarkt	120		
Videografie	103		



Die fantastischen FÜNF

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



Eure TGO-Schülermonatskarte gilt in FÜNF Verkehrsverbänden:

- täglich montags – freitags **ab 14 Uhr!**
- an Samstagen, Sonn- und Feiertagen **ganztags!**
- an landeseinheitlichen Schulferien **ganztags!**
(Ausgenommen bewegliche Ferientage)
- **Exklusiv nur in der TGO:**
An Samstagen, Sonn- und Feiertagen (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

Career now!

Jetzt durchstarten. Mit dem cleveren Job- und Karrierekonzept von KERN-LIEBERS.



KERN-LIEBERS, einer der Weltmarktführer in den Bereichen Platinen- und Federnfertigung, Feinschneid- und Stanzteile sowie MicroTec, sucht

Einblicke. Fakten. Perspektiven.

Ingenieure (m/w)

für Arbeitsvorbereitung, Produktionsmanagement, Konstruktion und Vertrieb.

Als international ausgerichtete Unternehmensgruppe mit 50 Tochtergesellschaften rund um den Globus sind wir hochinnovativ und wachstumsstark. Wir bieten Ihnen eine interessante und abwechslungsreiche Tätigkeit und außergewöhnliche Entwicklungschancen.

Auf Ihren Kontakt freut sich Herr Nübel
Tel.: 0 74 22-511-226
ulrich.nuebel@kern-liebers.de

- Gezielte persönliche Einarbeitung
- Interessante Aufgaben mit Verantwortung rund um den Globus
- Eine auf Sie hin maßgeschneiderte Weiterbildung
- Internationale Arbeitskontakte
- Mögliche Auslandseinsätze

Hugo Kern und Liebers GmbH & Co. KG
Platinen- und Federnfabrik
Dr.-Kurt-Steim-Straße 35
D-78713 Schramberg

Tel.: (0 74 22) 511-0
Fax: (0 74 22) 511-200
www.kern-liebers.de
info@kern-liebers.de

KERN-LIEBERS

FIRMENGRUPPE