

# Zukunft sichern!

# BERUFSWAHL START- CHANCEN

Die internationale Glatt Gruppe präsentiert sich als Systemlieferant für die Bereiche Pharma, Food / Feed und Feinchemie ebenso wie als Anlagenhersteller und Engineering-Unternehmen. 1.500 Mitarbeiter sind weltweit an den verschiedenen Standorten für unser Unternehmen aktiv.

Nutzen Sie Ihre Chance und starten Sie bei Glatt als Ingenieur in den Bereichen:

- Maschinenbau
- Elektrotechnik
- Verfahrenstechnik / Automatisierungstechnik
- Technische Dokumentation

Sie sind an einer Karriere bei Glatt interessiert? Der Weltmarktführer für integrierte Prozesstechnologie kann Ihnen interessante Job-Angebote bieten:

[www.glatt.com/jobs](http://www.glatt.com/jobs)

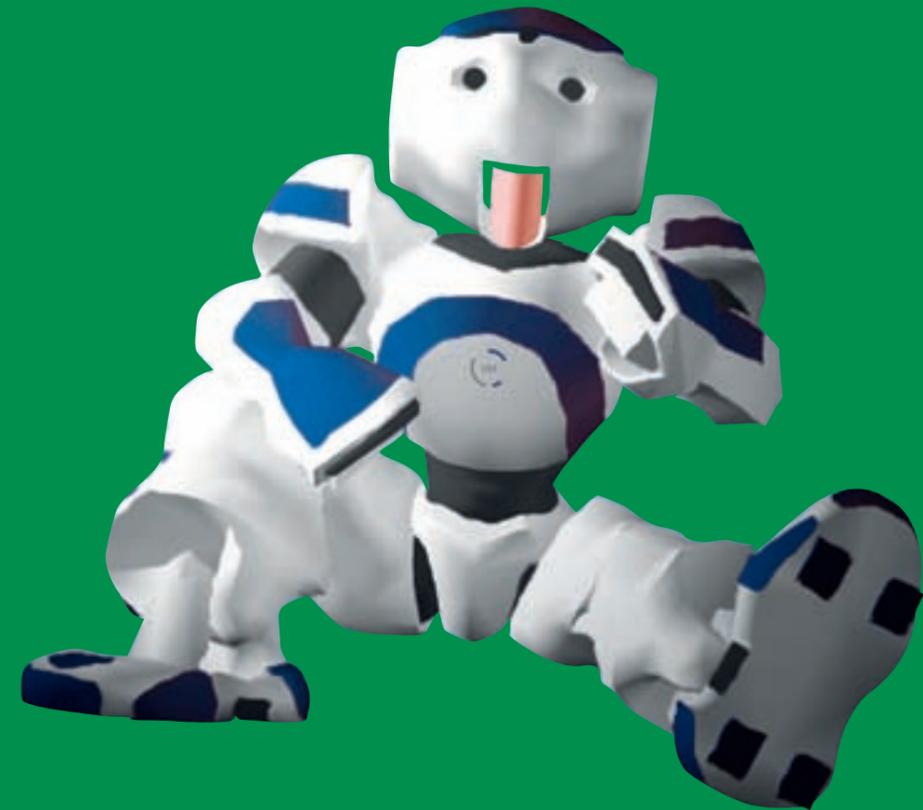
## Konzeptlösungen für die Chemie-, Pharma- und Lebensmittel-Industrie:

- Wirbelschichtanlagen
- Vertikalgranulatoren
- Trommelcoater
- Produkt-Handling
- Engineering
- Dienstleistungen / Service

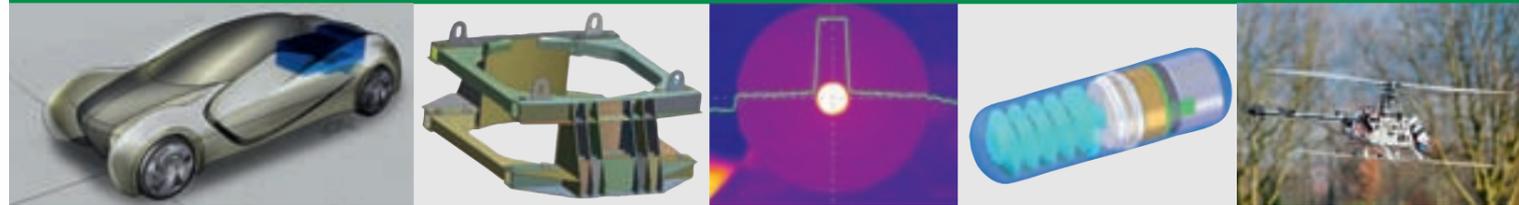


**Glatt GmbH**  
Werner-Glatt-Straße 1  
79589 Binzen / Deutschland  
Telefon: +49 7621 6 64 0  
Fax: +49 7621 6 47 23  
eMail: [info@glatt.com](mailto:info@glatt.com)

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



## Beiträge aus Forschung und Technik 2009



Forschungsbericht 2009



# 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](http://www.ortenaulinie.de)



Die besten Strategien entstehen,  
wenn man sich Zeit nimmt.



Baden-Württembergische Bank

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

BW | Bank

→ BADISCHE STAHLWERKE GMBH → FREIE BAHN

# FREIE BAHN

Tunnel und Brücken lassen die Welt zusammenwachsen. Für verlässliche Verbindungen sorgt eine unsichtbare tragende Kraft: Betonstahl. Bewehrungsstahl ist das Fundament für den erfolgreichen Einsatz von Beton im Hoch- und Tiefbau; für die BSW und ihre Mitarbeiter ist er das Fundament für den gemeinsamen Erfolg an einem starken Standort. Die BSW ist ein leistungsstarkes Elektrostahlwerk und als Unternehmen und Arbeitgeber so solide wie ihr Produkt. Erfahren Sie mehr über Baden-Württembergs einziges Stahlwerk unter → [www.bsw-kehl.de](http://www.bsw-kehl.de)

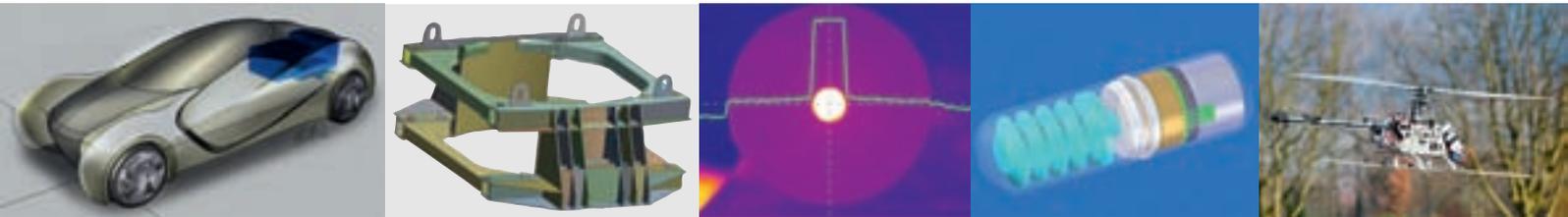


BSW-KEHL.DE → ZUKUNFT IN STAHL

**BSW**

# Beiträge aus Forschung und Technik 2009

Forschungsbericht der  
Hochschule für Technik, Wirtschaft  
und Medien – Offenburg





**Gehen Sie mit uns auf Sendung!**

**DSV**

...ab Kehl zu über  
80 Zielstationen in Europa

Eigene Niederlassungen in 32 Ländern Europas.

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

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

Wirtschaftliche Lösungen durch  
kostenoptimierte Materialfluss- und  
Logistikkonzepte.

Schnelle und sichere Bearbeitung  
durch automatisierte Lagersysteme und  
neueste Informationstechnologie.

Zertifizierung nach DIN EN ISO 9001:2000

DSV Road GmbH | Boschstraße 6 | 77694 Kehl  
Telefon 07851 861-0 | Telefax 861-222 | [www.dsv.com](http://www.dsv.com)



**DR. JAENICHE** GmbH & Co. KG  
Kunststoff-Verpackungen

**77694 KEHL-LEUTESHEIM**  
Telefon (07853) 88-0 • Telefax (07853) 88-620  
[info@jaco.de](mailto:info@jaco.de) • [www.jaco.de](http://www.jaco.de)

Anfragen von Praktikanten und Projektarbeit  
für Studierende sind willkommen!

**Gemeinsam zu besseren Behandlungsergebnissen**

**Den Nerv treffen:** inomed ist ein international aktives Medizintechnik-unternehmen, das Geräte und Systeme zum Schutz von Nerven entwickelt um Patienten zielgenau zu behandeln.

**Wissen teilen:** inomed entwickelt gemeinsam mit Ärzten und Anwendern erfolgreich neue Werkzeuge und Methoden in den Bereichen Intraoperatives Neuromonitoring, Neurochirurgie, Schmerztherapie und Neurologische Diagnostik.

Erfahren Sie mehr über uns unter: [www.inomed.com](http://www.inomed.com).



**inomed Vorteile**

- Forschung mit renommierten medizinischen Partnern
- Fortbildungen und Dokumentationen zu Anwendungen und Methoden
- Service und Support auf höchstem Niveau

inomed   
we share competence

inomed Medizintechnik GmbH  
Tullastraße 5a  
79331 Teningen

TEL: +49 7641 94 14-0  
FAX: +49 7641 94 14-94

E-Mail: [info@inomed.com](mailto:info@inomed.com)  
[www.inomed.com](http://www.inomed.com)



**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

[www.bau-cooperation.com](http://www.bau-cooperation.com)  
[info@bau-cooperation.com](mailto:info@bau-cooperation.com)

**Gewerbe und Industriebau**

**Wir schaffen  
für Innovationen.**

**Raum**

**BAU.  
COOPERATION**  
Wir machen Ihnen Platz



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

Die Hochschule Offenburg liegt in einer der innovativsten Regionen Europas, die sich charakterisiert durch auf wissenschaftlichen Grundlagen aufbauende Forschung, stetes Überdenken bisheriger Ansätze und Lösungswege, kurze Innovationszyklen und engen gegenseitigen Erfahrung- und Informationsaustausch. Es ist unser hoher Anspruch, in diesem Umfeld einen aktiven Beitrag zu leisten. Wir pflegen hierzu Partnerschaften mit Unternehmen, Forschungs- und Bildungseinrichtungen in der Region, aber auch im nationalen und internationalen Umfeld. Die vielfältigen Forschungsergebnisse im vorliegenden Jahresband „Beiträge aus Forschung und Technik 2009“ verdeutlichen, dass wir kompetenter Partner in den Netzwerken sind.

Schon immer haben wir hierbei die grenzüberschreitende Zusammenarbeit gesucht und gelebt. Nicht zuletzt deshalb unterstützen wir intensiv die Netzwerkbildung mit den angrenzenden Regionen in Frankreich und der Schweiz im Kontext der „Trinationalen Metropolregion Oberrhein“, in deren geographischen Mitte wir liegen.

Anwendungsorientierte Forschung und Technologietransfer sind zentrale Anliegen der Hochschule Offenburg. Getragen von Professorinnen und Professoren aller Fakultäten und unterstützt durch Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie Studierende in zahlreichen Projekten fördert sie zugleich Studium und Lehre. In den Masterstudiengängen ist diese Verzahnung besonders intensiv, die Ergebnisse anwendungsorientierter Forschung fließen direkt in die Lehrinhalte ein. Die Studierenden profitieren von den Forschungsaktivitäten aufgrund aktueller Fragestellungen, interessanter Lehrinhalte, aktueller Anwendung der Theorie und nicht zuletzt von Kontakten zu den Netzwerkpartnern.

In einer innovativen Region beheimatet zu sein, bedeutet zugleich, dass unsere Partner ebenso aktiv sind. Wir nehmen diesen wissenschaftlichen und technologischen Wettbewerb gerne auf und pflegen als Hochschule durch vielfältige Maßnahmen eine von breitem Konsens getragene Forschungskultur.

### **Akademische Freiheit in Forschung**

und Lehre, aber mit dem Blick auf das konkrete Ergebnis und eingebunden in lebendige Netzwerke, bildet für die Hochschule Offenburg das Fundament auf dem das Institut für Angewandte Forschung auch zukünftig Hervorragendes leisten können. Das IAF begleitet, unterstützt, verbindet und koordiniert die hauptamtlichen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der Hochschule Offenburg.

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

## Zukunft ist formbar

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

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



Ihre Persönlichkeit erfüllt unser Unternehmen mit Leben

# ERNST

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

Am Wiesenbach 1  
77704 Oberkirch-Zusenhofen  
[www.ernst.de](http://www.ernst.de) • [karriere@ernst.de](mailto:karriere@ernst.de)

## > Mit Wissen zum Erfolg!

Erfolgreiche Werbung ist eine Wissenschaft für sich. Nur mit fundiertem Wissen über Märkte und Zielgruppen fördert Werbung den Umsatz. Gepaart mit unserer Erfahrung und Kreativität werben Sie auf Dauer erfolgreich.

## Geben Sie dem Zufall keine Chance!



ICT Werbeagentur  
Albert-Einstein-Straße 8  
77656 Offenburg · Tel. 0781 9552-0  
[www.ictwerbung.de](http://www.ictwerbung.de)

## Dantherm Filtration - Unser Thema: Umweltschutz Verstärken Sie unser Team!



Dantherm Filtration ist heute weltweit einer der größten Hersteller und Lieferanten von Systemen zur Luftreinigung.

Dantherm Filtration GmbH  
Industriestraße 9  
D - 77948 Friesenheim

[www.danthermfiltration.com](http://www.danthermfiltration.com)  
Tel.: +49 (0)7821/966 - 247  
[info.de@danthermfiltration.com](mailto:info.de@danthermfiltration.com)

# Inhalt

<b>Angaben zum IAF der Hochschule Offenburg</b> .....	<b>9</b>
<b>Formen der Zusammenarbeit mit dem IAF</b> .....	<b>13</b>
<b>Geschäftsbericht</b> .....	<b>17</b>
<b>Mitteilungen zu durchgeführten Forschungsarbeiten</b> .....	<b>23</b>
<b>1. System- und Regelungstechnik</b>	
1.1 BioPower .....	25
1.2 Elektronische Pille (ePille®).....	27
1.3 SIRIUS, Der Prozesskern des ASIC-Design-Centers Offenburg .....	29
1.4 SEAGsense, Ein RFID-TAG zur Erfassung und Überwachung von Temperaturprofilen.....	31
1.5 Implementation of an Online Feedback-Path-Modelling Active Noise Control System .....	33
1.6 Model Matching Approach in RF Power Amplifier Linearization.....	36
1.7 Hybridantriebe in der Formel 1 .....	37
1.8 Schluckspecht City: Ästhetik versus Aerodynamik – ein erfolgreicher Spagat .....	41
1.9 YAFFA (Yeast Analysis by Field Flow Fraction) Analyse und online Monitoring von Hefezellen durch Feldflussfraktionierung .....	43
1.10 A TIS-B Server for Air Traffic Control .....	47
1.11 magmaOffenburg qualifiziert sich für RoboCup WM.....	51
<b>2. Physikalische Sensorik</b>	
2.1 A solution for short-reach multimode fibre connections with non-ideal offset connectors using a tolerant launching scheme .....	54
2.2 Holographische Verfahren .....	56
2.3 Autonomer Hubschrauber fliegt .....	59
2.4 Analyse der Übertragungsqualität in Funksystemen mit Antennendiversität .....	61
<b>3. Verfahrenstechnik</b>	
3.1 Up-Conversion Multiplex Diagnostic Assays (UNDAM).....	66
3.2 Strukturanalyse und Optimierung eines kranlosen Montagesystems für Offshore Windenergieanlagen .....	69
3.3 Numerical and experimental analysis on flow behaviour and energy separation in a commercial Ranque-Hilsch vortex tube .	73
3.4 Untersuchungen zum Einfluss der Biomassekonzentration auf die Leistung einer mikrobiellen Brennstoffzelle.....	75
3.5 A new method for the quantification of Melamine in milk by Absorption Diode Array Thin-Layer Chromatography.....	78
3.6 Internationales Forschungsmarketing der Forschungsgruppe NET Nachhaltige Energietechnik in Nordamerika .....	81
3.7 Natürliche Gebäudeklimatisierung – Potenziale für den Klimaschutz .....	84
3.8 A high accurate numerical solution for the conductive heat transport in a circular cylinder with applications in automotive transportation and aerospace applications .....	86
3.9 Live aus Nogaro – Internet-Berichterstattung mit positiver Öffentlichkeitsresonanz.....	88
3.10 Non-Esterified Plant Oils as Fuel-Engine Characteristics, Emissions and Mutagenic Effects of Particulate Matter .....	90
3.11 Hybrid Drive Systems for Industrial Application .....	99
<b>4. Medien</b>	
4.1 3D Mobile Virtual Reality Simulations and Animations using Common Modern Displays.....	106
4.2 „Natural Sound“: Von der Bioakustik zur Biophonie .....	108
4.3 Blended Learning: Informatik-Lehre an der Hochschule Offenburg .....	113
4.4 Geothermie kompakt – online lernen .....	117
<b>5. Betriebswirtschaft</b>	
5.1 Das situative Interview als Instrument der Personalauswahl.....	120
5.2 Tele 5, Eye-Tracking Research Project.....	125
5.3 Medienwirtschaft: Bedeutung einer Disziplin angesichts der weltweiten Finanzkrise.....	127
<b>Zusammenstellung</b> .....	<b>131</b>
<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	<b>145</b>



**Institut für  
Angewandte Forschung**

## **KONTAKT**

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

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

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

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

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

## **IMPRESSUM**

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

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

**Verantwortlich für den Inhalt**  
Die Autoren und Projektleiter  
der jeweiligen Projekte

**Lektorat**  
Günter F.R. Grosshans  
Hochschule Offenburg

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

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

**Druckerei**  
Gedruckt in Deutschland 2008

**ISSN 1866-9352**

Titelblatt: Avatar einer Roboter-Figur  
aus der Robo-Cup-Weltmeisterschaft

# Angaben zum IAF der Hochschule Offenburg

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

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

## Gliederung

### System- und Regelungstechnik

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

### Physikalische Sensorik

Lichtwellenleiter  
Optische Kommunikationstechnik  
Faseroptik  
GSM-Mobilfunktechnik  
Aktuatorik

### Verfahrenstechnik

Thermische Verfahrenstechnik  
Partikelmesstechnik  
Solartechnik  
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.-Ing. Ulrich Hochberg

*Sekretariat:*  
Diane Weiß

*Forschungskordinator:*  
Dr. rer. nat. Gunnar Henschen

*Professoren:*  
Prof. Elmar Bollin  
Prof. Dr. phil. Thomas Breyer-Mayländer  
Prof. Dr.-Ing. habil. Karl Bühler  
Prof. Dr. Dan Curticapean  
Prof. Dr.-Ing. Andreas Christ  
Prof. Dr.rer.nat. Detlev Doherr  
Prof. Dr.-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 Sängler  
Prof. Dr. rer. nat. Werner Schröder  
Prof. Dr.-Ing. Lothar Schüssele  
Prof. Dr. rer. nat. Michael Wülker  
Prof. Dr.-Ing. Richard Zahoransky  
*Wissenschaftliche Mitarbeiter:*  
Dipl.-Ing. (FH) Boris Kubrak  
Carlos Magana Barragán M.Sc.  
Daniel Bau M.Sc.



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

Dipl.-Ing. (FH) Bertram Birk  
Dipl.-Geogr. Wolf Blochowicz  
Andreas Böhringer B.Eng.  
Dr. pharm. Amandine Marie Brissaud  
Dipl.-Ing. (FH) Melanie Broszat  
Dipl.-Ing. (FH) Axel Bürklin  
Andrea Böhringer B.Eng.  
Oscar Javier Castiblanco Parra  
Dipl.-Ing. (FH) Martha Jagoda  
Dipl.-Ing. (FH) Jesus da Costa Fernandes M.Sc.  
Marc Durrenberger M.Sc.  
Nidal Fawaz M.Sc.  
Dr. Markus Feißt  
Dipl.-Ing. Thomas Feldmann  
Dipl.-Ing. (FH) Andreas Fischer  
Katharina Higel  
Dipl.-Ing. (FH) Sascha Himmelsbach  
Dipl.-Ing. (FH) Klaus Huber  
Dipl.-Ing. (FH) Martha Jagoda  
Dipl.-Ing. (FH) Daniel Jödicke  
Dipl.-Ing. (FH) Tanja Kabelitz  
Ji Li M.Sc.  
Dipl.-Ing. (FH) Marc Löffel  
Martin Maier B.Eng.  
Omar Valerio Minero, B.Sc.  
Mitra Mosslemi B.Sc.  
Dipl.-Ing. (FH) Matthias Niederhofer  
Nestor Ordonez M.Sc.  
Valentin Ortega Clavero M.Sc.  
Dipl.-Ing. Eva-Maria Scheck  
Dipl.-Ing. (FH) Bernhard Schneckenburger  
Jens Schwab B.Eng.  
Andrea Seigel  
Dipl.-Ing. (FH) Tobias Volk  
Dipl.-Ing. (FH) Andreas Weber  
Christoph Weber M.Sc.  
Tao Wu M.Sc.  
Dipl.-Ing. (FH) Claire Yalamas  
Dipl.-Ing. (FH) Florian Zowislok

### Kooperationspartner

Das Institut arbeitet mit den nachfolgend aufgeführten Kooperationspartnern zusammen:

## Hochschulen, Institute und Universitäten

### Inland

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

### Ausland (Europa)

#### Belgien

Europractice, Leuven

#### Dänemark

Syddansk Universitet, University  
of Southern Denmark, Odense

#### Finnland

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

#### Frankreich

Ecole Catholique d'Arts et Métiers, Lyon  
Ecole Nationales d'Ingénieurs de Tarbes  
ENSPS, Straßburg  
ERMITE, Straßburg  
ESDES, Lyon  
Groupe d'Optique Non Linéaire,  
Institut de Physique et Chimie  
des Matériaux et des Surfaces  
Institut National des Sciences  
Appliquées de Strasbourg (INSA)

IPST, Straßburg  
LSP, Straßburg  
Lycée Jean Mermoz (formation  
en photonique), Saint-Louis  
Modélisation, Intelligence, Processus,  
Systèmes (MIPS) der Ecole Supérieure  
des Sciences Appliquées pour Formatis  
Pole Reg. Et Int. des Sciences  
de la Mesure  
TIMA, Grenoble  
Universität de Haute Alsace  
Université Joseph Fourier Grenoble  
Université Limoges  
Universität Louis Pasteur, Straßburg

#### Griechenland

Centre of Research and Technology  
Hellas CERTH, Athen

#### Großbritannien

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

#### Irland

Cork Institute of Technology

#### Italien

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

#### Polen

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

#### Schweden

Darllama University, Högskolan  
Dalarna, Falun

#### Schweiz

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

#### Spanien

Universidad Cardenal Herrera –  
CEU, Valencia

#### Ausland (Welt)

##### Chile

Valparaiso – Universidad Tecnica  
Federico, Santa Maria

##### China

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

#### Mexiko

Tecnologico de Monterrey, Monterrey  
Universidad de Guadalajara, Guadalajara

#### USA

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

#### Südafrika

University of Pretoria, Südafrika

#### Irak

University of Technology in Bagdad,  
Irak

#### Industrie, sonstige

##### Inland

Addi-Data GmbH, Ottersweier  
Agrano GmbH & Co. KG, Riegel a.K.  
Alcatel-Lucent, Nürnberg  
ALSTROM Power Generation AG,  
Mannheim  
AnDiaTec GmbH, Freiburg  
API Schmidt GmbH & Co. KG, Bretten  
ARBO-media GmbH, München  
Audi AG, Ingolstadt  
August Köhler Papierfabrik, Oberkirch  
AUMA Riester GmbH & Co. KG,  
Müllheim  
avenit AG, Offenburg  
Badenova AG & Co. KG, Freiburg  
B.I.W. GmbH, Willstätt  
Badische Stahl Engineering, Kehl  
Badische Stahlwerke, Kehl  
BBS, Schiltach  
BCT Technology AG, Willstätt  
Bebro electronic GmbH, Frickenhausen  
Benz GmbH, Haslach  
Biomaneheizkraftwerk Kehl GmbH, Kehl  
BMG LABTECH GmbH, Offenburg  
Bosch Engineering GmbH, Abstatt  
Bosch Rexroth AG, Horb a.N.  
Bruno Gmünder Verlag GmbH, Berlin  
Bundesministerium für Umwelt,  
Naturschutz und Reaktorsicherheit,  
Berlin/Bonn  
Burda, Offenburg  
Consolar Solare Energiesysteme GmbH,  
Lörrach  
CoolCard, Berka-Sondershausen  
DAAD, Bonn  
Daimler AG Werk Gaggenau, Rastatt  
DaimlerChrysler AG, Mannheim  
DaimlerChrysler AG, Sindelfingen

Deutsche Forschungsgemeinschaft,  
Rech-nerkommission, Bonn  
Deutsches Museum für Technik, Bonn  
Deutsches Zentrum für Luft- und  
Raumfahrt e.V. (DLR), Stuttgart  
DFM Designhaus für Mikroelektronik,  
Lahr  
DOW Deutschland GmbH & Co. oHG,  
Rheinmünster  
Dr. Willmar Schwabe Arzneimittel,  
Karlsruhe  
E.A.D.S., Ulm  
ebmpapst Mulfingen GmbH, Mulfingen  
Ecofys GmbH, Nürnberg  
EDEKA Handelsgesellschaft Südwest mbH,  
Offenburg  
EKATO Rühr- und Mischtechnik,  
Schopfheim  
Elcotec Communication GmbH,  
Offenburg  
Eltex Elektrostatik GmbH, Weil am Rhein  
EMI, Freiburg  
EnBW Energie Baden-Württemberg AG,  
Karlsruhe  
EnBW Kraftwerke AG, Stuttgart AG  
Epilepsiezentrum Kork, Kork  
Erich Neumayer GmbH, Hausach  
ESD GmbH EKATO Sicherheits- und  
Dichtungstechnik, Zell i. W.  
Europa-Park Rust, Rust  
Familienheim Freiburg  
Baugenossenschaft e. G.  
Ferromatik Milacron GmbH, Malterdingen  
Festo AG & Co. KG, Esslingen  
Fischer Edelstahlrohre, Achern  
Forschungszentrum Karlsruhe, Eggenstein  
Forschungszentrum Jülich, Aussenstelle  
Berlin  
Forschungszentrum Karlsruhe,  
Eggenstein-Leopoldshafen  
Fraunhofer Institut Chemische Technologie,  
Pfinztal  
Fraunhofer Institut für Solare  
Energiesysteme, Freiburg  
Fraunhofer Technologie  
Entwicklungsgruppe TEG, Stuttgart  
Fumatech, St. Ingberg  
GAEDE Medizintechnik GmbH, Freiburg  
Gea Wiegand GmbH, Ettlingen  
GeneSys Elektronik GmbH, Offenburg  
Gerhard Lang Recycling GmbH & Co. KG,  
Gaggenbau  
Hansgrohe AG, Schiltach  
HBH Microwave GmbH, Stutensee  
Hegau Klinikum, Singen  
Herbert Waldmann GmbH & Co. KG,  
Villingen-Schwenningen  
Heinzmann GmbH + Co. KG, Schönau  
Hella KgaA Hueck & Co., Lippstadt  
Herrenknecht AG, Schwanau  
Huber Kältetechnik, Offenburg  
IBM Deutschland GmbH, Düsseldorf

IHK Südlicher Oberrhein, Freiburg  
ihr GmbH, Bühl  
Immo Therm GmbH, Stuttgart für  
audiovisionelle Medien mbH,  
Stuttgart  
INA, Lahr  
IT Compact, Weinstadt  
IT + Media Group GmbH, Baden-Baden  
ITM Engineering GmbH, Renchen  
ITM, Düsseldorf  
IXXATA Automation GmbH, Weingarten  
J & M Analysenmesstechnik, Aalen  
Janus TV GmbH, Ismaning  
JWT Engage, Frankfurt  
Kartbahn Teningen  
Keller Geräte & Service GmbH, Renchen  
KEPILION Technology GmbH, Kehl  
Klocke Pharma Service GmbH,  
Offenburg  
Kurverwaltungsgesellschaft mbH,  
Waldbronn  
Landkreis Unterallgäu  
LEGO Educational Division  
Litef GmbH, Freiburg  
LS Telekom AG, Lichtenau  
LTA Lufttechnik GmbH, Nordrach  
LUK GmbH & Co. oHG, Bühl  
mawico automation systems,  
Achern-Önsbach  
Medien- und Filmgesellschaft  
Baden-Württemberg, Baden-Baden  
Merck, Darmstadt  
Micronas, Freiburg  
MTU Friedrichshafen GmbH,  
Friedrichshafen  
Mymoonies.com GbR, Offenburg  
Nero AG, Karlsbad  
Neumayer Tekfor GmbH, Hausach  
NewTec GmbH, Freiburg  
Nikon-Vertretung Deutschland, Düsseldorf  
Nortel Network Germany GmbH & Co.  
KG, Immenstadt  
Noshokaty Döring & Thun GmH, Berlin  
Odima, Kehl  
Opti Systems Computer GmbH, Karlsruhe  
Otto Nußbaum GmbH & Co. KG,  
Kehl-Bodersweier  
Parker Hannifin GmbH, Offenburg  
Pharmaplan GmbH, Oberursel  
Progress-Werk Oberkirch AG, Oberkirch  
Robert Bosch GmbH, Bühl  
Robert Bosch GmbH,  
Gerlingen-Schillerhöhe  
Robert Bosch GmbH, Karlsruhe  
Robert-Bosch GmbH, Stuttgart  
Sanofi-Aventis Deutschland GmbH,  
Industriepark Höchst, Frankfurt  
SAP Research, Karlsruhe  
Sauter-Cumulus GmbH, Freiburg  
Schäfer Elektronik GmbH, Achern  
Schmid & Söhne, Kippenheim  
Scholl Communications AG, Kehl

Schwarzwaldmilch, Offenburg  
Schweizer Electronic AG, Schramberg  
Sick AG, Reute  
SICK AG, Waldkirch  
Siemens Medical Solutions, Forchheim  
Siemens Energie AG,  
Power Generation, Erlangen  
Siemens, München  
Smart, Böblingen  
Solar- und Wärmetechnik, Stuttgart  
Stadtklinik Baden-Baden  
Stratec Biomedical Systems AG, Freiburg  
Stryker Leibinger GmbH & Co. KG,  
Freiburg  
Südkurier GmbH, Konstanz  
SWR Südwestrundfunk, Baden-Baden  
T-Systems Multimedia Solutions GmbH,  
Dresden  
TLB-Technologie Lizenz Büro, Karlsruhe  
Tricomed GmbH, Kiel  
TÜV SÜD Auto-Service GmbH, Offenburg  
TV Südbaden, Freiburg  
VDI, Düsseldorf  
Vector Informatik GmbH, Stuttgart  
Vega Grieshaber KG, Schiltach  
Verlag Praktisches Wissen GmbH,  
Offenburg  
Vissmann Werke GmbH & Co. KG,  
Allendorf  
VivaCell Biotechnology GmbH,  
Denzlingen  
Wehrle Umwelt GmbH, Emmendingen  
Wessel-Umwelttechnik, Hamburg  
Wireworx Gesellschaft  
Zeitungsverlage u. Anzeigenblattverlage  
der Region  
ZfS-Rationelle Energietechnik GmbH  
ZSW, Ulm  
11 Prozent Communication, Erding

**Ausland (Europa)**  
Acta, Italien  
ALSTROM, Baden, Schweiz  
Controlmatic AG, Pratte, Schweiz  
Faurecia ASPG, England  
IMMOPRO24, TEKTON Consulting S.L.,  
Barcelona, Spanien  
Novartis Pharma AG, Basel, Schweiz  
PicoMed Medizintechnik GmbH,  
Lustenau, Wien, Österreich  
Renault F1 Team Ltd., Oxford,  
United Kingdom  
Siemens, Wien, Österreich  
S.L., Barcelona, Spanien  
S.A.L.M., Liepvre, Frankreich  
Stein Energie, Cernay, Frankreich

**Ausland (Welt)**  
PEMEAS, USA  
Tecnologico de Monterrey and  
Prolec GE, Monterrey, Mexiko  
Tokuyama, Japan



## Vorsprung mit Spezialisten

Die 7(S)-Gruppe ist ein international agierender Dienstleister im Bereich Human Resources mit mehr als 25 Jahren Erfahrung. Wir sind stark expandierend und in einzelnen Branchen führend am Markt. Ob Arbeitnehmerüberlassung, Personalvermittlung, Consulting, Executive Search, Inhouse Services oder Outsourcing. Unser Leistungsportfolio umfasst die Bereiche:

**Arbeitnehmerüberlassung, Personalvermittlung,  
Outsourcing, Inhouse Services, Consulting, Bildung & Qualifikation**

Gerne beraten wir Sie unverbindlich über unser Unternehmen, unsere Dienstleistungen und erstellen Ihnen ein individuelles Angebot.

**Wir bieten maßgeschneiderte Lösungen die überzeugen!**

**Fachkräftemangel? Rufen Sie an und nehmen Sie uns beim Wort!**

### (S)TEGMANN

**Ihr Spezialist für Industrie und Technik**

(S)TEGMANN Personaldienstleistung GmbH & Co. KG

NL Freiburg, Tel. 0761 / 211 19 - 0

NL Karlsruhe, Tel. 0721 / 569 67 - 0

NL Offenburg, Tel. 0781 / 289 934 - 70

NL Lörrach, Tel. 07621 / 163 32 - 3

NL Tuttlingen, Tel. 07461 / 963 56 - 0

NL Villingen-Schwenningen, Tel. 07721 / 404 82 - 0

[www.stegmann-personal.de](http://www.stegmann-personal.de)

### 7(S) Office

**Ihr Spezialist für kaufmännisches Personal**

7(S) Office GmbH

NL Freiburg, Tel. 0761 / 211 19-0

[www.7S-office.de](http://www.7S-office.de)

### (S)TEGLOG

**Ihr Spezialist für Logistikdienstleistungen**

(S)TEGLOG Personaldienstleistung GmbH & Co. KG

NL Freiburg, Telefon 0761 / 211 132 - 0

[www.steglog.de](http://www.steglog.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.

mehr unter [www.igz-lahr.de](http://www.igz-lahr.de)

Vermietung – Vermarktung – Beratung



**IGZ**  
RAUM LAHR

## Formen der Zusammenarbeit mit dem IAF

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

Aktuelle Lehre ist aber nur dort möglich, wo an den jetzigen und zukünftigen Problemen der Industrie gearbeitet wird, was ein konsequentes Engagement in Wissenschaft und Forschung nach sich zieht. Gerade in den Ingenieurwissenschaften ist die Halbwertszeit des Wissens auf wenige Jahre zurückgegangen. Die Relevanz des vermittelten Stoffs kann nur durch Auseinandersetzung der Lehrenden mit aktuellen technischen Herausforderungen in konkreten Anwendungen aufrechterhalten werden. Die Hochschule ist deshalb daran interessiert, mit der Industrie in anspruchsvollen Projekten zusammenzuarbeiten. Hierbei liegt an-

wendungsorientierte Forschung im besonderen Fokus der Hochschule, was sich schon im Namen des Instituts für Angewandte Forschung (IAF) niederschlägt. Unter „angewandter Forschung“ sind dabei Aufgabenstellungen zu verstehen, die einerseits so weit produktnah sind, dass in absehbarer Zeit eine Verwertung möglich ist, andererseits aber das Risiko im Industrieumfeld zu groß erscheinen lassen, als dass eine einzelne Firma eine eigene komplette Entwicklung durchführen könnte.

Typische Beispiele sind die Umsetzung neuartiger Verfahren und Technologien (z. B. Mechatronik, Mikrosystemtechnik, CAE-Techniken) und die Anwendung neuer wissenschaftlicher Methoden im Rahmen von Entwicklungsprozessen (z. B. Verfahren der Finite-Elemente, neuartige Berechnungsmethoden usw.). Routineaufgaben der Entwicklung sind des-

halb nicht von Interesse, sie würden in Konkurrenz zu Industrie oder ingenieurtätigen Selbstständigen stehen.

Das besondere Potenzial der Hochschulen liegt dabei in der Interdisziplinarität, d. h., es stehen hervorragende Fachleute in vielen Fachgebieten mit Spezialkenntnissen und Laboratorien unter einem Dach bereit. Moderne Projekte berühren häufig mehrere Fachdisziplinen. Welche Firma hat eine solche Breite in der Ausrüstung und Kenntnisse in so vielen Gebieten? Wer verfügt über vergleichbare Infrastruktur, über Kenntnisse der aktuellen Fachliteratur, und wer verfügt über Beziehungen zu Fachkollegen, Netzwerken des Wissens und zum Grundlagenverständnis wenn nicht die Hochschulen?

Im angelsächsischen Raum haben sich längst die Hochschulen als Entwicklungskerne einer modernen Gründungsszene, 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



*Der „Schluckspecht“ aus Offen- burg war ein Blickfang auf der Hannover-Messe auch für Monika Stolz, Landesministerin für Arbeit und Soziales, hier mit den Studenten Sebastian Sinz (l.) und Tobias Bernhart sowie Forschungskoodinator Gunnar Henschen*

nicht von den alten Elektronenröhrenherstellern wie Sylvania oder General Electric entwickelt, die heute nicht mehr existieren bzw. nur noch auf anderen Arbeitsfeldern aktiv sind.

Hochschulen sind Brutstätten der Innovation, die Eier mögen unscheinbar aussehen, die Küken verletzlich, das flügge Tier mag eine ergiebige Legehennen oder ein Paradiesvogel werden. Um im Bild zu bleiben, man braucht dazu gutes Nistmaterial, einen ungestörten Nestplatz und die nötige Ruhe zur Aufzucht und natürlich Futter für die Jungen, bis sie selbst in der Lage sind, zu fliegen und sich zu ernähren.

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

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

Forschung und Entwicklung an der Hochschule Offenburg ist im **Institut für Angewandte Forschung** organisiert, das sich als Dachorganisation für alle hauptamtlichen Forschungsaktivitäten der

Hochschule versteht. Das IAF sorgt für die einheitliche Außendarstellung wie für die interne Abwicklung der Forschungsprojekte. Hierzu stellt es Mitarbeiter ein, die die eigentliche Forschungs- und Entwicklungsarbeit leisten, meist hervorragende Absolventen aus den eigenen Studiengängen, weniger Studenten in Form von Tutorien.

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

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

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

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

### **Direkte Forschungsaufträge**

Direkte Forschungsaufträge durch die Industrie kommen dann 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 Industrials auch Institutsbereich angesiedelt sein. Gewöhnlich umfasst eine AG mindestens drei und mehr, auch internationale Partner und findet sich zur Bearbeitung von Großprojekten, bevorzugt im EU-Bereich zusammen.

### **Lizenzen**

Die Hochschulen erarbeiten im Rahmen von Projekten Ergebnisse, die dem Urheberrecht oder Patentrecht unterliegen. Soweit eigene Mittel der Hochschule aufgebracht wurden oder die Förderträge das zulassen, können die Ergebnisse an Industrieunternehmen zur ausschließlichen oder nichtausschließlichen wirtschaftlichen Verwertung lizenziert oder auch verkauft werden. Hierbei werden marktübliche Konditionen angestrebt; das TLB berät bei der Vertragsgestaltung. Die Hochschule berücksichtigt dabei den Charakter der Lizenznehmenden Firma. So werden bei Ausgründungen häufig sehr günstige Konditionen in der Anfangsphase vereinbart, um den Start-up des Unternehmens nicht zu belasten. Grundsätzlich erhebt die Hochschule aber den Anspruch auf Beteiligung am wirtschaftlichen Erfolg des lizenzierten Systems.

### **Grants, Stiftungen und Spenden**

Eine strategische Zusammenarbeit der Industrie mit dem Institut wird durch Grants, im deutschen Sprachraum Stiftungen oder auch Spenden genannt, stark beflügelt. Stiftungen sind von Natur aus zweckgebunden und auf die Bearbeitung bestimmter Themen ausgerichtet, die Maximalform ist wohl die Stiftungsprofessur für ein bestimmtes Arbeitsgebiet. Stiftungen unterscheiden sich von Forschungsaufträgen dadurch, dass die erzielten Ergebnisse allgemein zugänglich sein müssen, z. B. veröffentlicht werden, also nicht exklusiv dem Auftraggeber zur Verfügung stehen. Der steuerrechtlich enger gefasste Begriff der

Stiftung kommt nur in wenigen Fällen zum Tragen, z. B., wenn eine regelmäßige Summe zur Förderung von F&E in einem bestimmten Arbeitsgebiet ausgebaut 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 Industrieseite ist der Aufbau eines entsprechenden Know-how-Trägers im Institut, auf den dann über direkte Forschungsaufträge zurückgegriffen werden kann. Über die Annahme einer Spende muss wegen der Implikationen und eventuellen Folgekosten durch die Hochschulleitung entschieden werden. Klassisch sind Gerätespenden, d. h. die kostenlose Überlassung oder auch Schenkung von Geräten und Anlagen zur weiteren Verwendung in der Forschung oder Lehre.

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

### **Gutachten**

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

### **Beratung**

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

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

### **Schulungen**

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

### **Ausgründungen**

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

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

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

erhalten die Gründungsinteressierten beim Gründerverbund CTO. Förderanträge können jederzeit gestellt werden.

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

Das Programm Junge Innovatoren fördert Unternehmensgründungen durch die Bereitstellung von Personalkosten für 50%-Stellen an der jeweiligen Hochschule, die Hochschule ihrerseits stellt Arbeitsplätze und benötigte Ressourcen zur Verfügung. Die bis zu zwei Jahre dauernde Förderung richtet sich an wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen, die sich mit eigenen Ideen selbstständig machen wollen. Die Antragsstellung erfolgt durch die Hochschule. Antragsfrist ist in der Regel der 31. August. Auch hier unterstützt der Gründerverbund CTO.

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

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

**Duale Gründer/-innen-Ausbildung.**

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

**Direkte Ausgründungen als Transferzentrum der Steinbeis GmbH.**

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

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

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



Seit 1999 hat CTO in 318 Projekten mit 480 beteiligten Personen zu Firmengründungen beraten, 85 Unternehmen wurden bereits gegründet und 22 Vorhaben werden derzeit in diese Richtung konkret verfolgt. Das CTO-Team steht allen Ratsuchenden aus den beteiligten Hochschulen auf dem Weg in die Selbstständigkeit zur Seite. Weitere Informationen zu CTO finden Sie auf der Internetseite des Gründerbüros:

[www.cto.uni-freiburg.de](http://www.cto.uni-freiburg.de)

Gründerverbund Campus Technologies Oberrhein (CTO)  
Frau Dorothea Bergmann, MBA  
Projektmanagement  
Stefan-Meier-Straße 8  
79104 Freiburg

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

# Geschäftsbericht

Der Bericht gibt die im Kalenderjahr 2008 durchgeführten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten der Hochschule Offenburg, davon der überwiegende Teil im Institut für Angewandte Forschung (IAF) durchgeführt, wieder. Die Angaben über Umsatz- und Auftragsvolumen entsprechen dem Stand der Buchführung vom 31.12.2008 und sind aktuell. Hinsichtlich des Mitglieder- und Mitarbeiterbestands wird der im Dezember erreichte aktuelle Stand beschrieben, wobei Halbtagskräfte nur anteilig gezählt wurden. Der Beitrag der Professoren in Form von Deputatserlass ist, soweit erfassbar, in den Umsatz eingerechnet.

## Kompetenzbereiche

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

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

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

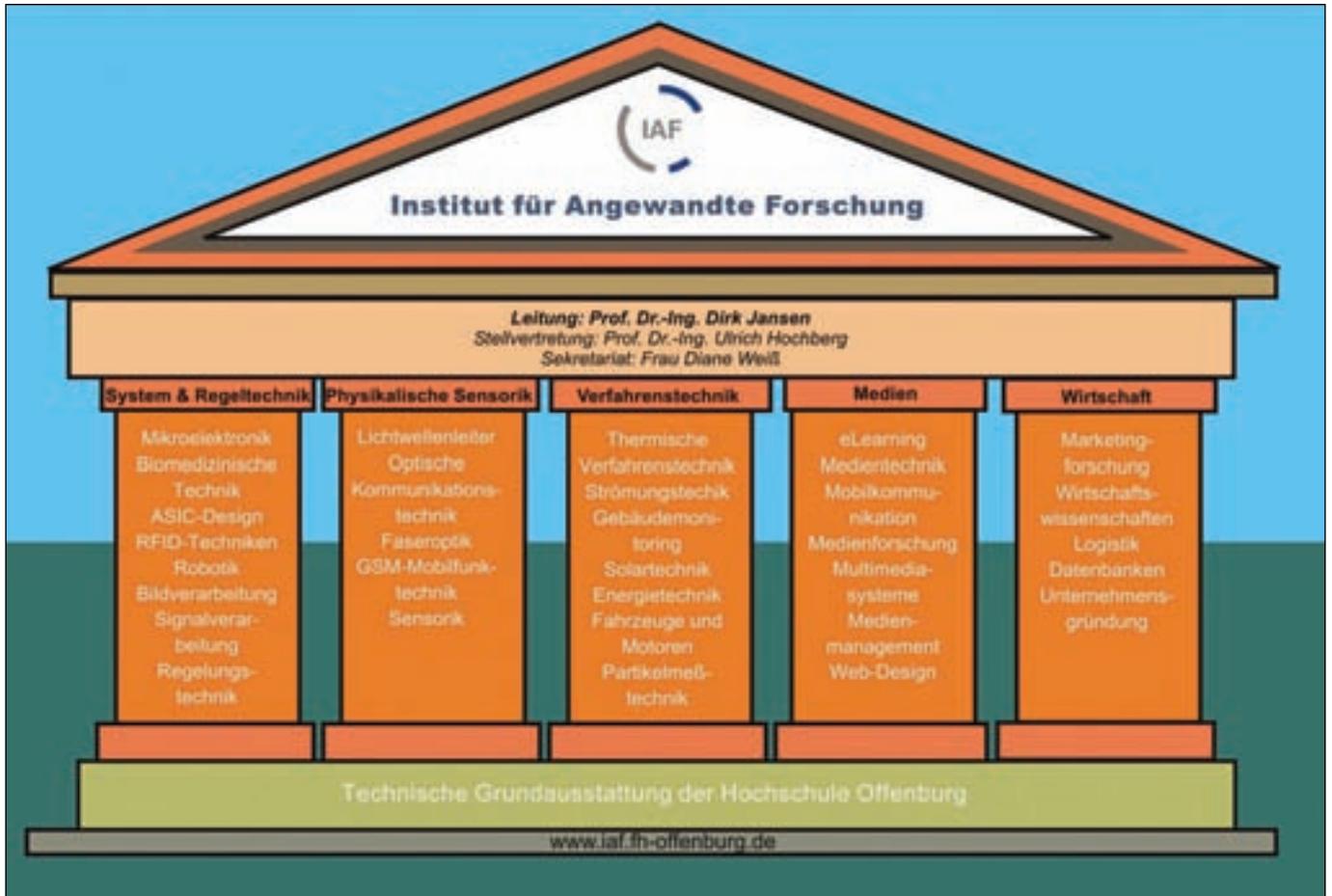


Abb. 1: Kompetenzbereiche des Instituts für Angewandte Forschung der Hochschule Offenburg

### Dienstleistungen im IAF

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



Abb. 2: Dienstleistungen

### Einnahmen und Umsatz

Einnahmen und Umsatz sind im Jahr 2008 gegenüber dem Vorjahr wieder ge- stiegen.

**Der Umsatz betrug im Jahr 2008 1,485 Mio. Euro.**

Abb. 3 zeigt die Umsatzentwicklung seit 1992. Nach der Umstellung der Studiengänge vom Diplom zu Bachelor-/Master- Studiengängen und den dazu organisa- torischen Aufwendungen hat sich der Umsatz des Instituts für Angewandte For- schung erfreulicherweise wieder auf 1,485 Mio. € erholt. Damit folgt er dem langfristigen und nun seit einigen Jahren wieder einem positiven Trend. Maßgeb- lich für die Umsatzsteigerung waren die erfolgreichen Eingänge von Industrieauf- trägen, deren Anteil sich mehr als ver- doppelt hat, sowie der Abbau von Pro- jektüberständen aus dem Vorjahr. Gleichzeitig konnten einige Großpro- jekte fortgeführt und neue Projekte ak- quiriert werden.

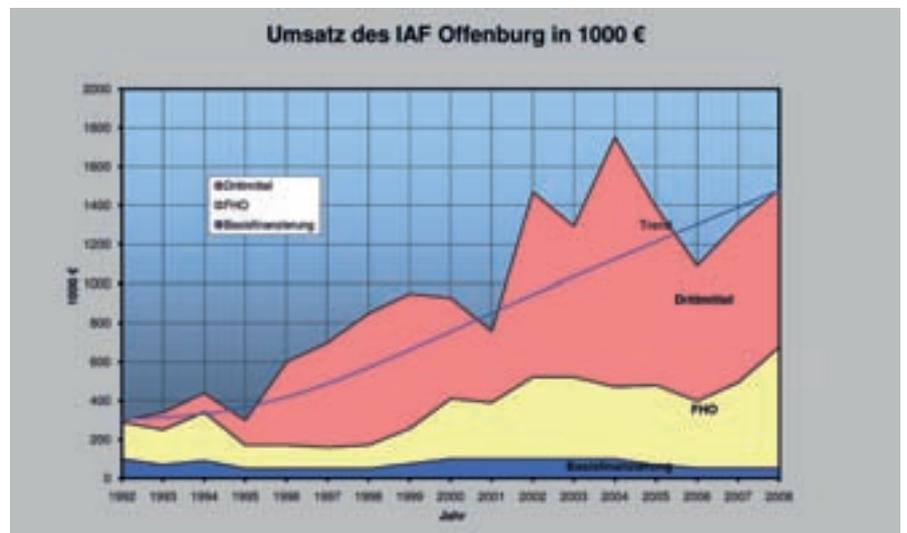


Abb. 3: Umsatzentwicklung des IAFs Offenburg

Das Jahr 2008 war unter anderem auch dadurch gekennzeichnet, dass in diesem Jahr besonders viele Anträge erarbeitet wurden, von denen allerdings nur ein kleiner Teil erfolgreich war. Trotzdem haben die Akquisitionsbemühungen zu einer Festigung des Umsatzes in den För- derprojekten beigetragen. Die eingeworbenen

Drittmittel in Höhe von **654.173,86 Euro**

bilden nun 57 % der Gesamteinnahmen. Die vom Land zum Betrieb des IAFs ge-

### Einnahmen 2008 nach Finanzierungsquellen

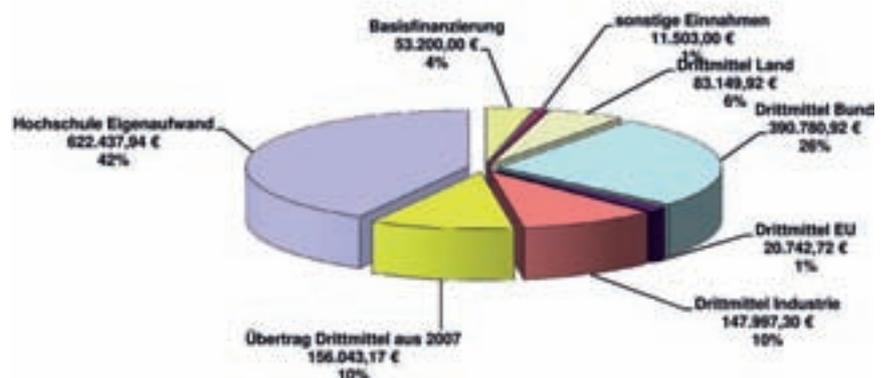


Abb. 4: Einnahmen des IAFs Offenburg im Jahr 2008

währte Basisfinanzierung beträgt dabei nur noch 4 %. Angestiegen ist der Hochschul-Eigenaufwand mit etwa 42 %, wobei hier Vorfinanzierungen und in geringem Umfang auch Reinvestitionen enthalten sind. Hierauf wird weiter unten noch genauer eingegangen.

Im Folgenden soll auf die einzelnen Positionen der Bilanz näher eingegangen werden. Alle Zahlen beruhen auf der an der Hochschule Offenburg eingeführten Kostenstellenrechnung, mit der die angefallenen Personal- und Sachkostenaufwendungen getrennt und nachvollziehbar erfasst werden. Die Kosten für die Arbeitsplätze der Mitarbeiter, Betreuung und administrative Unterstützung werden formal durch die Personalkostenansätze nach VVV berücksichtigt. Der Anteil der Professoren wird durch den Deputatsnachlass für zwölf Kollegen kostenrelevant erfasst. Damit ist der persönliche Einsatz vieler Kollegen, die im Forschungsbereich aktiv sind und bisher nicht über Deputatsnachlass verfügen, immer noch nicht enthalten. Diese Art der Rechnung führt zu einer Aufstellung, bei der die Differenz zwischen den tatsächlich ausgezahlten Mitarbeitergehältern und den Kostenansätzen für die Mitarbeiter als Hochschul-Eigenanteil formal ausgewiesen wird. Wenn damit auch die Overheadkosten nicht detailliert erfasst werden konnten – dies wird in Zukunft durch Erfassen der Flächenanteile und sonstigen Umlagen noch erfolgen – so ist das doch eine sehr realistische Rechnung. Im Vergleich mit industriellen Overheadkosten sind dabei die Zuschläge von 20 bis 30 % im Durchschnitt je nach Position und Alter des Mitarbeiters eher unter dem sonst üblichen Rahmen.

Das IAF investierte in 2008 nur in geringem Umfang. Die eingesetzten Geräte wie Anlagen werden von der Hochschule Offenburg für die Forschungsarbeiten bereitgestellt. Dies gilt auch für den größten Teil der Arbeitsplätze der hauptamtlichen IAF-Mitarbeiter. Das IAF ist im April 2008 in die neuen Räume des auf dem Hochschulgelände stehenden Gebäudes „Steinbeis“ eingezogen. Damit stehen ein größerer Verfügungsraum, Arbeitsplätze für Mitarbeiter und das Sekretariat nun in geschlossener Form zur Verfügung. Sinn dieser Maßnahme ist die administrative und operative Einheit des Instituts hier zusammenzufassen mit

der Möglichkeit zur zukünftigen räumlichen Expansion. Damit sind die Wachstumsprobleme und Limitationen der Räumlichkeiten der vorangegangenen Jahre zunächst beseitigt.

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

Das IAF hatte in 2008

**Drittmittel in Höhe von 810.217,08 Euro**

zur Verfügung, wobei 156073,14€ noch aus dem Vorjahr übertragen wurden. Als

Drittmittel werden hier nur Einnahmen verstanden, die tatsächlich von außerhalb der Hochschule dem IAF zugeflossen sind. Weiterhin sind die Mittel, die die Hochschule in Projekten der Vorlaufphase, wenn auch in kleinem Umfang, zuschießt und die durch Bereitstellung von Arbeitsleistung (Stellen) ebenfalls zum Erfolg beitragen, nicht eingerechnet.

Im Vergleich zum Vorjahr sind die Drittmittel (Abb. 3 und 4) deutlich gestiegen. Sie setzen sich zusammen aus 83149,92 Euro Landesanteil zuzüglich Basisfinanzierung von 53.200 Euro. Zusammen sind das 10 % der Einnahmen 2008, der Anteil am (gestiegenen) Gesamtumsatz ist damit leicht gefallen, obwohl die absolute Summe in etwa gehalten werden konnte.

**Einnahmen 2008 (Bilanzsumme 1.485.854,97 €)**

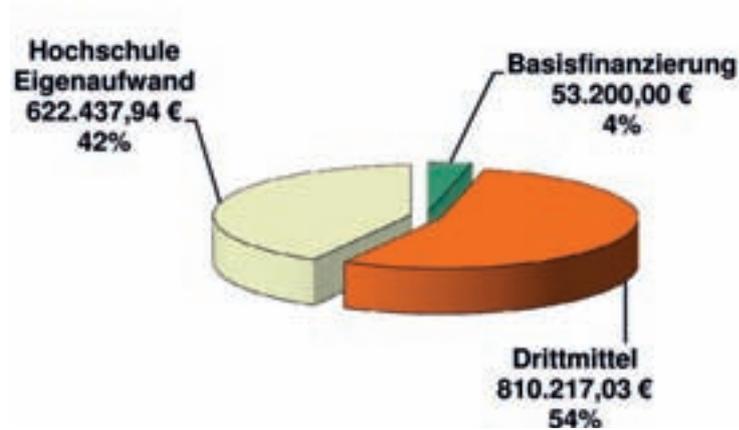


Abb. 5: Zusammensetzung der Einnahmen des Instituts für Angewandte Forschung

**Ausgaben 2008 (Bilanzsumme 1.485.854,97€)**

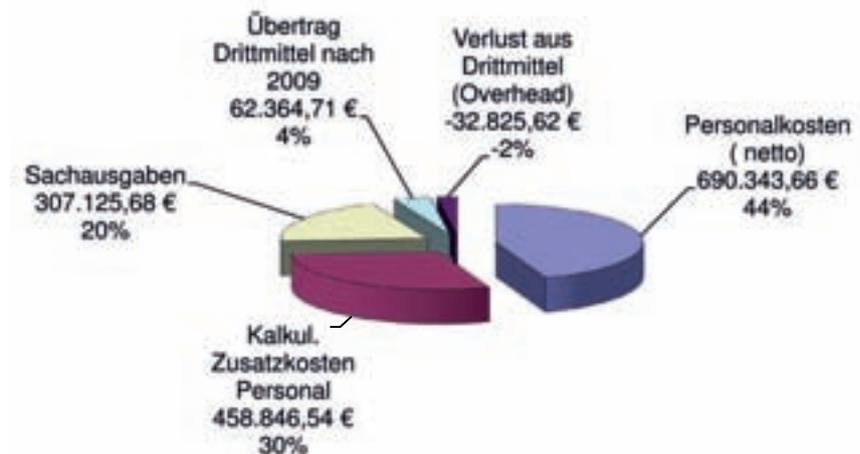


Abb. 6: Ausgaben des Instituts für Angewandte Forschung Offenburg im Jahr 2008

Der größte Teil der Einnahmen stammt aus Bundesmitteln. Er ist um 390.780,92 Euro entsprechend 26 % zurückgegangen, da mehrere Großprojekte (UNDAM und Screen Nano) ausliefen. Neue Projekte insbesondere im Umweltbereich füllen diese Lücke nur zum Teil. Hier ist der Weggang eines erfahrenen Kollegen zurück in die Wirtschaft unmittelbar spürbar geworden.

Die Einnahmen aus direkten Industrieaufträgen von immerhin 147.887,30 Euro konnten erneut signifikant gesteigert werden. Hier ist besonders erfreulich, dass diese Einnahmen sich auf eine ganze Anzahl von Kollegen verteilen, die damit ihren Einstieg in die Industriekooperation gefunden haben. Natürlich trägt auch die gute Konjunktur im Technologiebereich dazu bei.

Aus 2007 wurden Drittmittel in Höhe von 156.043,17 Euro übertragen. Diese teilen sich im Verhältnis auf öffentlich geförderte Projekte und Industrieprojekte auf. Hierbei handelt es sich um im Vorjahr eingenommene Mittel, die noch nicht durch Forschungsleistung, im Wesentlichen Personalkosten, abgedeckt sind. In gleicher Weise werden auch erneut Drittmittel im Umfang von 62.364,71 Euro nach 2009 übertragen, siehe Abb. 6. Der große Bundesanteil kommt durch die Großprojekte zustande wie SOLARTHERMIE-2000, UPAK, JAFFA und andere beteiligten Partner und spiegelt damit auch die aktuelle Situation auf dem Forschungsmarkt wider, wo größere Projektsummen eigentlich nur in Bundesprojekten eingeworben werden können. Diese Projekte sind nahezu alle Kooperationsprojekte mit mehreren Partnern und werden thematisch von den Partnern definiert. Demgegenüber sind die im Umfang geringeren Landesprojekte für das IAF interessant, da hier eigene Themen und Interessensgebiete bearbeitet werden können und somit eine Fortschreibung der eigentlichen Forschungskompetenz ermöglichen. Nach Auslauf der Förderung für die ZaFH-Zentren ZaFH.net und ZeMIS werden diese inhaltlich weitergeführt und die Kooperation gepflegt. Im Folgeprogramm konnte ein weiteres ZaFH-Zentrum auf dem Gebiet der Opto-Elektronik PHOTON akquiriert werden, hier sind in 2008 jedoch nur Mittel in geringem Umfang abgeflossen, da ein geeigneter Mitarbeiter erst im letzten Quartal eingestellt werden konnte.

Die Einnahmesituation (Abb. 5) zeigt, dass der Drittmittelanteil des IAF-Aufwands mit 54 % deutlich über die Hälfte der Kosten des IAFs deckt. 42 %, also über ein Drittel, beträgt der Hochschuleigenaufwand, die Basisfinanzierung durch das Land ist auf nur 4 % zurückgegangen. Die ausgebliebenen Mittel wurden also zum allergrößten Teil durch Ausgleich aus dem Hochschuletat aufgefangen.

Der Hochschuleigenaufwand beträgt mit 622.437,84 Euro ca. 42 %, wobei hier die Arbeitsplatzkosten einkalkuliert sind. Die Hochschule stellte dem Institut aus Eigenmitteln (Abb. 7) etwa 75.000 Euro als zentrale Mittel zur Verfügung, um den Rückgang der Basisfinanzierung zu kompensieren. Hier sind auch die Mittel für den Forschungsordinator enthalten, der seit Februar 2008 das IAF Team ergänzt. In die Einnahmen sind auch mit 103.525,43€ die äquivalenten Deputatsbeiträge von zwölf forschungsaktiven Professoren eingerechnet.

Bei den Ausgaben (Abb. 6) überwiegen wie auch in den Vorjahren die Personalkosten mit nahezu 74 %. Auf die Investitionen wurde schon zuvor eingegangen. Die übrigen Sachausgaben von 307.125,68 Euro betreffen Projektausgaben, wobei sich auch hier der Umfang aus Verrechnungspositionen, hinter denen zum Teil Personalausgaben stehen (Tutoren), erklärt. Der Übertrag an Restmitteln für 2009 mit 62.364,71 Euro wird die kontinuierliche Arbeit im nächsten Jahr stützen. Eine Feinanalyse der Ausgaben ergab ein Defizit von 32.825,62 Euro, das letztlich aus den in den vergangenen Jahren akkumulierten Defiziten in Projekten stammt und in dieser Form im vergangenen Jahr noch nicht ausgewiesen wurde. Ein Grund hierfür sind die immer weiter steigenden Vorfinanzierungskosten, die in 2008 inzwischen auf 190.907,82 Euro angestiegen sind. Hierunter verbergen sich Projekte, in denen die Hochschule in Vorleistung treten muss, also noch keine Endabrechnung vorliegt, noch keine Rechnung gestellt werden konnte oder der Auftraggeber noch nicht bezahlt hat. So hängt trotz Abrechnung immer noch ein von der EU zu erstattende Betrag von 19.740,10 € (RHENAPHOTONICS). Weiterhin muss bei ProInno-Projekten regelmäßig vorfinanziert werden. Bei diesem Programm kommt es zudem von

den Bedingungen her zu einem strukturellen Defizit, da die Personalkosten durch die Förderung nur zu etwa 90 % gedeckt werden (es wird z.B. nicht der Urlaub des Mitarbeiters bezahlt), was z.B. allein im Projekt DYNATEMP zu einem systematischen Defizit von 20.176,77 Euro geführt hat. Diese Kosten sind letztlich von der Hochschule zu tragen. Eigentlich sollte man an solcherart finanzierten Projekten nicht mehr mitarbeiten. Aus ähnlichen Situationen ist inzwischen ein strukturelles Defizit von 48.893,20 € aufgelaufen, was derzeit aber noch nicht buchungsrelevant realisiert wurde. Zwar sind diese Defizite durch die oben erwähnten Einnahmen buchungsmäßig gedeckt, die dabei auftretende Quersubvention widerspricht aber jeder Logik, insbesondere wenn die handelnden Bereiche und Personen nicht identisch sind.

Die Ausgaben setzen sich zusammen aus den Personalnettokosten und kalkulatorischen Zusatzkosten von in diesem Jahr 35 % der Personalkosten, was ein vergleichsweise günstiger Wert für Overheadkosten ist. Da wir an die VWV gebunden sind, die erst durch eine Vollkostenkalkulation in den nächsten Jahren abgelöst werden soll, sind die damit vom Institut für den Forschungs- und Entwicklungsmarkt angebotenen Kosten konkurrenzlos günstig. Auch dies ist eine Erklärung für den signifikanten Anstieg der Industrieaufträge. Allerdings ist ein beliebiges Anwachsen dieser Umsätze aus Kapazitätsgründen nicht möglich (auch im IAF sind die Ingenieure knapp geworden), und es ist auch nicht beabsichtigt, in die direkte Konkurrenz zu etablierten Forschungs- und Entwicklungsfirmen zu treten.

Den überwiegenden Teil der eingesetzten Hochschulmittel bilden die kalkulatorischen Arbeitsplatzkosten, auf die schon eingegangen wurde. Als Substanz werden von der Hochschule neben einer halben Verwaltungskraft nur der Forschungsordinator und ein Äquivalent von etwa 2 wissenschaftlichen Mitarbeitern eingebracht. Die restlichen Mittel verteilen sich auf Deputate und einen Sachkostenbeitrag, der neben allgemeinen Verwaltungs-, Werbungs-, Messe- und sonstigen Kosten hauptsächlich für Tutoren aufgebracht wird. Damit werden bisher praktisch keine Mittel und Personen aus dem Studiengährenauf-

kommen hier eingesetzt, obgleich im IAF zahlreiche Lehraufgaben und Betreuungsleistungen erbracht werden. Der Anteil für sogenannte „Freie Entwicklung“, beträgt damit gerade mal 5 % des Gesamtumsatzes und ist damit signifikant zu wenig.

Bei den meisten im IAF durchgeführten Projekten handelt es sich um Großprojekte mit öffentlicher Förderung. Daneben gibt es Kleinprojekte, die nur auf einer schmalen Finanzierung fußen und wo Mitarbeiter nur zuarbeiten. Die Forschungsleitung muss durch den Kollegen selbst erbracht werden. Die Finanzierung erfolgt über allgemeine IAF-Mittel, Sponsoren- oder sogar Preisgelder wie sie z. B. im Rahmen des Projekts „Schluckspecht“ in 2008 herein kamen. Auch mit solchen kleinen Mitteln können bei großem Idealismus aller Beteiligten große Ziele erfolgt werden. Hier sei an die mehrfach prämierte Entwicklung des Ökofahrzeugs und die damit verbundene Technologie erinnert. Allerdings sollte das nicht zur Regel werden und ist wohl auf attraktive Themen beschränkt.

Im IAF sind derzeit 35 Mitarbeiter angestellt, allerdings teilweise in Halbtagsstellen, wobei das einem Vollzeitäquivalent von etwa 19 Personen entspricht. Die Halbtagsstellen sind zum Teil mit Doktoranden und neuerdings mit Master-Studenten besetzt, die ihr Studium absolvieren. Auch wenn hier nur mit „halber Kraft“ geforscht werden kann, können mit dieser Finanzierung exzellente Personen für die Tätigkeit am Institut gewonnen werden. Gleichzeitig ermöglicht die halbe Stelle den Studenten eine gewisse Selbstständigkeit und ein Einkommen, durch das erst das Master-Studium finanziert werden kann. Bei über der Hälfte der Betroffenen handelt es sich um Studenten aus fernen Ländern, was die Forschungsaktivität international gestaltet. Diese Internationalisierung hat auch zu einem deutlichen Anwachsen der Vorträge auf internationalen Konferenzen und von Veröffentlichungen geführt, wodurch die Hochschule insgesamt an Sichtbarkeit gewonnen hat.

Am Institut für Angewandte Forschung läuft derzeit eine kooperative Promotion mit der Universität Karlsruhe im Schwerpunkt System- und Regelungstechnik.

Eine weitere Promotion wurde im Schwerpunkt physikalische Sensorik 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 „Kärnerarbeit“ durchgeführt, wobei sich hier Lehre und selbstständige Tätigkeit ergänzen. Hierfür ist allerdings ein erheblicher Umfang an Betreuung erforderlich, der von etablierten Assistenten und Mitarbeitern zu leisten ist. In diesem sogenannten Mittelbau wird das Defizit an festen Stellen, die allein die Kontinuität im personellen wie auch inhaltlichen Bereich sicherstellen können, immer schmerzhafter. Durch die hohe Personalfuktuation und Fraktalisierung der Personalstellen ist das sinnvolle Führen von Studenten sehr viel schwieriger geworden. Es wäre deshalb eine wesentliche Verbesserung, wenn in jedem Kompetenzbereich des IAFs wenigstens ein von der Basisfinanzierung getragener, nicht in Projekte gebundener Mitarbeiter zur Verfügung stehen würde. Das würde eine Steigerung der Grundfinanzierung auf etwa 20 % von bisher bestehenden 4 % Umsatzanteil bedeuten. Damit wären noch nicht die Zahlen erreicht, wie sie im sonstigen Umfeld öffentlich geförderter Institute anzutreffen sind. Eine 96%-Finanzierung aus laufenden kurzfristigen Projektmitteln kann auf die Dauer nicht stabil sein. Der Anteil der Arbeiten am Institut, die unmittelbar lehr- und ausbildungsbezogen sind, ist letztlich vom Staat zu tragen. Das gebietet insbesondere die Fairness, wenn Evaluationen und Vergleiche mit anderen öffentlichen Forschungseinrichtungen angestellt werden, unter anderen auch mit den Universitäten. Nicht zuletzt ist auf die hohe Lehrbelastung der Professoren mit 18 Deputatsstunden hinzuweisen.

Mit der Gewinnung neuer Kollegen im Institut für Angewandte Forschung konnten die Forschungsaktivitäten insgesamt auf eine breitere Basis gestellt werden. Dies schlug sich 2008 noch nicht merklich im Umsatz nieder, jedoch wurden zahlreiche Anträge gestellt, von denen

einige erfolgreich im nächsten Jahr bearbeitet werden sollen. Damit hat sich erfreulicherweise die Basis von kompetenten forschungsaktiven Clustern in Offenburg verbreitert, so dass eine positive Entwicklung in den nächsten Jahren vorgezeichnet ist.

### Einbettung in die Forschungslandschaft der Hochschule Offenburg

Es ist schwierig, wirklich alle an der Hochschule Offenburg durchgeführten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten vollständig zu erfassen. Der vorliegende Bericht beschreibt geschätzte 80 % dieser Aktivitäten, wobei die in den Steinbeis-Transferzentren durchgeführten Arbeiten hier nicht aufgeführt werden. Im Umkreis der Hochschule bestehen vier Zentren, die als selbstständige FuE-Einheiten operieren und mit der Hochschule nur durch Personalunion der Leiter verbunden sind. Auf diese Zentren, die mit dem IAF lose zusammenarbeiten und sich auf die eigentliche auftragsbezogene Industrieentwicklung konzentrieren, sei hiermit hingewiesen. Adressen und Ansprechpartner dieser Zentren sind im Internet zu finden. Bei der Bewertung der gesamten Forschungs- und Entwicklungsleistung der Hochschule Offenburg sind diese Transferzentren mit einzubeziehen.

Zu weiteren Informationen sei auf die Website des IAF

[www.iaf.fh-offenburg.de](http://www.iaf.fh-offenburg.de)

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

### Energie-, Umwelt- und Reinraumtechnik

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

### Technische Beratung

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

### System- und Regelungstechnik

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

### Messtechnik und Verfahrenstechnik

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



Steinbeis-Transferzentren an der Hochschule Offenburg

# Mitteilungen zu durchgeführten Forschungsarbeiten

Im Folgenden werden die im Jahr 2008 durchgeführten Forschungsvorhaben inhaltlich kurz angerissen. Die Projekte sind in der nachstehenden Tabelle nach Fachgebieten/Schwerpunkten sortiert, die Förderkategorie kann der Eintragung entnommen werden. Die Zuordnung kann im Einzelfall bei mehreren Förderquellen schwierig sein. Es werden im Wesentlichen drei Kategorien unterschieden:

## **Projekte aus Mitteln öffentlicher Förderer (A)**

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

sammenhang 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 (B)**

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

## **Industrieprojekte (C)**

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

## **Projekte aus Hochschuleigenmitteln (D)**

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

# Projektübersicht

Nr.	Projektthema	Kategorie	Projektleiter
<b>1.</b>	<b>System- und Regelungstechnik</b>		
1.1	BioPower	B	Prof. Dr. Jansen Prof. Dr. Spangenberg
1.2	Elektronische Pille (ePille®)	D	Prof. Dr. Jansen
1.3	SIRIUS, Der Prozessorkern des ASIC-Design-Centers Offenburg	D	Prof. Dr. Jansen
1.4	SEAGsense, Ein RFID-TAG zur Erfassung und Überwachung von Temperaturprofilen	C	Prof. Dr. Jansen
1.5	Implementation of an Online Feedback-Path-Modelling Active Noise Control System	D	Prof. Dr. Reich
1.6	Model Matching Approach in RF Power Amplifier Linearization	D	Prof. Dr. Schüssele
1.7	Hybridantriebe in der Formel 1	C	Prof. Dr. Nuß
1.8	Schluckspecht City: Ästhetik versus Aerodynamik – ein erfolgreicher Spagat	D	Prof. Dr. Hochberg
1.9	YAFFA (Yeast Analysis by Field Flow Fraction) Analyse und online Monitoring von Hefezellen durch Feldflussfraktionierung	A	Prof. Dr. Hochberg
1.10	A TIS-B Server for Air Traffic Control	C	Prof. Dr. Mayer
1.11	magmaOffenburg qualifiziert sich für RoboCup WM	D	Prof. Dr. Dorer
<b>2.</b>	<b>Physikalische Sensorik</b>		
2.1	A solution for short-reach multimode fibre connections with non-ideal offset connectors using a tolerant launching scheme	D	Prof. Dr. Lieber
2.2	Holographische Verfahren	A	Prof. Dr. Schröder
2.3	Autonomer Hubschrauber fliegt	D	Prof. Dr. Schröder
2.4	Analyse der Übertragungsqualität in Funksystemen mit Antennendiversität	C	Prof. Dr. Felhauer
<b>3.</b>	<b>Verfahrenstechnik</b>		
3.1	Up-Conversion Multiplex Diagnostic Assays (UNDAM)	A	Prof. Dr. Lorenz
3.2	Strukturanalyse und Optimierung eines kranlosen Montagesystems für Offshore Windenergieanlagen	C	Prof. Dr. Kachel
3.3	Numerical and experimental analysis on flow behaviour and energy separation in a commercial Ranque-Hilsch vortex tube	D	Prof. Dr. Bühler
3.4	Untersuchungen zum Einfluss der Biomassekonzentration auf die Leistung einer mikrobiellen Brennstoffzelle	C	Dr. Wilke Prof. Dr. Zell
3.5	A new method for the quantification of Melamine in milk by Absorption Diode Array Thin-Layer Chromatography	C	Prof. Dr. Spangenberg
3.6	Internationales Forschungsmarketing der Forschungsgruppe NET Nachhaltige Energietechnik in Nordamerika	A	Prof. Bollin
3.7	Natürliche Gebäudeklimatisierung – Potenziale für den Klimaschutz	A	Prof. Bollin
3.8	A high accurate numerical solution for the conductive heat transport in a circular cylinder with applications in automotive transportation and aerospace applications	D	Prof. Dr. Curticapean
3.9	Live aus Nogaro – Internet-Berichterstattung mit positiver Öffentlichkeitsresonanz	D	Prof. Dr. Curticapean
3.10	Non-Esterified Plant Oils as Fuel-Engine Characteristics, Emissions and Mutagenic Effects of Particulate Matter	C	Prof. Dr. Zahoransky
3.11	Hybrid Drive Systems for Industrial Application	C	Prof. Dr. Zahoransky
<b>4.</b>	<b>Medien</b>		
4.1	3D Mobile Virtual Reality Simulations and Animations using Common Modern Displays	D	Prof. Dr. Christ
4.2	„Natural Sound“: Von der Bioakustik zur Biophonie	C	Prof. Dr. Werner
4.3	Blended Learning: Informatik-Lehre an der Hochschule Offenburg	D	Prof. Dr. Schmidt Prof. Dr. Sängler
4.4	Geothermie kompakt – online lernen	D	Prof. Dr. Doherr
<b>5.</b>	<b>Betriebswirtschaft</b>		
5.1	Das situative Interview als Instrument der Personalauswahl	C	Prof. Dr. Weuster
5.2	Tele 5, Eye-Tracking Research Project	C	Prof. Dr. Rohbock
5.3	Medienwirtschaft: Bedeutung einer Disziplin angesichts der weltweiten Finanzkrise	C	Prof. Dr. Breyer-Mayländer

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

**Prof. Dr.-Ing. Dirk Jansen**

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

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

**1948:** Geboren in Wuppertal  
**1967:** Nach dem Abitur Studium der Elektrotechnik an der TH Darmstadt zum Diplom-Ingenieur  
**1972:** Wissenschaftlicher Mitarbeiter von Prof. Ramsayer im Institut für Flugnavigation der Universität Stuttgart  
**1978–1986:** Industrietätigkeit beim Bodenseewerk Gerätetechnik GmbH  
**Seit 1986:** Professur an der Hochschule Offenburg; Reorganisation der Laboratorien Bauteile der Elektrotechnik, Optoelektronik, SMD-Technik und Schaltungstechnik, ASIC Design Center 1989  
**Seit 1995:** Leiter des Instituts für Angewandte Forschung der Hochschule Offenburg, Mitglied in den Senatsausschüssen EDV und Forschung. Sprecher der Multi Project Chip-Gruppe (MPC) der Hochschulen Baden-Württembergs, Member IEEE, VDE, europractice



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

## 1.1 BioPower

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

Das Projekt BioPower ist eine Kooperation des Instituts für Angewandte Forschung (IAF) der Hochschule Offenburg mit dem Institut für Mikrosystemtechnik (IMTEK) der Universität Freiburg.

Es handelt sich um den Versuch, die im Körper vorhandenen Energiequellen sozusagen direkt anzupfen, um sie für technische Zwecke zu nutzen. Von den vielen bestehenden Möglichkeiten konzentriert sich die Forschung hier auf die Nutzung der Glukose im Blut, die auch sonst als Energieträger zur Versorgung der Zellen im Körper dient.

Die Idee der Direkt-Glukose-Brennstoffzelle (DGFC) wurde schon früher versucht, war aber aufgrund der damals nicht verfügbaren Technologien nicht erfolgreich. An der Universität Freiburg wird in der Dissertation von Herrn Kerzenmacher, einem ehemaligen Absolventen der Hochschule Offenburg, eine solche DGFC-Zelle entwickelt, Abbildung 1.1-1 Die erzeugbaren Energiemengen sind allerdings gering, sie sollen jedoch ausreichen, um z. B. Herzschrittmacher, Implantate und Ähnliches auf Dauer zu versorgen.

Im Jahr 2008 konnte diese Entwicklung erfolgreich mit der Demonstration eines von einer Glukosebrennstoffzelle betrie-

benen Herzschrittmachers abgeschlossen werden [1], Abbildung 1.1-2.

Die Aufgabe der Hochschule Offenburg in diesem Projekt war die Entwicklung eines DC/DC-Wandlers, der mit den extrem niedrigen Betriebsspannungen der Brennstoffzelle von 0,2 – 0,5 V zurechtkommt und daraus für den Schrittmacher die erforderlichen 3 V generiert. Hierbei kommt es auf den Wirkungsgrad an, denn jedes Prozent höherer Wirkungsgrad ermöglicht, die zur Abgabe einer vorgegebenen Leistung an der Last erforderliche primäre Fläche der Brennstoffzelle zu verkleinern.

Bei dem entwickelten Design war ein weiterer Schwierigkeitsgrad, und zwar die extrem niedrige Stromstärke von wenigen Mikroampere zu berücksichtigen. Kommerzielle Wandler mit diesen Eigenschaften sind derzeit nicht auf dem Markt, zu exotisch sind die Spezifikationen. Damit wären nur Wirkungsgrade im 10-%-Bereich erzielbar gewesen, soweit sie bei 0.2V Eingangsspannung überhaupt arbeiten. Eine Eigenentwicklung war deshalb notwendig, mit der konnte schließlich ein Wirkungsgrad von ca. 60 % realisiert werden, wobei auf ein sehr altes, aber immer noch aktuelles Konzept des Sperrwandlers zu-

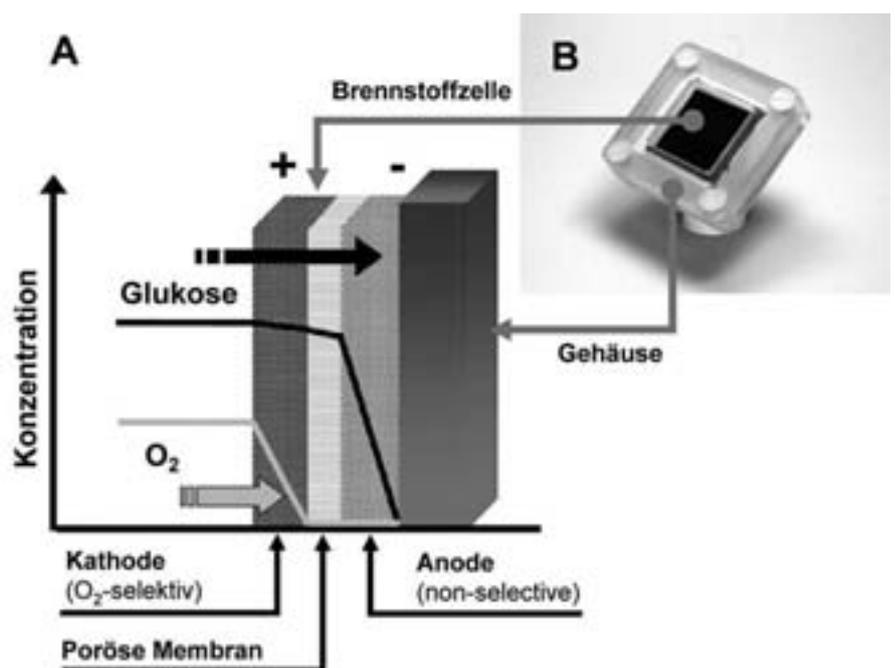


Abb. 1.1-1: zeigt den prinzipiellen Aufbau der Glukosebrennstoffzelle

rückgegriffen wurde [2]. Der Wandler ist auch für weitere „Energy Harvesting“ Applikationen von Interesse. Über die Ergebnisse wurden auf der Internationalen Konferenz „PowerMEMS“ in Japan berichtet [1].

Eine weitere Aufgabe der Hochschule Offenburg bestand in der Analyse der Beiprodukte, die während des Betriebs der Zelle entstehen. Als Trenn- und Messmethode wird die Dünnschichtchromatographie eingesetzt.

Die bei der elektrochemischen Oxidation von Glukose an selbsttragenden Platin-Raney Elektroden entstehende Reaktionsprodukte wurden im Labor für Analysetechnik (Prof. Dr. Spangenberg) untersucht. Weiterhin wurde die Freisetzung metallischer Elektrodenbestandteile während des Betriebs quantifiziert. Dazu wurden zahlreiche Glukoseproben aus DGFC-Zellen nach unterschiedlichen Betriebszeiten entnommen und analysiert, Abbildung 1.1-3.

Die Untersuchung der Metallfreisetzung erfolgte auf die Metalle Platin, Bismuth, Zink und Aluminium. Insbesondere die Analyse der Metallfreisetzung im Elektrodenbetrieb liefert vielversprechende Ergebnisse. Lediglich eine geringe Freisetzung von Zink in der Größenordnung von 20 µg/l, die deutlich unter der typischen Normalkonzentration im menschlichen Serum von 6,5 mg/l liegt, wurde festgestellt, ist jedoch physiologisch völlig unbedenklich. Eine Freisetzung von Aluminium, Platin oder Bismuth findet praktisch nicht statt, sodass bei der Biokompatibilität der Brennstoffzelle gute Ergebnisse erzielt werden konnten. Hierüber wird in einer Publikation 2009 im Detail berichtet werden.

Die Dissertation von H. M.Sc. Kerzenmacher wurde mit diesen Ergebnissen erfolgreich beendet; der Dissertationschrift können weitere Detailergebnisse entnommen werden. Das im Rahmen eines Innovativen Projektes vom Land Baden-Württemberg geförderte Projekt ist damit erfolgreich abgeschlossen.

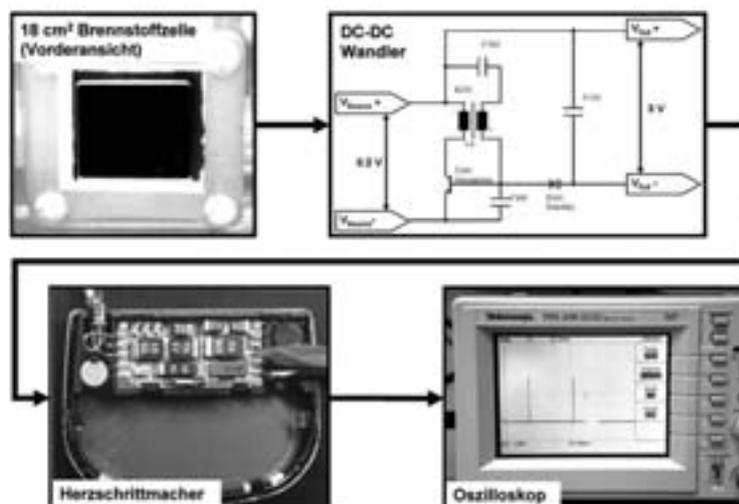


Abb. 1.1-2: Ein Herzschrittmacher wird von der 18-cm<sup>2</sup>-DGFC-Zelle über den PC/DC-Wandler direkt versorgt

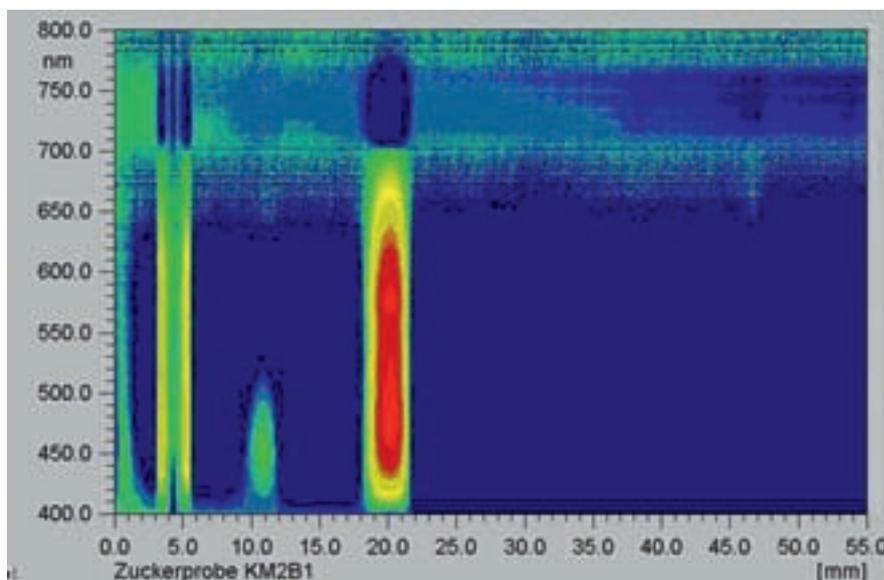


Abb. 1.1-3: Nachweis von Reaktionsprodukten beim Betrieb der DGFC mit Hilfe der Dünnschichtchromatographien

### Referenzen

- [1] Kerzenmacher S., Zehnle S., Volk T., Jansen D., von Stetten F. Zengerle R.: An efficient low-power DC-DC converter enables operation of a cardiac pacemaker by an integrated glucose fuel cell, Proceedings of PowerMEMS 2008 + micro-EMS2008, Sendai, Japan, 9<sup>th</sup>-12<sup>th</sup> November 2008
- [2] Santic A., Neumann M. R.: A low input voltage DC-DC converter for implanted electronic circuits, Journal of bioengineering, Sept. 1977

## 1.2 Elektronische Pille (ePille®)

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

Das Institut für Angewandte Forschung (IAF) der Hochschule Offenburg ist seit mehr als 3 Jahren an der Entwicklung einer elektronischen Pille engagiert, die die bisher übliche chemische Freisetzung von Medikamenten im Darm durch eine gesteuerte, über Telemetrie ausgelöste Freisetzung ersetzen soll. Damit lassen sich Therapien durchführen und Medikamente verwenden, die in der klassischen Form nicht möglich sind.

Über die technischen Entwicklungen und Konzepte wurde im Forschungsbericht 2008 des letzten Jahres schon ausführlich berichtet. Unsere Entwicklung hat weltweit für Aufmerksamkeit gesorgt und es konnten Vorträge auf internationalen Konferenzen platziert werden. Mehrere Interviews u.a. bei dpa und im SWR sowie bei TV-Südbaden fanden auch ein Echo in der deutschen Presse. Hier soll kurz über den Fortgang der Entwicklung berichtet werden.

Die Arbeiten im letzten Jahr konzentrierten sich im Wesentlichen auf die Verifikation der Elektronikentwicklung, insbesondere des am Institut entwickelten ASIC-Bausteins (Abbildung 1.2-2). Bei diesem Baustein konnten alle Funktionen nachgewiesen werden, insbesondere die spezielle auf medizinische Anwendung optimierte Low-Frequency-Telemetrie, die auch Inhalt der Dissertation des beteiligten Mitarbeiters M.Sc. Nidal Fawaz ist.

Der Chip soll außer in der ePille auch noch in weiteren medizinischen Applikationen, insbesondere angedachten Implantatanwendungen eingesetzt werden. Insofern stellt er den Nucleus dar für weitere Projektakquisitionen im Bereich der Medizintechnik.

Weitere Arbeiten entfielen auf die praktische Umsetzung des Ventilkonzepts, an das in Bezug auf Zuverlässigkeit, Miniaturisierung und vor allem kostengünstige Fertigung besondere Anforderungen gestellt werden. Die Pille hat nur eine Chance zur breiten Anwendung auf dem



Abb. 1.2-1: CAD 3D-Bild der Pille einschließlich des hier transparent dargestellten Medikamentenbehälters

medizintechnischen Markt, wenn die Fertigungskosten in der Größenordnung von 1 bis 2 Euro (in großer Serie) gehalten werden können. Das setzt insbesondere ein entsprechendes Design der Ventilbaugruppe voraus. Abbildung 1.2-1 zeigt ein CAD 3D-Bild der Pille einschließlich des hier transparent dargestellten Medikamentenbehälters, einer Patrone, die auf die eigentliche Ventilbaugruppe aufgesteckt wird. Die Details des Ventils haben inzwischen zu 2 Patentanmeldungen in 2008 geführt. Einzelheiten können noch nicht dargestellt werden. Elektronik (ASIC), zusammen mit einer kostengünstig fertigmachen Ventilbaugruppe, sind Schlüssel zu einem wirtschaftlichen Erfolg des Projekts.

Zur Untersuchung der Marktfähigkeit der ePille, der potenziellen Einsatzgebiete und Therapien wurden umfangreiche Gespräche mit der Universitätsklinik Freiburg geführt. Dabei wurde klar, dass es noch ein weiter Weg ist von einem fertig funktionierenden Gerät bis zu einer zugelassenen medizinischen Anwendung. Hier müssen noch zahlreiche medizinische Studien, wissenschaftliche Bewertungen, letztlich auch Tierversuche durchgeführt werden.

Trotzdem ist das Thema derzeit sehr aktuell, wie die Veröffentlichung einer ähnlichen Entwicklung durch die Firma Philips Medical (Name: iPille) beweist.

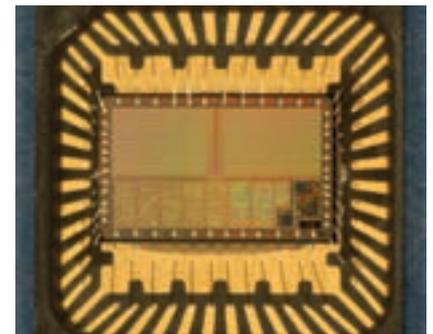


Abb. 1.2-2: ASIC-Baustein

Eine solche Technologie liegt also derzeit in der Luft. Weitere Entwicklungen gibt es in Japan und den USA. Die damit in der ganzen Welt stattfindenden Studien werden mithelfen, dass auch unsere Entwicklung ePille ein Erfolg wird.

### Referenzen

- [1] Jansen D., Fawaz N.: Fernsehbeitrag zum Projekt ePille im Sender TV-Südbaden, 13. Februar 2009
- [2] Jansen D., Fawaz N.: Fernsehbeitrag zum Projekt ePille im Sender SWR, 28. November 2008
- [3] Jansen D., Fawaz N., Durrenberger M., Bau D.: „Elektronische Pille (ePille®)“, Horizonte, Vol. 32, S. 28–30, ISSN: 1432-9174, Mannheim, Juli 2008

- [4] Fawaz N., Jansen D.: "A new platform of an electronic pill with bidirectional communication system for miniaturized and low power biomedical application", Hochschule Ulm, 20 Jahre Multi-Chip-Projekt-Gruppe (MPC), S. 272–276, ISBN 978-3-9810998-1-2, Workshop in Konstanz, Juli 2008
- [5] Fawaz N., Jansen D.: "A SoC Electronic Pill (ePille®) with 32 bit SIRIUS Processor and Bidirectional Communication System used for Biomedical Telemetry Applications", International Conference on Information & Communication Technologies: from Theory to Applications – ICTTA'08, IEEE Communication Society, Syria (Accepted), April 2008
- [6] Fawaz N.: "Biomedical Telemetry Application of an Electronic Capsule with Enhanced Performance", Seminar at University Karlsruhe, April 2008
- [7] Jansen D., Fawaz N., Durrenberger M., Bau D.: "A Small High Performance Microprocessor Core SIRIUS For Embedded Low Power Designs, Demonstrated in a Medical Mass Application Of an Electronic Pill (ePille®)", Embedded System Design Topic, Techniques and Trends, ISBN 978-0-387-72257-3, p. 363–372, California, USA, June 2007
- [8] Fawaz N., Jansen D.: "An Electronic Pill (ePille®) for Drug Delivery with Bidirectional Communication System used for e-medical Application inside the Body", International Conference for e-medical Systems, ISBN 9954-8905-0-5, p. 15–20, Morocco, October 2007
- [9] Fawaz N., Jansen D.: "A new platform of an electronic pill with bidirectional communication system for miniaturized and low power biomedical application", MPC-Workshop, Vol. 38, p. 45–49, ISSN 1862-7102, Ulm, Germany, February 2007
- [10] Fawaz N., Jansen D.: "A new miniaturized Electronic Pill (ePille®) for mass medical application with bidirectional communication system", MikroSystemTechnik Kongress, Proceedings of MST 2007, ISBN 978-3-8007-3061-2, p. 723–726, Dresden, Germany, 2007
- [11] Fawaz N., Jansen D.: "A developed platform of smart electronic pill (ePille®) using near field bidirectional communication system for biomedical telemetry application with drug delivery system", Proceedings of Biomedical Engineering / Biomedizinische Technik BMT, Vol. 52, ISSN 0939-4990, Aachen, Germany, October 2007
- [12] Fawaz N.: "Biomedical Telemetry Application of an electronic Capsule with enhanced Performance", Design, Automation and Test in Europe DATE Conference, Proceedings of DATE/EDAA, ISBN 978-3-9810801-2-4, Nice, France, April 2007
- [13] Acher- und Bühler Bote: „Mini-U-Boot“ zum Schlucken – Mit elektronischer Pille Wirkstoffabgabe im Körper steuerbar“, 23. Dezember 2008
- [14] Staatsanzeiger Baden-Württemberg: „Die elektronische Pille ist wie ein ‚Mini-U-Boot‘ im menschlichen Körper“, 28. November 2008
- [15] Südwest Presse: „Pille reagiert auf Kommando – Medikamente sollen Wirkstoffe nur noch nach Bedarf im Körper abgeben“, 18. November 2008
- [16] Welt Online: „Elektronische Pille Erfunden“ – Pharmazie, 17. November 2008
- [17] Badische Zeitung: „Mini-U-Boot mit Medizin an Bord – Offenburger Forscher erfinden elektronische Pille, die Arzneimittel gezielt im Körper abgeben kann“, 14. November 2008

### 1.3 SIRIUS, Der Prozessorkern des ASIC-Design-Centers Offenburg

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

ASIC-Bausteine enthalten heute für die Umsetzung von programmierbaren Funktionen sogenannte Prozessorkerne, die in einer Entwurfssprache wie VHDL oder Verilog beschrieben und mit Synthesetools auf eine gewünschte Zieltechnologie abgebildet werden können. An der Hochschule Offenburg wurde in den letzten Jahren der Prozessorkern SIRIUS entworfen [1] und inzwischen so weit ausgereift, dass er in unterschiedlichen Projekten erfolgreich implementiert werden kann. In der Zieltechnologie AMI 0,35 ist er z.B. in dem ePillen-Chip enthalten. Als Softcore kann er auch mit gleicher Funktionalität in einem FPGA implementiert werden.

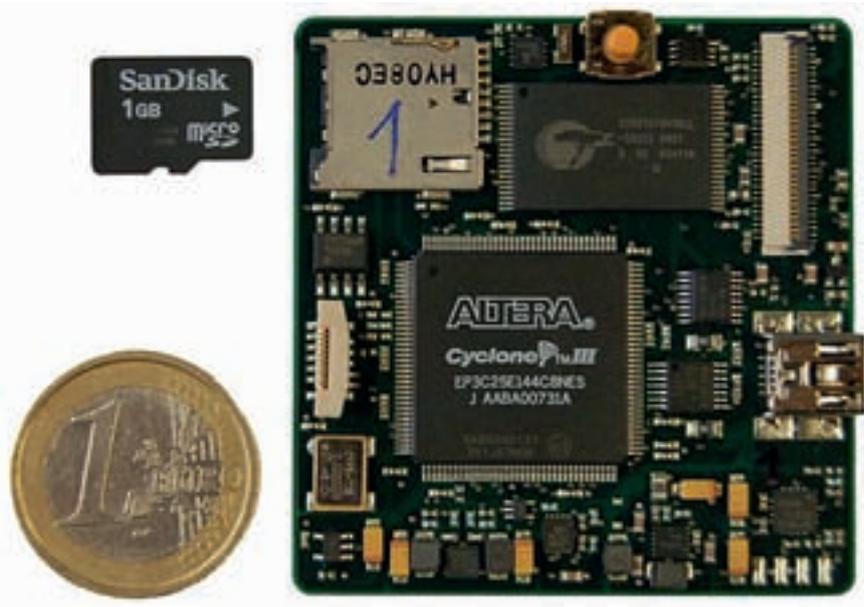
Zur Demonstration der Leistungsfähigkeit des Kerns wurde in 2008 ein Personal-Digital-Assistent PDA entwickelt, der den SIRIUS-Kern in einem Cyclon III-FPGA der Firma ALTERA enthält. Dies ist unseres Wissens der erste PDA mit einem FPGA, siehe Abbildung 1.3-1.

Die Platine (Abbildung 1.3-2), entwickelt in der Diplomarbeit von Andreas Kreker, ist auf etwa 51 x 50 mm geschrumpft und enthält zusätzlich noch einen Controller für den Touchscreen, einen Ausgangsverstärker für einen Lautsprecher zur Wiedergabe von Musik sowie eine Speichererweiterung von 2 MB für den sonst komplett im FPGA implementierten SIRIUS-Kern.

Der Prozessor arbeitet mit einer Frequenz von 48 Mhz. Ein Fullspeed USB-Bus-Anschluss ermöglicht das Downloaden von Programmen. Abbildung 1.3-3 zeigt ein Blockschaltbild des PDAs. Über die Entwicklung wurde auf dem Workshop der MPC-Gruppe ausführlich berichtet. Das kleine ebenfalls in Offenburg entwickelte Betriebssystem SIRIUS-OS [2] ermöglicht den Aufruf von Applikationen durch Berühren der entsprechenden Ikonen. Apple iPod lässt grüßen! [4]



**Abb. 1.3-1:** PDA mit grafischer Touchscreen-Oberfläche, entwickelt an der Hochschule Offenburg mit dem eigenen Prozessorkern SIRIUS, 32 bit, 48 MHz, ca. 40 MIPS Leistung auf einem programmierbaren Cyclon III FPGA



**Abb. 1.3-2:** Platine für den Betrieb des PDAs, Abmessungen 50 x 51 mm, USB, Tonausgabe, 2 Mbyte Hauptspeicher, OLED Display 320 x 240, 64k Farben, Touchscreen, MicroSD-Karte, 48 MHz, 5 h Betriebszeit mit Akku und Display On

Derzeit werden weitere Applikationen für den IAF-PDA geschrieben (MP3, JPEG), ein Bild-Viewer, ein Wave-Player sowie eine Uhrzeitanzeige bestehen bereits. Durch die C-Programmierbarkeit des SIRIUS-Prozessors und die verfügbaren Softwaretools steht die gesamte Welt der C-Bibliotheken prinzipiell zur Verfügung.

Die nächste Generation dieses für die Studenten attraktiven Projekts wird eine Erweiterung des SIRIUS-Kerns um einen Cache-Speicher und der Anschluss eines mobilen DDR-RAMs sein, was den PDA endgültig in eine kommerziell nutzbare Dimension weiterentwickeln wird. Das PDA-Projekt demonstriert sichtbar, welche Möglichkeiten in der Elektronik heute auch für ein kleines Team bestehen.

Ein PDA ist nicht nur ein interessantes Forschungsobjekt, sondern vor allem für die Lehre ein faszinierendes technisches Spielzeug, mit dem Studenten für modernste Elektronikentwicklung begeistert werden können.

In Abbildung 1.3-4 ist der SIRIUS-Prozessorkern in einem ASIC-Layout (< 1 mm<sup>2</sup>) zu sehen.

### Referenzen

- [1] Jansen D., Fawaz N., Durrenberger M., Bau D.: "A Small High Performance Microprocessor Core SIRIUS For Embedded Low Power Designs, Demonstrated in a Medical Mass Application Of an Electronic Pill (ePille®)", Embedded System Design Topic, Techniques and Trends, ISBN 978-0-387-72257-3, p. 363–372, California, USA, June 2007
- [2] Kreker A.: Entwicklung eines PDA-Demonstrators mit OLED Display, Touchscreen und grafischer Bedienoberfläche mit dem im FPGA implementierten Softcore SIRIUS, August 2008
- [3] Zowislok F., Jansen D.: SIRIUS-OS, Betriebssystem für das SIRIUS-Emulationsboard, Technischer Bericht 04/2008, IAF, HS-OG, Oktober 2008
- [4] Jansen D., Kreker A.: „Grafische Oberfläche für SIRIUS-Prozessorkern auf FPGA“, Hochschule Ulm, MPC-Workshop in Künzelsau, Februar 2009

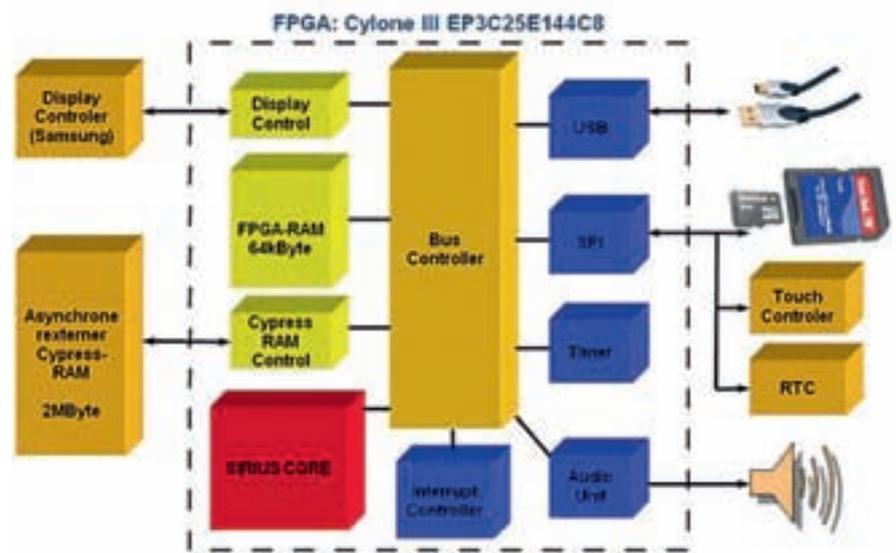


Abb. 1.3-3: Blockschaltbild des im FPGA integrierten Elektronikteils. Bis auf wenige Hilfsschaltkreise ist alles im FPGA enthalten, der damit aber erst zu 45% gefüllt ist

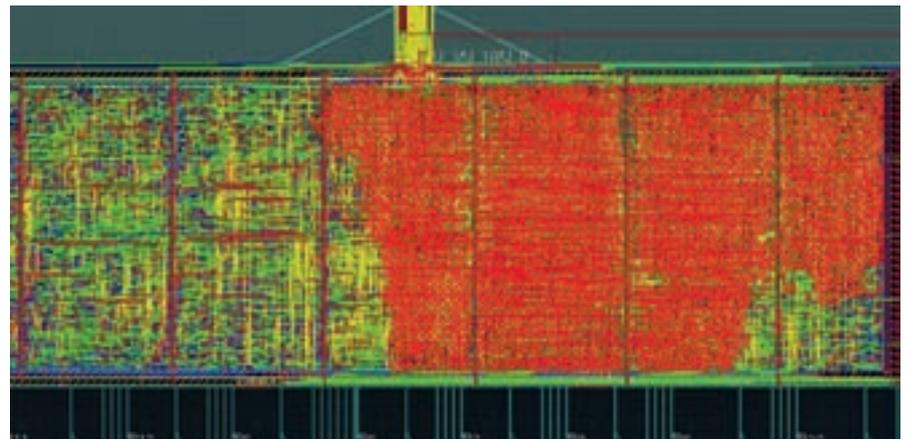


Abb. 1.3-4: SIRIUS-Prozessorkern in einem SOC-Design

#### 1.4 SEAGsense, Ein RFID-TAG zur Erfassung und Überwachung von Temperaturprofilen

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

Im Rahmen einer Zusammenarbeit mit der Schweizer Elektronik AG wurde seit 2007 ein aktives Sensorsystem mit Datenloggerfunktion (Abbildung 1.4-1) entwickelt, das über eine nach ISO-Standard ISO 15693 ausgelegte Funkchnittstelle verfügt. Über das System wurde bereits im Forschungsbericht 2008 berichtet.

Im letzten Jahr wurde die Qualifikation des Systems gegen eine anspruchsvolle Spezifikation erfolgreich abgeschlossen. Die Anwendung im Bereich der Blutkonservenüberwachung erfordert eine Beschleunigungsfestigkeit von 5.000 g über einen Zeitraum bis zu 30 Minuten. Das bedeutet, dass jedes Gramm Gewicht 5 kg entspricht. Dieser Vorgang muss 30-mal hintereinander überstanden werden, siehe Abbildung 1.4-2, da der Sensor mindestens so viele Zyklen im Lauf seiner Lebensdauer von 5 Jahren überstehen soll.

Die Beschleunigungsfestigkeit war nur zu erreichen, indem das Gehäuse, das auch während der Belastung hermetisch dicht sein muss, in Material und Design besonders stabil und robust ausgelegt wurde. Eine besondere Schwierigkeit stellte die Batterie dar, die in Normalausführung nicht für solche Belastungen ausgelegt ist und in den Versuchen ständig ausfiel. In Zusammenarbeit mit dem Batteriehersteller RENATA wurde eine Änderung des inneren Aufbaus der Batterie, die inzwischen zum Patent angemeldet wurde, erarbeitet. Die modifizierte Batterie konnte in einem Qualifikationsverfahren zu ihrer Beschleunigungsfestigkeit für diese Anwendung qualifiziert werden. Diese neue Batterie, die sich nur in geringen, jedoch wesentlichen Punkten von der Normalausführung unterscheidet, wird noch eine größere Bedeutung in ähnlichen Anwendungen, so beim Kraftfahrzeug spielen, wo eine hohe Beschleunigungs- oder Vibrationsbelastung vorliegt (Reifendrucksensor). Zusammen mit diesen Änderungen konnte die Qualifikation im Sommer 2008 gegenüber allen



Abb. 1.4-1: Der SEAGsens Transponder in der Serienausführung



Abb. 1.4-2: SEAGsens im Einsatz im Pilotprojekt bei der Blutbank Graz in der Zentrifuge



Abb. 1.4-3: SEAGsens im Einsatz bei der Blutbank Graz während der Pilotphase 2008

Anforderungen erfolgreich abgeschlossen werden.

Nun folgt die Pilotphase, Abbildung 1.4-3, die zusammen mit der Firma Siemens/

Österreich in einer großen österreichischen Blutbank durchgeführt wird. Hieran ist das IAF nicht mehr direkt beteiligt. Ziel ist es, das System im Jahr 2009 in die Serie zu überführen. In



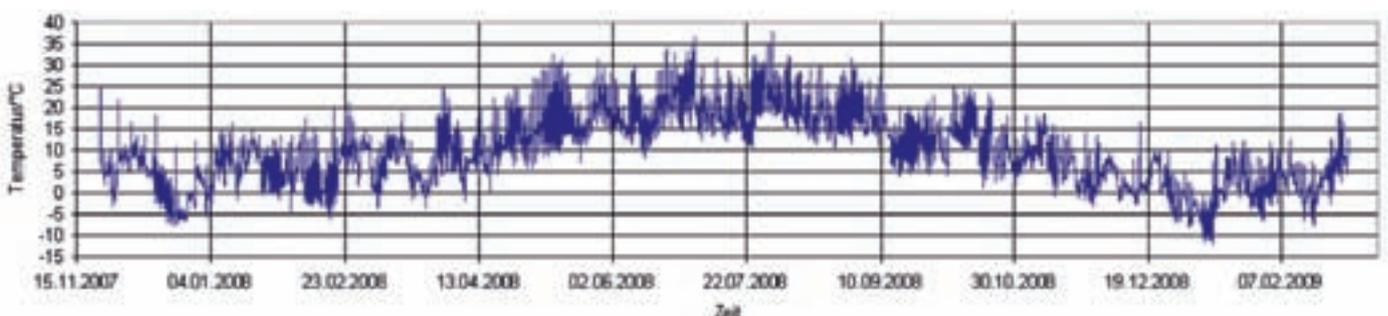
**Abb. 1.4-4:**  $\mu$ Sens, der Transponder der 2. Generation mit ASIC-Front-End, Platine



**Abb. 1.4-5:**  $\mu$ Sens, in vergossener Ausführung. Die Abmessungen entsprechen einer 2-Euro-Münze



**Abb. 1.4-6:** Musterkoffer zur Vermarktung und Demonstration des SEAGsens-Projekts mit Netbook und USB-Reader sowie eine vom IAF entwickelte Demonstrationssoftware



**Abb. 1.4-7:** Langzeitmessergebnisse der Temperaturerfassung auf dem Fensterbrett der Hochschule für das komplette Jahr 2008, gemessen mit einem SEAGsens-Transponder im Dauertest

Deutschland allein werden etwa 4 Mio. Blutprodukte/Jahr umgesetzt. Ein interessanter Markt.

Die Hochschule Offenburg, insbesondere das ASIC Design Center, hat schon die nächste Generation ins Auge gefasst. So wurde das ISO 15693 Front-End als ASIC-Baustein erfolgreich integriert, was eine entschiedene Verkleinerung des Gesamtsystems ermöglicht. Abbildung 1.4-4 zeigt den auf die Größe eines 2-Euro-Geldstücks reduzierten Transponder  $\mu$ Sens, der mit dem neuen ASIC ausgerüstet ist.

Er weist die gleichen Funktionen auf wie der originale SEAGsens-Transponder. Die Verkapselung kann wegen der Größe durch Vergießen erfolgen, siehe Abbildung 1.4-5.

Zur Unterstützung der Vermarktung wurde ein neues Steuerprogramm, das einem Standard FEIG-USB-Reader anspricht, sowie ein Musterkoffer geschaffen, siehe Abbildung 1.4-6, mit dem das Gesamtsystem einfach demonstriert werden kann. In Abbildung 1.4-7 sind die Langzeitmessergebnisse von einem auf dem Fensterbrett der Hochschule positionierten SEAGsens-Transponder dargestellt. Die Kurve umfasst nun das komplette Jahr 2008.

#### Referenzen

- [1] Aktiver RFID-Sensor, Zeitschrift: RFID im Blick, Verlag & Freie Medien, 17. November 2008

# Implementation of an Online Feedback-Path-Modelling Active Noise Control System

**Prof. Dr.-Ing. Werner Reich**  
 Fakultät Elektrotechnik  
 und Informationstechnik (E+I)  
 Dekan

Badstraße 24  
 77652 Offenburg  
 Tel.: 0781 205-183  
 E-Mail: reich@fh-offenburg.de

**1954:** Geboren in Dornhan, Landkreis Rottweil  
**1974–1979:** Studium der Elektrotechnik an der Universität Karlsruhe mit dem Schwerpunkt Nachrichtensysteme  
**1980–1985:** Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Nachrichtensysteme der Universität Karlsruhe  
**1985:** Promotion auf dem Gebiet Adaptive Systeme zur Reduktion von Umgebungsgeräuschen bei Sprachübertragung  
**1985–1989:** Firma ITT Semiconductors (heute Micronas AG), Freiburg Entwicklung von integrierten Schaltungen für Audiosysteme  
**seit 1989:** Professor an der Hochschule in Offenburg für die Lehrgebiete Elektrotechnik, Nachrichtentechnik, Digitale Signalverarbeitung  
**1995–1997:** Leitung des Studiengangs Nachrichtentechnik  
**seit 1997:** Dekan der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik



**Lehrgebiete:** Signale und Systeme, Digitale Signalverarbeitung  
**Forschungsgebiete:** Adaptive Geräuschkompensation, Delta-Sigma-Wandler

## 1.5 Implementation of an Online Feedback-Path-Modelling Active Noise Control System

Prof. Dr.-Ing. Werner Reich  
 Nestor Raul Ordoñez P., M.Sc.  
 Andrei B. Hertz, B.Sc.

### 1. Introduction

Active Noise Control (ANC) systems have proved to be a very efficient way to reduce low-frequency acoustic noise. On this domain, passive techniques like enclosures, barriers and silencers tend to be relatively large, costly and ineffective.

Although many studies and articles have been published in order to improve performance and stability, the implementation of a real-time, stable and robust system still faces several theoretical and practical challenges.

### 2. Problem Description

A schematic diagram of a single channel feedforward ANC system is shown in Figure 1.5-1.

While the acoustic pressure produced by the noise source propagates down the duct, a small part of it is captured by the reference microphone Mic\_r and so feeds the ANC system. The main function of the system is to filter the noise  $s(n)$  in order to get an anti-noise signal  $y(n)$  being similar to a replica of the original noise but with inverted phase. This causes destructive interference with the noise  $r(n)$  when injected back into the duct through the loudspeaker  $L_a$  shown in Figure 1.5-1. For the sake of simplicity the wave property of the signals has

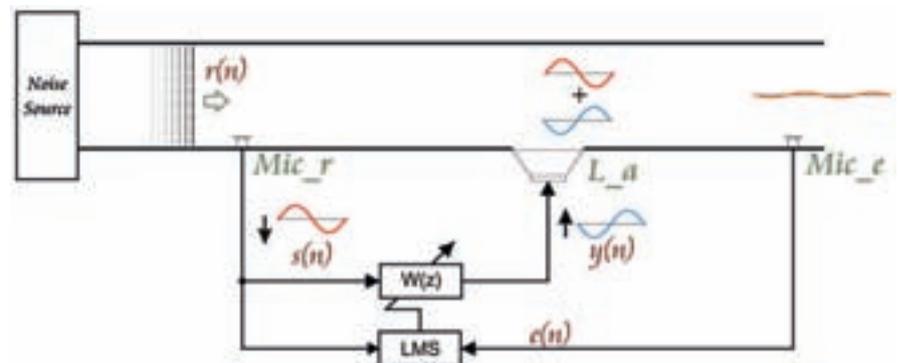


Fig. 1.5-1: Single channel feedforward ANC

been disregarded and the noise has been depicted with a sinusoidal waveform.

The adaptive LMS-algorithm (Least Mean Squares) uses both the reference signal  $s(n)$  as well as the error signal  $e(n)$  resulting from the destructive interference between noise and anti-noise to adjust the coefficients of the filter  $W(z)$

in order to achieve the best system's performance, that is, the lowest noise level at the output of the duct. However, as the anti-noise signal  $y(n)$  tends to propagate not only downstream in direction of the error microphone Mic\_e but also upstream towards Mic\_r, it contaminates the reference signal  $s(n)$ , degrading the performance of the system.

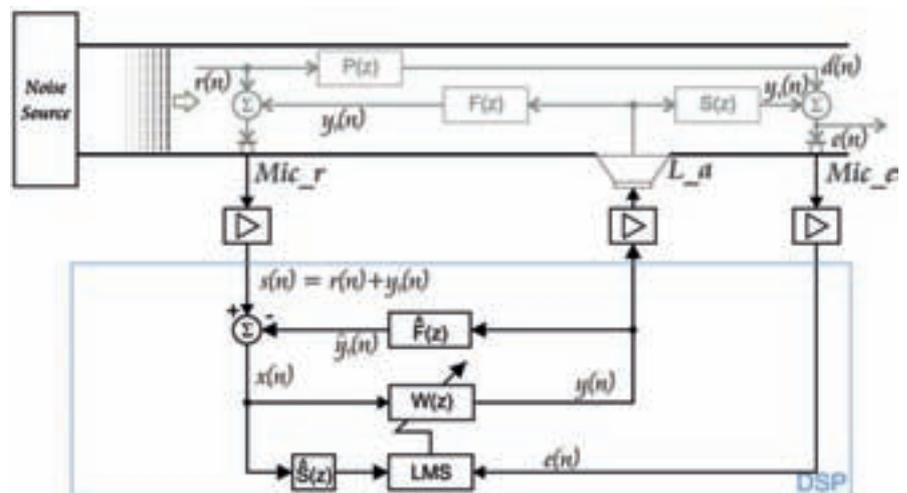


Fig. 1.5-2: FxLMS

Another problem is the fact that the signal  $y(n)$  is delayed and filtered by the secondary path  $S(z)$ , as it travels from the anti-noise loudspeaker to the error microphone, being temporally misaligned with the reference signal  $s(n)$  in the LMS algorithm (Figure 1.5-2).

A solution for overcoming this problem was proposed by [1] and consists of the implementation of the *Filtered-X Least Mean Squares (FxLMS) Algorithm*.

The  $\hat{S}(z)$  and  $\hat{F}(z)$  filters are obtained in an offline training phase. During system's execution  $\hat{S}(z)$  is used in order to align the error signal and the reference signal for the LMS algorithm,  $\hat{F}(z)$  removes the acoustic feedback signal.

However, as  $\hat{S}(z)$  and  $\hat{F}(z)$  are kept fixed during the execution of the system, they cannot follow any changes in the acoustic paths  $S(z)$  and  $F(z)$  caused by e.g. variation in temperature, pressure, humidity. This might cause the system to become unstable because the digital filters do not accurately represent the acoustic paths, especially for the feedback path  $F(z)$ .

In order to make the algorithm robust against these variations, the system under development in the DSP Lab of Hochschule Offenburg implements the method proposed by [2], where the digital feedback-path filter  $\hat{F}(z)$  is constantly updated, following any changes in the physical path. A diagram of the whole system is shown in Figure 1.5-3.

Figure 1.5-3 includes an auxiliary noise source producing a low-level noise  $v(n)$ , uncorrelated with  $r(n)$ . It is fed at the same time to the adaptive filter  $\hat{F}(z)$  and to the physical system through the anti-noise loudspeaker  $L_a$ , being an additional LMS-system that tries to achieve  $\hat{F}(z)=F(z)$ .

Now the reference signal  $s(n)$  captured by the microphone  $Mic_r$  is composed by the noise  $r(n)$  to be attenuated and both upstream signals  $y_f(n)$  and  $v_f(n)$ . The subscript f indicates that they have been filtered by the acoustic feedback path.

If the whole system converges, the digital filters are now able to remove  $y_f(n)$  and  $v_f(n)$  from the reference signal and the ANC system again has only the noise  $r(n)$  on his input.

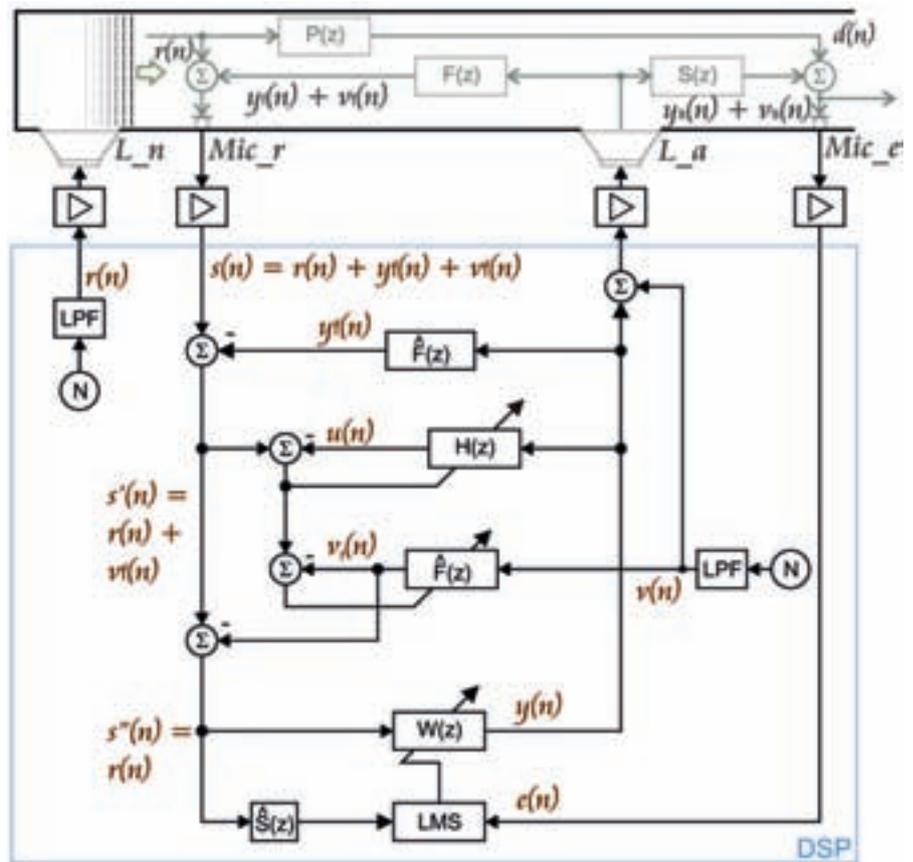


Fig. 1.5-3: Online Feedback Modelling FxLMS

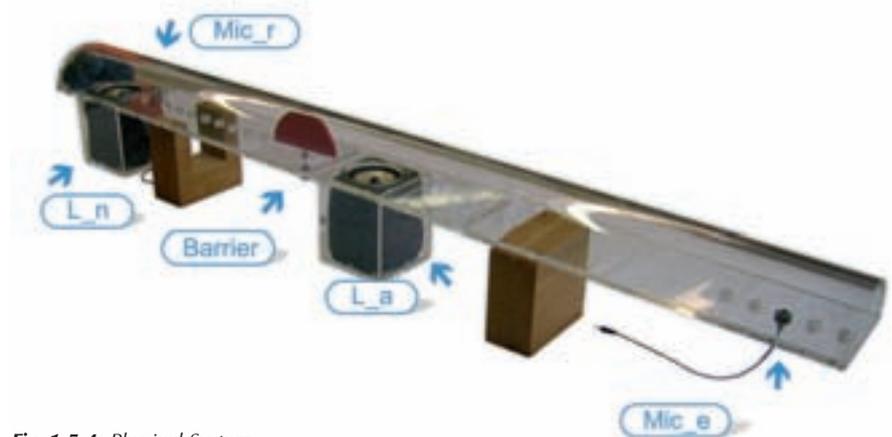


Fig. 1.5-4: Physical System

### 3. Practical System

The physical system, shown in Figure 1.5-4, consists of a duct made of Perspex (Plexiglas) with a semi-circular cross-section.

The digital control system is implemented on a floating-point, 225 MHz Digital Signal Processor (DSP) TMS320C6713 from Texas Instruments.

Through the loudspeaker  $L_n$  a noise with a bandwidth of 1.5 kHz excites the system. While this noise propagates down inside the duct, the reference signal is picked up by the reference microphone  $Mic_r$  and processed on the DSP. For causality reasons the system's delay must not be higher than the time needed by the sound to travel from the reference microphone to the anti-noise source. For a distance of 0.8 m this time is slightly above 2 ms.

Through the rotation of the barrier shown in Figure 1.5-5, changes on the physical path can be simulated in order to verify the behavior of the system. As shown in Figure 1.5-6, the system is able to adapt itself to these changes. It not only stays



Fig. 1.5-5: Rotational Barrier

stable but is also capable of returning to the state of the lower noise level at the output.

### References

[1] S. M. Kuo; D.R. Morgan: Active Noise Control Systems – Algorithms and DSP Implementation. New York: Wiley, 1996.

[2] M. T. Akthar, M. Kawamata: On Active Noise Control Systems with Online Acoustic Feedback Path Modeling. Proc. IEEE, vol.15, no. 2, pp. 593–600, February 2007.

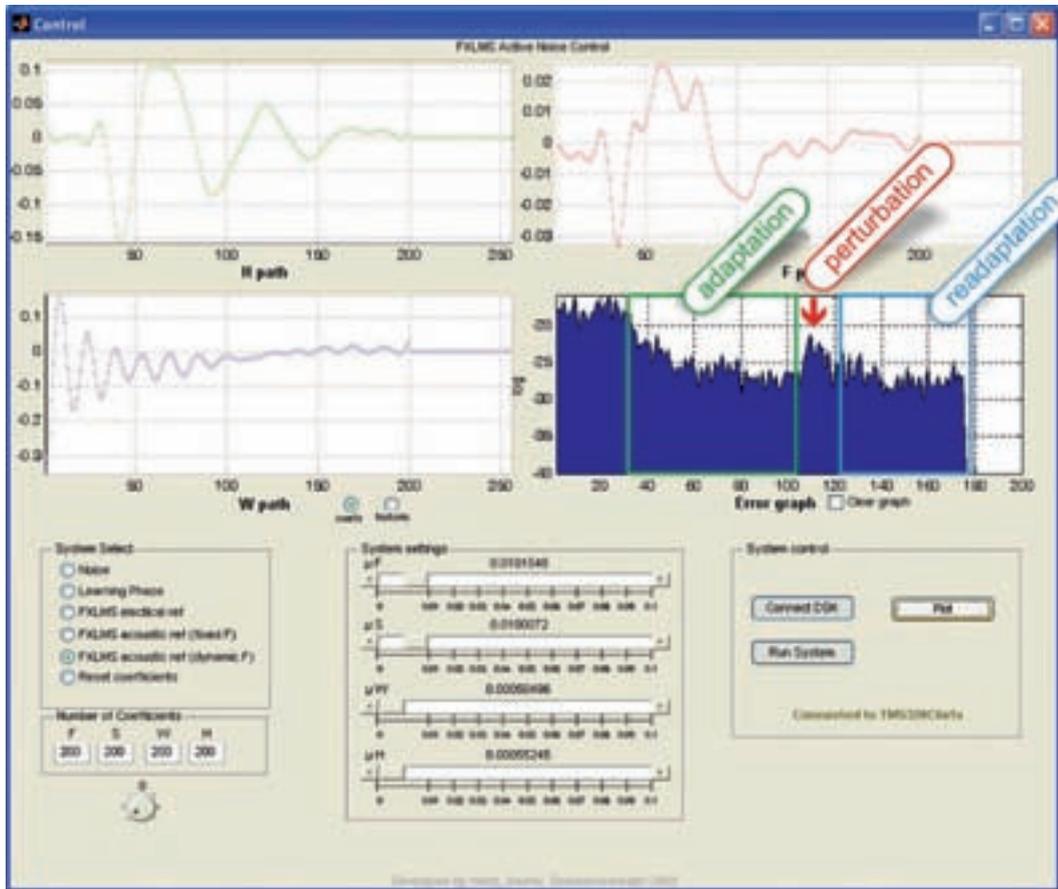


Fig. 1.5-6: Interface showing the resulting output signal

# Model Matching Approach in RF Power Amplifier Linearization

**Prof. Dr.-Ing. Lothar Schüssele**  
 Fakultät Elektrotechnik  
 und Informationstechnik (E+I)  
 Studiendekan Communication  
 and Media Engineering (CME)

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

**1971–1978:** Studium der Elektrotechnik an der Universität Karlsruhe mit den Schwerpunkten Hochfrequenztechnik und Quantenelektronik  
**1978–1984:** Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Theoretische Elektrotechnik und optische Nachrichtentechnik der Universität Kaiserslautern  
**1984:** Promotion auf dem Gebiet der optischen Nachrichtentechnik  
**1984–1986:** Firma Inovon, Pforzheim; Entwicklung von Verfahren zur Materialbearbeitung mit Lasern  
**1986–1989:** Firma Dornier GmbH, Friedrichshafen; Projektmanagement im Bereich Raumfahrt-Großprojekte  
**01.04.1989:** Berufung an die Fachhochschule Offenburg für die Lehrgebiete Hochfrequenztechnik, Mikrowellentechnik und optische Nachrichtentechnik



**Forschungsgebiete:** Hochfrequenztechnik, Elektromagnetische Verträglichkeit

**Prof. Dr. Mario Magaña**  
 School of Electrical Engineering and  
 Computer Science  
 Oregon State University

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

**1980–1982:** Harris Corporation, Melbourne and Boeing Company, Seattle  
**Seit 1989:** Associate Professor at Oregon State University  
 Researcher and Lecturer in Germany at University Ulm, University Stuttgart, Hochschule Offenburg



**Forschungsgebiete:** Hochfrequenztechnik,  
 Elektromagnetische Verträglichkeit

## 1.6 Model Matching Approach in RF Power Amplifier Linearization

Lothar Schüssele  
 Prof. Dr. Mario E. Magaña [1]  
 Robert Bogya

### Kurzfassung

Radio frequency (RF) power amplifiers (PA) are the most power consuming components of a mobile communications unit. They are used to convert the DC power from the battery into RF power delivered to the antenna. In a cell phone it becomes very important to use highly efficient power amplifiers, such as Class C and Class E PAs, to increase the talk time which is directly proportional to the battery life. On the other hand, these RF PAs are inherently nonlinear and produce spectral regrowth and other undesirable effects. Therefore, to exploit their high efficiency, it is desirable to employ linearization techniques to linearize their overall response. Linear model matching linearization techniques are investigated in this work to compensate for PA nonlinearities. The application of these techniques results in a controller architecture that delivers excellent linearity performance of compensated Class C PA models, making

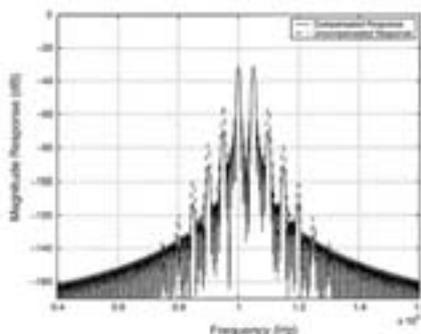


Fig. 1.6-1: Two-tone test results

them very suitable in wideband digital communication systems that transmit multiple signals at high data rates, assuring that intermodulation distortion and spectral regrowth are minimized at the output of the power amplifier. Figure 1.6-1 shows the result of a Two-Tone Test. The magnitude response plots of the uncompensated and compensated models are shown. The third order products in the compensated case are suppressed significantly, at least by 18 dB and the fifth order intermodulation products are suppressed by 16 dB.

The improvement of noise behavior is shown in Figure 1.6-2, considering the

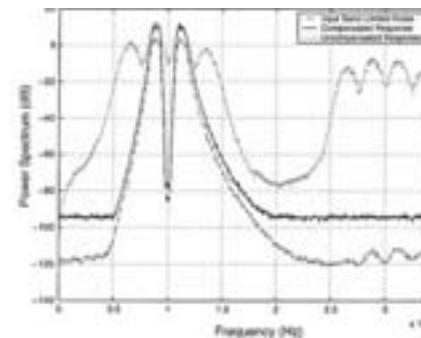


Fig. 1.6-2: White noise test with the model matching approach

result of the white noise test. The power spectra of the input and of the output of the uncompensated and compensated models are shown. The spectrum of the output band-limited noise, in the compensated case, preserved the deep notch in the middle of the spectrum, whereas in the uncompensated case the notch was filled-in significantly. This test also proves the linear behavior of the compensated power amplifier.

[1] Prof. Dr. Mario Magaña from the Oregon State University, USA, has been at the University of Applied Science Offenburg in the summer semester 2008 for research and teaching.

# Hybridantriebe in der Formel 1

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

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

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



**Forschungsgebiete:** Hochdynamische Regelung elektrischer Antriebe

## 1.7 Hybridantriebe in der Formel 1

Prof. Dr.-Ing. habil. Uwe Nuß

### Abstract

The presented paper describes a development project for a formula 1 racing team which was performed at the laboratory for electrical drives and power electronics of the University of Applied Sciences in Offenburg. The kernel of that project was the simulation of an electrical machine with means of a load inverter and a passive filter, so that inverters from contractors could be tested easily without using a real test bench. The whole electrical drive, consisting of the real electrical machine and the inverter is part of a hybrid drive for a formula 1 racing car which is allowed to be used from the racing season 2009.

### Einleitung

Ab der Rennsaison 2009 dürfen in der Formel 1 Rennwagen mit Hybridantrieb eingesetzt werden [1-3]. Dadurch wird es möglich, Bremsenergie als elektrische Energie zwischenspeichern und beim Beschleunigen wieder in kinetische Energie umzuwandeln. Hierzu wird ein Elektromotor eingesetzt, der dieselbe Welle wie der V8-Verbrennungsmotor antreibt. Laut Reglement dürfen hierbei bis zu 60 kW für jeweils 6 Sekunden pro Runde elektrisch erzeugt werden. Die Piloten können diese zusätzliche Leistung über einen Boost-Knopf am Lenkrad abrufen und so die zwischengespeicherte Bremsenergie z.B. bei Überholmanövern zu ihrem Vorteil nutzen.

Die Entwicklung solcher Hybridantriebssysteme ist bei vielen in der Formel 1

engagierten Rennställen in vollem Gang. Auch die Hochschule Offenburg hat hierzu einen Beitrag geleistet. Vom Labor für elektrische Antriebe und Leistungselektronik wurden für einen Rennstall wesentliche Komponenten eines Simulationsmodells für den Hybridantriebsprüfstand eines Formel 1-Rennwagens erstellt. Hierbei ging es insbesondere um die Simulation des Elektromotors als Teil des Hybridantriebs, des ihn speisenden Wechselrichters und dessen Regelung.

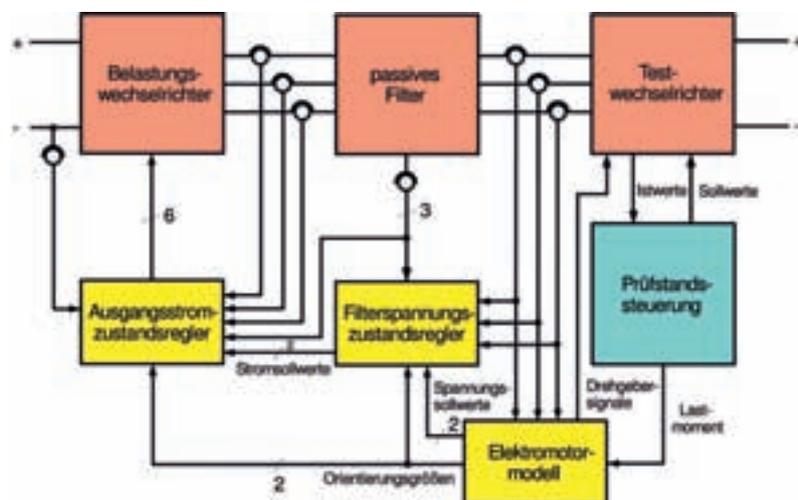
### Nachbildung eines Elektromotors mit Hilfe eines Wechselrichters und eines passiven Filters

Eine besondere Herausforderung war beim genannten Entwicklungsprojekt, am Prüfstand das Echtzeitverhalten des Elektromotors mit Hilfe eines Belastungswechselrichters und eines passiven Filters nachzubilden. Hintergrund dieser Aufgabenstellung war der Wunsch sei-

tens des Auftraggebers, die Leistungsfähigkeit von zugekauften Wechselrichtern testen zu können, ohne dabei auf den tatsächlichen Elektromotor zurückgreifen zu müssen. Neben schnell durchführbaren Wechselrichtertests soll es damit unter anderem möglich sein, auch kritische Antriebsituationen reproduzierbar und zerstörungsfrei herbeizuführen und währenddessen das Verhalten des Testwechselrichters genau zu studieren.

Zur Veranschaulichung zeigt die Abbildung 1.7-1 das Prinzipschaltbild desjenigen Prüfstandteils, mit dem die beschriebene Elektromotornachbildung durchgeführt werden soll.

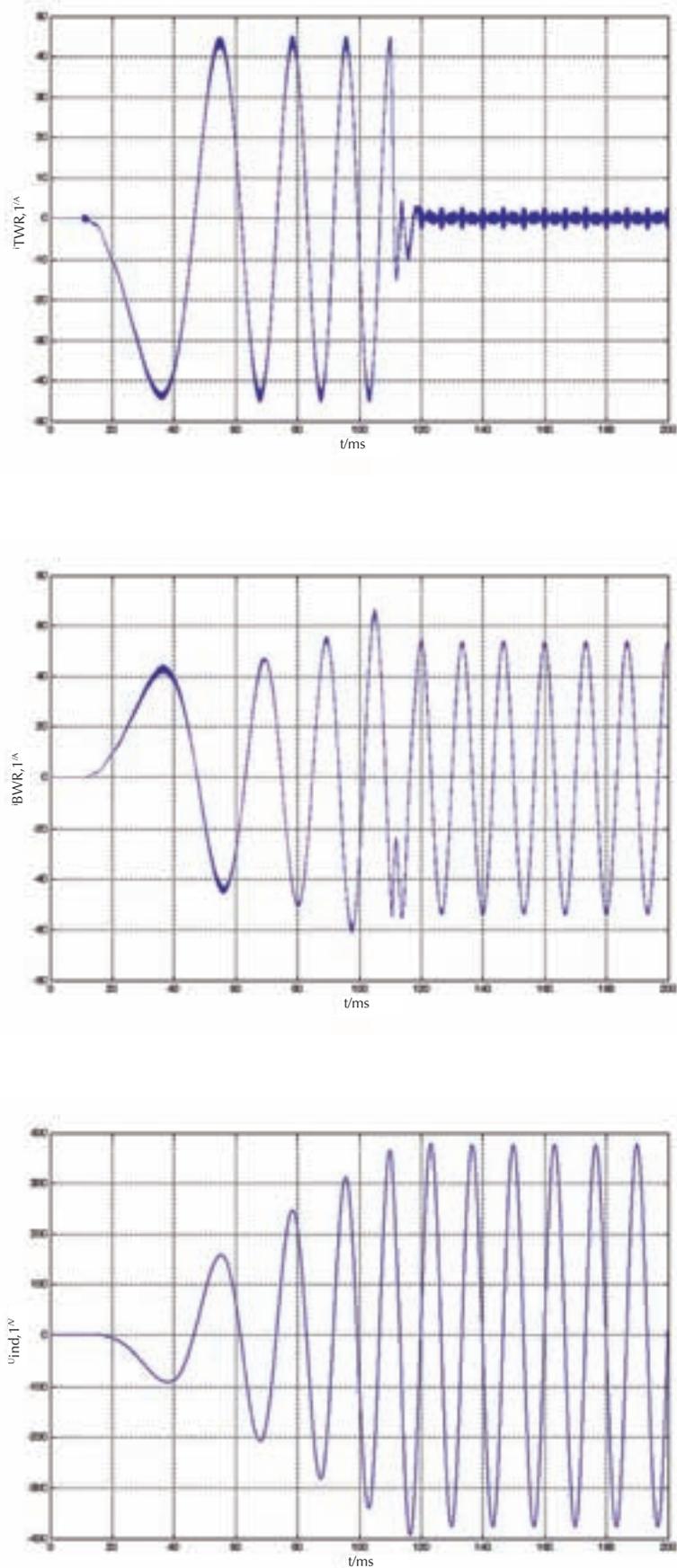
Die dargestellte Prüfstandskonfiguration entspricht einem sogenannten HIL-Prüfstand (Hardware-in-the-loop-Prüfstand). Er erlaubt es, entwickelte Steuer- oder Regelgeräte – oder wie in diesem Fall



**Abb. 1.7-1:** Prinzipschaltbild des Prüfstandteils zur Nachbildung eines Elektromotors mit Hilfe eines Belastungswechselrichters und eines passiven Filters

einen Testwechselrichter – ohne einen aufwendigen Motorprüfstand in Betrieb zu nehmen, zu testen und weiterzuentwickeln.

Um mit dem Belastungswechselrichter und dem Filter das dynamische Verhalten des Elektromotors so genau wie möglich nachbilden zu können, musste eine sehr schnelle Regelung entwickelt werden. Hierzu wurde eine zweistufige Kaskadenregelung entworfen. Im unterlagerten Regelkreis werden die Ausgangsströme des Belastungswechselrichters in einem feldorientierten Koordinatensystem geregelt. Ihre Sollwerte dienen dem überlagerten Filterspannungsregelkreis als Stellgrößen. Die Ströme werden so in das Filter eingespeist, dass dessen Spannungen geeigneten Spannungen des simulierten Elektromotors entsprechen. Über ein Rechenmodell des Elektromotors, das mit den Messwerten der tatsächlich fließenden Testwechselrichterausgangsströme und mit dem je nach Fahrsituation in der Realität wirksamen Lastmoment gespeist wird, lässt sich das fiktive Beschleunigungsdrehmoment ermitteln, das der simulierte Elektromotor erfährt. Entsprechend dem errechneten Beschleunigungsdrehmoment und den in der Echtzeitsimulation hinterlegten Parametern des mechanischen Systems sowie des Elektromotors wird die fiktive Drehzahl des Elektromotors nachgeführt und die Belastungswechselrichterausgangsströme so eingepreßt, dass sich am Filter genau diejenige Frequenz und Spannung einstellt, die sich auch bei der entsprechenden realen Betriebssituation am Elektromotor einstellen würde. Über eine reale Drehgeberschnittstelle werden außerdem dem Testwechselrichter Drehgebersignale zugeführt, die aus der fiktiven Drehzahl bzw. der hieraus hervorgehenden simulierten Rotorlage erzeugt werden. Sie dienen dem Testwechselrichter zum einen als Messsignal für dessen Drehzahlregler sowie für die Drehzahlüberwachung und drehzahlabhängige Drehmomentbegrenzung. Zum anderen beschafft sich der Testwechselrichter anhand der emulierten Drehgebersignale die Orientierungsgrößen, die er benötigt, um seine Ausgangsströme so vorgeben zu können, dass sie ein möglichst großes und determiniertes Drehmoment erzeugen. Damit auch der Belastungswechselrichter seine Ausgangsströme so vorgeben kann, dass



**Abb. 1.7-2:** Verlauf der maßgeblichen Phasengrößen beim drehzahlgeregelten Hochlauf eines mit einem Belastungswechselrichter und Filter nachgebildeten Elektromotors

damit die Filterausgangsspannungen und deren Frequenz gezielt beeinflusst werden können, benötigen auch der Belastungswechselrichterausgangsstromregler sowie der Filterspannungsregler geeignete Orientierungsgrößen. Sie werden ebenfalls im Elektromotorrechenmodell erzeugt.

Für die Regelung wurden Zustandsregler sowohl für die Belastungswechselrichterausgangsströme als auch für die Filterspannungen ausgewählt. Diese Regelungen wurden im Labor für elektrische Antriebe und Leistungselektronik der Hochschule Offenburg entwickelt und zunächst an einem selbst erstellten Simulationsmodell des Gesamtsystems getestet.

Abbildung 1.7-2 zeigt zur Veranschaulichung des Systemverhaltens den drehzahlgeregelten Hochlauf des simulierten, vom Testwechselrichter gespeisten Elektromotors.

Mit  $i_{TWR,1}$  ist darin der Ausgangsstrom der Phase 1 des Testwechselrichters bezeichnet, während  $i_{BWR,1}$  den Ausgangsstrom

der Phase 1 des Belastungswechselrichters darstellt.  $u_{ind,1}$  ist schließlich die in der Phase 1 des simulierten Elektromotors induzierte Spannung, die real als Filterspannung vorliegt. Die Darstellung einer Klemmenspannung des simulierten Elektromotors ist dagegen nicht aussagekräftig, da sie mit der Testwechselrichterausgangsspannung übereinstimmt und demzufolge einen pulsbreitenmodulierten, rechteckförmigen Verlauf aufweist. Anzumerken ist hierbei, dass der Belastungswechselrichter zum einen die Ströme des Testwechselrichters aufnehmen muss. Zum anderen muss er aber auch Ströme für kapazitive Komponenten im Filter zur Verfügung stellen. Wegen des sowohl motorisch als auch generatorisch betreibbaren Testwechselrichters muss der Belastungswechselrichter ebenfalls in der Lage sein, Energie sowohl aufnehmen als auch abgeben zu können.

Durch die Zustandsregelung der beschriebenen Regelkreise sowie der damit einhergehenden Möglichkeit, Eigenwerte des Systems weitgehend frei vorzugeben, konnte die Dynamik der

Elektromotornachbildung gezielt vorgegeben werden. Insbesondere lassen sich dadurch nun die erreichbare Dynamik und der hierfür erforderliche Aufwand relativ einfach abschätzen. Die am Simulationsmodell gewonnenen Erkenntnisse fließen unmittelbar in den Aufbau und den Betrieb des realen Prüfstands ein. An den anstehenden Tests am realen Prüfstand wird die Hochschule Offenburg weiter beteiligt sein.

## Referenzen

- [1] Strassmann, B.: Mehr Schub dank Umwelttechnik. Die Zeit Nr. 40/2008.
- [2] Viehmann, S.: Mehr Power durch den Öko-Boost. Online-Ausgabe des Stern (HYPERLINK „<http://www.stern.de>“ [www.stern.de/auto/mobilitaet](http://www.stern.de/auto/mobilitaet)) vom 31.07.2008.
- [3] Brümmer, E.; Rother, F.: Grüne Rennwagen. Formel 1 ab 2009 mit Hybridantrieb. Online-Ausgabe der Wirtschaftswoche ([www.wiwo.de](http://www.wiwo.de)/technik) vom 13.07.2008.



Achtung Förderungsmöglichkeit auch für Studenten im Jahr 2009:

**EU-Fördermaßnahme**

30% der Lehrgangsgebühren können für Teilnehmer aus Baden Württemberg durch die EU getragen werden.

*Ihre Perspektiven für die Zukunft auf dem **deutschen** und **weltweiten** Arbeitsmarkt beginnen bei uns.*

*Internationale(r)*  
**Schweißfachingenieur/-in**

**Tageslehrgang (Mo - Fr)**

*Februar bis Mai 2009*

*und*

*August bis November 2009*

**Wochenendlehrgang (Fr+Sa)**

*Oktober 2009 bis Juni 2010*

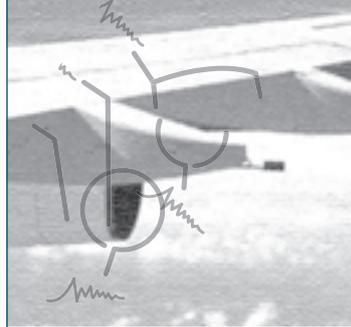
**Zugangsvoraussetzung:** Studium mit Diplom-, BSc- oder MSc-Abschluss an BA, FH, TH, Uni. Sonderregelungen zur Anerkennung von Teil 1



- **Internationale Schweißtechnische Aus- und Weiterbildung**
- **Gütesicherung, Bauüberwachung und Zertifizierung**
- **Werkstoffprüfung, Gutachten**
- **Verfahrenstechnik**



Ideen  
suchen  
Produzenten.



Produzenten  
finden  
Ideen.

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

**Wir feiern 10 Jahre TLB GmbH.**

TLB ist Vorreiter für die Verwertung von Hochschulerfindungen in Deutschland. Davon profitieren beide Seiten:

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



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

**Technologie-Lizenz-Büro**  
der Baden-Württembergischen Hochschulen GmbH



**WALTHER & REINHARDT**

Ingenieurgesellschaft mbH - Beratende Ingenieure



- **Stahl- und Industriebau**
- **Stahlverbundbau**
- **Stahlbetonbau**
- **Förder- und Lagertechnik**

Werkgebäude Kuenzer  
Carl-Kuenzer-Straße 4  
D-79336 Herbolzheim

Tel. 07643 -93 40-0  
Fax 07643 -93 40-25

AUSGEZEICHNET MIT DEM  
EUROPÄISCHEN  
STAHLBAUPREIS 2003



## Schluckspecht City: Ästhetik versus Aerodynamik – ein erfolgreicher Spagat

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

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

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

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



**Forschungsgebiete:** Regelungstechnik, Messtechnik, Thermodynamik

### 1.8 Schluckspecht City: Ästhetik versus Aerodynamik – ein erfolgreicher Spagat

Johannes Schäfer  
Prof. Dr.-Ing. Ulrich Hochberg

#### UrbanConcept

Seit 1998 nimmt die Hochschule Offenburg an dem von der Firma Shell ausgetragenen internationalen Energiesparwettbewerb Eco-Marathon teil. Ziel des Shell Eco-Marathons ist es, mit einem Ein-Mann-Fahrzeug so sparsam wie möglich zu fahren.

Nachdem der Schluckspecht III im vergangenen Jahr den ersten Platz in der Kategorie Brennstoffzellenfahrzeuge erreichte, stellt sich das Forschungs- und Entwicklungsteam der Hochschule nun einer neuen Herausforderung: Nach nunmehr zehn Jahren Teilnahme in der Prototypen-Kategorie soll das Nachfolgefahrzeug – der Schluckspecht City – beim Eco-Marathon im Mai 2009 auf dem Lausitzring erstmals in der anspruchsvolleren UrbanConcept-Klasse an den Start gehen. Während bei den Prototypen in Bezug auf automobiles Design nur minimale Beschränkungen auferlegt werden, orientieren sich die Fahrzeuge der UrbanConcept-Kategorie in Aussehen und Technik stärker an denen des normalen Straßenverkehrs.

#### Ästhetik versus Aerodynamik

Bei dem Thema Automobil-Design ist das Verhältnis von Ästhetik und Aerodynamik auch heute keineswegs spannungsfrei. Doch Spannungen müssen nicht

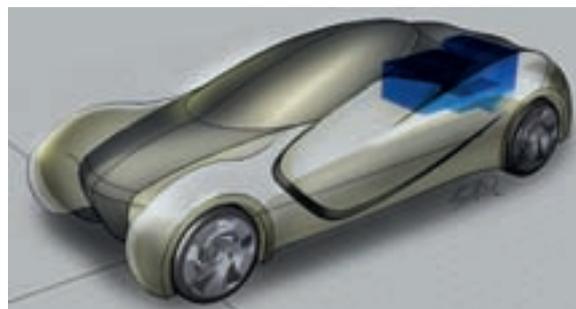
schädlich sein, sondern können im Gegensatz dazu Kreativität freisetzen. So hat sich das Team der HS Offenburg die besondere Aufgabe gestellt, die beiden genannten Kriterien bei dem neu zu entwickelnden Fahrzeug zu vereinen.

Um auf der einen Seite dem Merkmal der Ästhetik Rechnung zu tragen, stammt die Vorlage für den Schluckspecht City aus der Hand einer Design-Studentin: Frau Sunmin Lee von der Hochschule Pforzheim hat das in Abbildung 1.8-1 dargestellte Fahrzeug im Rahmen ihres Studiums zum Master of Arts im Bereich Transportation-Design entworfen. Die von Frau Lee an das Reglement des Shell Eco-Marathons angepasste Version hat sie als Vorlage für den neuen Schluckspecht zur Verfügung gestellt.

Um auf der anderen Seite auch den Aspekt der Aerodynamik zu berücksichtigen, werden seitens der Hochschule Offenburg Untersuchungen zum Luftwiderstand mit numerischer Strömungsmechanik (CFD) durchgeführt und der Designentwurf von Frau Lee weiterentwickelt.

#### Numerische Strömungssimulation

Das für die CFD-Berechnungen erforderliche CAD-Modell der Fahrzeugaußenhaut wird mit der Software Autodesk AliasStudio erzeugt und die numerische Strömungssimulation erfolgt mit Ansys CFX. Bei der Erstellung des realitätsnahen Rechenmodells mit den notwendigen Randbedingungen und Parametern wurde auf Erfahrungen bereits validierter Simulationen des Schluckspecht III zurückgegriffen.



**Abb. 1.8-1:** Ursprünglicher (links) und an das UrbanConcept-Reglement angepasster Designentwurf von Frau Lee

Eine erste Strömungssimulation des Designentwurfs hat ergeben, dass der Luftwiderstand der Außenhaut mit einer Widerstandskraft von 13,9 N, einem  $c_w$ -Wert von 0,34 und einer Verlustleistung von 116 W bei 30 km/h (Anm.: Die Mindestdurchschnittsgeschwindigkeit beim UrbanConcept beträgt 25 km/h) relativ hoch ist. Eine Optimierung war notwendig. Dazu wird die Fahrzeugaußenhaut schrittweise modifiziert und evolutionär verbessert.

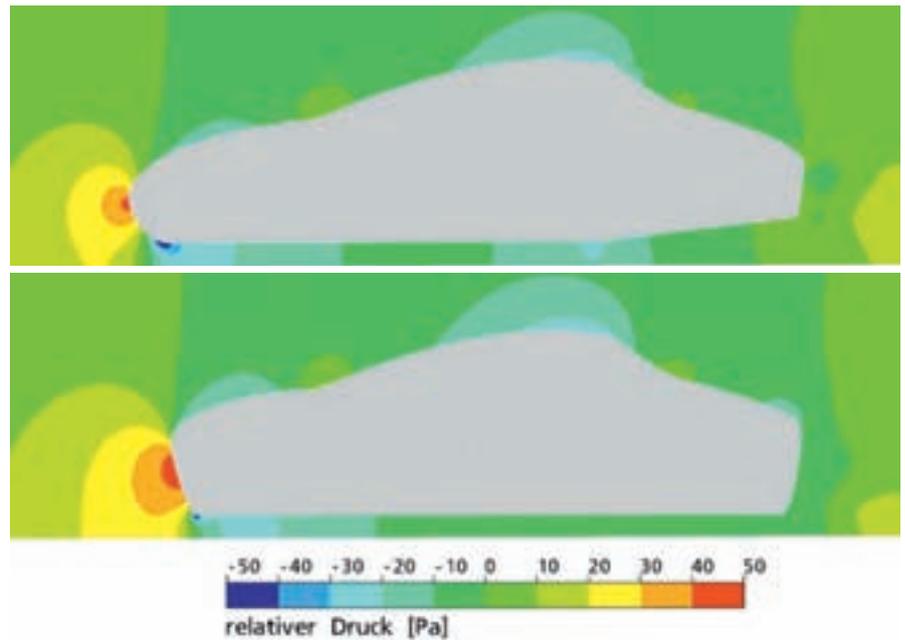
### Designoptimierungen

An dieser Stelle soll zunächst auf die beiden Modifikationen näher eingegangen werden, die wesentlich zur Senkung des Luftwiderstands beitragen:

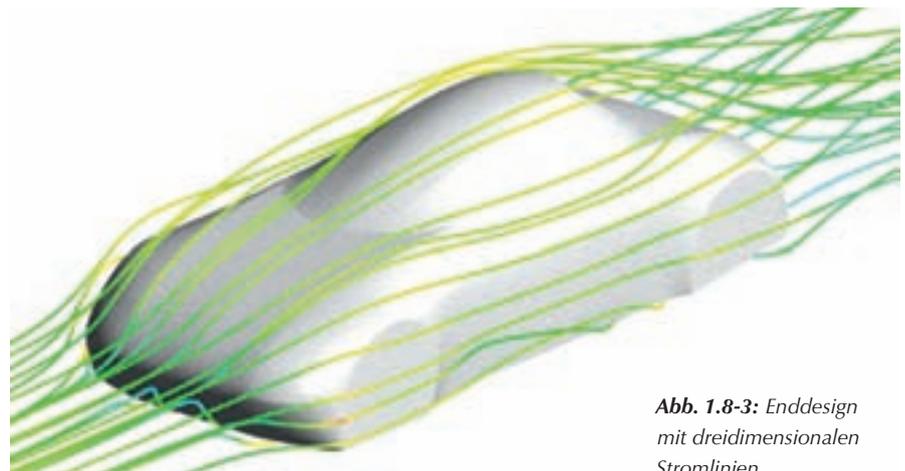
Zum einen wird die fast vertikal verlaufende Fahrzeugfront ausgerundet, um die starke Strömungsumlenkung und damit den Druckwiderstand zu minimieren. Eine sanftere Umlenkung hat zur Folge, dass die Strömung insgesamt weniger abgebremst wird und so – wie in Abbildung 1.8-2 zu sehen – der Überdruck auf die Frontoberfläche und damit die resultierende Widerstandskraft verringert werden können.

Zum anderen wird der Unterboden am Heck in einem Winkel von etwa 7° abgeschrägt, um durch Verlangsamung der Strömung eine Druckrückgewinnung und damit einen Druckanstieg an der Heckfläche zu erhalten. Der aus dem Heckdiffusor resultierende Überdruck (Abbildung 1.8-2) wirkt dem Staudruck an der Front entgegen und kompensiert diesen etwas, wodurch sich die Widerstandskraft verringert.

Weiterhin kann durch diverse Modifikationen am Dach und an den Kotflügeln die zur Widerstandskraft proportionale Schattenfläche auf etwas weniger als 1 m<sup>2</sup> verringert werden. Besonders auffällig sind außerdem die Verwirbelungen hinter dem Fahrzeug, die sehr typisch für Fahrzeuge mit Stufen- respektive Fließheck sind. Durch Ablösung der seitlichen Strömung an den beiden schrägen Heckkanten bilden sich zwei gegenläufig drehende Wirbel, die zur Erhöhung des Strömungswiderstands beitragen. Welche Art von Heckform den geringsten Strömungswiderstand erzeugt, hängt von vielen sich gegenseitig beeinflussenden Parametern ab und kann nicht pauschal angegeben werden. Zum Erreichen eines theoretisch idealen Designs müsste Ablösung gänzlich ver-



**Abb. 1.8-2:** Relative Druckverteilung um das Fahrzeug im Längsmittelschnitt vor (oben) und nach der Modifikation von Front und Heck



**Abb. 1.8-3:** Enddesign mit dreidimensionalen Stromlinien

mieden werden. Praktisch ist dies aber bei Fahrzeugen aufgrund von Kriterien wie Funktionalität und Ästhetik nicht umsetzbar. Um den besten Mittelweg aus den genannten Faktoren zu finden, müssen daher verschiedene Heckformen untersucht werden. An dieser Stelle mussten nur kleinere Modifikationen vorgenommen werden.

### Ergebnisse

Durch die diversen Designoptimierungen konnte die Widerstandskraft der Fahrzeugaußenhaut auf 8,1 N, der  $c_w$ -Wert auf 0,21 und die Verlustleistung bei 30 km/h auf 67 W gesenkt werden. Im Vergleich zu dem Ausgangsdesign bedeutet dies eine Verringerung der Widerstandskraft um 5,8 N (42 %), des  $c_w$ -

Werts um 0,13 (38 %) und der Verlustleistung um 49 W (42 %).

Im Rahmen des vorgegebenen Reglements konnte ein Enddesign (Abbildung 1.8-3) gefunden werden, das sowohl aerodynamischen als auch ästhetischen Anforderungen gerecht wird.

### Literatur

- [1] Hucho, W.-H.: Aerodynamik der stumpfen Körper. Wiesbaden: Vieweg Verlag, 2002
- [2] Hucho, W.-H.: Design und Aerodynamik – Wechselspiel zwischen Kunst und Physik. In H.-H. Braess & U. Seiffert (Hrsg.): Automobil design und Technik (S. 218 – 238). Wiesbaden: Vieweg Verlag, 2007

### 1.9 YAFFA (Yeast Analysis by Field Flow Fractionation) Analyse und online Motoring von Hefezellen durch Feldflussfraktionierung

Dipl.-Ing. (FH) Matthias Niederhofer  
Prof. Dr.-Ing. Ulrich Hochberg

Das Projekt Yaffa „Yeast Analysis by Field Flow Fractionation“ ist ein Verbundprojekt der Hochschule Offenburg und der Hochschule Wiesbaden in Kooperation mit der Forschungsanstalt Geisenheim, der Université Limoges, mehreren Industriepartnern der Weinbaubranche sowie der Postnova Analytics GmbH.

Ziel ist es, für die Weinherstellung ein praxistaugliches und wirtschaftliches Analyseverfahren mit Feldflussfraktionierung zu entwickeln. Das Analyseverfahren soll zur Qualitätsüberwachung des Weinfermentationsprozesses eingesetzt werden, wodurch z. B. Gärstörungen rechtzeitig erkannt und geeignete Gegenmaßnahmen eingeleitet werden können.

#### Feldflussfraktionierung

Die Feldflussfraktionierung (FFF) ist eine analytische Methode, die es ermöglicht, organische, anorganische oder biologische Substanzen zu separieren. Die Größe der separierbaren Partikel kann hierbei von wenigen nm bis zu etwa 100 µm reichen. Die Grundlagen der Feldflussfraktionierung wurden bereits in den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts von J. C. Giddings gelegt. Seit dieser Zeit sind eine Reihe von Varianten der FFF entstanden, die die Probenmoleküle nach unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften auftrennen. Allen FFF-Methoden gemeinsam ist die Verwendung eines speziellen Trennkanals, dessen Trägerstrom ein laminares Strömungsprofil ausbildet.

Die eigentliche Auftrennung der Partikel erfolgt durch ein Kraftfeld, das senkrecht zum laminaren Strömungsprofil angelegt wird. Dieses Kraftfeld kann eine weitere physikalische Kraft sein.

Je näher ein Partikel aufgrund seiner physikalischen Eigenschaften unter Einwirkung der Querkraft an die Wand gedrückt wird, desto kleiner wird seine Geschwindigkeit. Die getrennten Größenfraktionen werden zeitversetzt aus

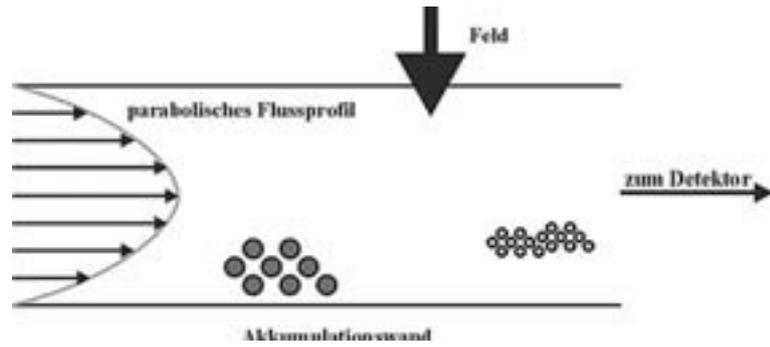


Abb. 1.9-1: Funktionsprinzip der Feldflussfraktionierung

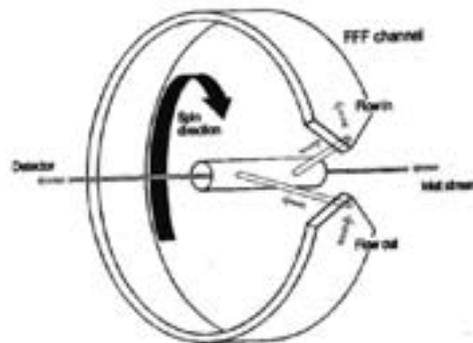


Abb. 1.9-2: Schematischer Aufbau eines Sedimentations-FFF-Kanals

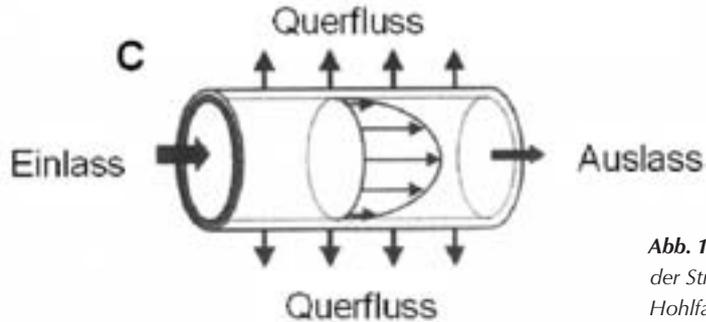


Abb. 1.9-3: Darstellung der Strömungsprofile bei Hohlfasern-FFF

dem Kanal ausgetragen und können dort detektiert oder fraktioniert gesammelt werden (vgl. Abbildung 1.9-1).

Bei größeren Partikeln wirkt ein zusätzlicher Trenneffekt: Große Partikel im Bereich hoher Gradienten der Strömungsgeschwindigkeit erfahren eine Kraft in Richtung der höheren Strömungsgeschwindigkeit infolge des dort niedrigeren statischen Drucks. Auch dieser Effekt kann bei der Feldflussfraktionierung ausgenutzt werden.

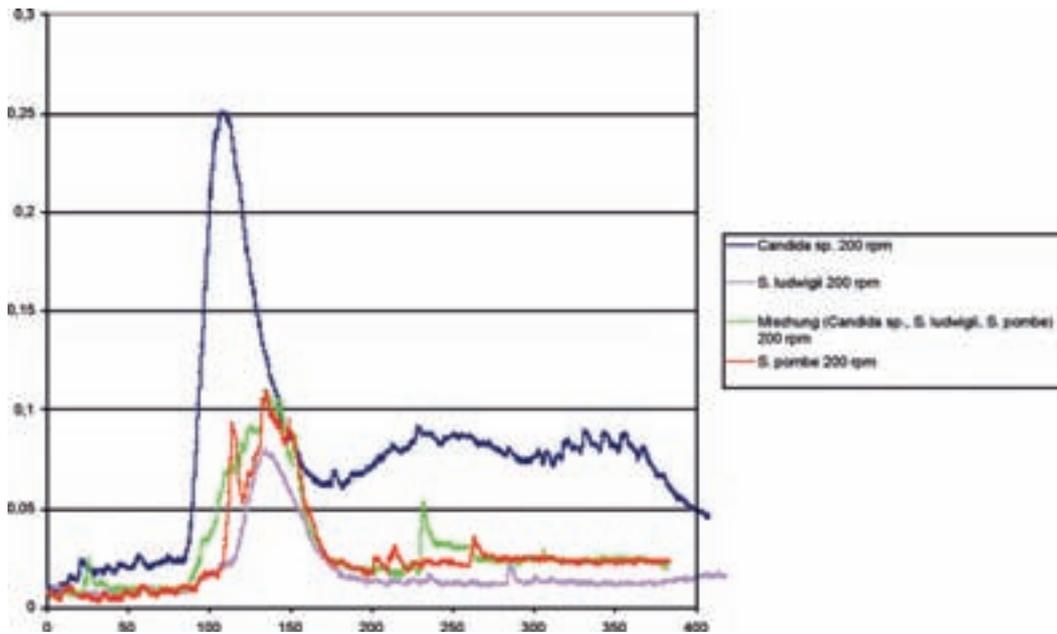
An der Hochschule Offenburg werden im Rahmen des Vorhabens YAFFA insbesondere zwei unterschiedliche FFF-Verfahren untersucht.

#### Sedimentations-FFF

Bei der Sedimentations-FFF wird ein Zentrifugalfeld als Trennkraft verwendet, indem der ringförmige Kanal zum Rotieren gebracht wird. Partikel im Größenbereich von 50 nm bis 100 µm werden aufgrund ihrer Durchmesser und Dichten getrennt (vgl. Abbildung 1.9-2).

#### Hohlfasern-FFF

Bei der Hohlfasern-FFF wird die Trennkraft über eine semipermeable Wand erzeugt, durch die ein Teil des Trägerstroms abfließt und die Teilchen dadurch in unterschiedliche Geschwindigkeitsbereiche des parabolischen Strömungsprofils gelangen (vgl. Abbildung 1.9-3).



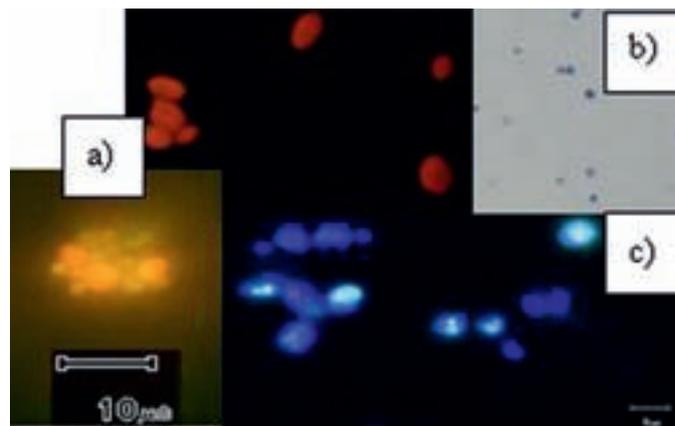
**Diagramm 1:** Durch Sd-FFF Methode erhaltene Faktogramme unterschiedlicher Hefestämme

Qualitative Laborarbeiten an der Hochschule Offenburg und der Universität Limoges zeigten, dass das Sedimentationsfeldflussfraktionierungsverfahren für die Trennung von Hefezellen geeignet ist (vgl. IAF Bericht 2007). Aufbauend auf den Ergebnissen von Prof. Zahoransky, wurden systematische Untersuchungen mit dem an der Hochschule Offenburg vorhandenen Sedimentationsfeldfraktionierungs-Versuchsaufbaus durchgeführt. Dabei konnten unterschiedliche Absorptionskurven für verschiedene Hefestämme detektiert werden (vgl. Diagramm 1).

Zur Unterscheidung von stoffwechselaktiven (vitalen) und inaktiven (letal) Hefezellen wurden drei verschiedene Methoden zur Färbung von Hefezellen untersucht. Als Methode zur Lebendzellzahlbestimmung hat sich die Methyleneblau-Färbung bewährt, da sie sehr eindeutige und reproduzierbare Ergebnisse liefert.

Bei der Untersuchung der Beständigkeit von Weinhefen gegen Zentrifugalkräfte wurde festgestellt, dass das während der Messung aufzubringende Zentrifugalfeld keinen Einfluss auf die Vitalität der Hefezellen während der Messung hat.

Bei den Versuchsmessungen zeigte sich, dass je nach verwendetem Hefestamm Memory-Effekte im Strömungskanal auftreten.



**Abb. 1.9-4:** Mikroskopaufnahmen von verschieden eingefärbten Hefezellen

a) We inhefen angefärbt mit Acridinorange mit 200-facher (unten) und 1000-facher Vergrößerung (oben)

b) Methyleneblau angefärbte Weinhefzellen mit 200-facher Vergrößerung

c) Mit DAPI angefärbte Weinhefen, 1000-fache Vergrößerung

Beim Memory-Effekt verbleibt eine bestimmte Fraktion von Zellen im Messkanal und wird über eine lange Zeit langsam ausgespült. Der Effekt ist abhängig von der Kanalgeometrie, den eingesetzten Hefestämmen und den eingestellten Versuchparametern. Das erfordert eine umfangreiche Methodenentwicklung, um reproduzierbare Ergebnisse bei der Hefezellenfraktionierung zu erhalten. Bei der Methodenentwicklung zeigte sich, dass es nicht möglich sein wird, ein kommerzielles System zu entwickeln, das in kleineren Weinkellereien eingesetzt werden kann. Folgende Details sprechen dagegen:

- Aufwendige Versuchsvorbereitung
- Anspruchsvolle Rotationsdichtungen
- Aufwendige Maßnahmen zur Erzielung ein CE-Konformität (große bewegte Teile)
- Hoher Preis des Gesamtsystems

An der Hochschule Offenburg wird daher zurzeit die Erfolg versprechende Hohlfasern-FFF weiterentwickelt.

Zunächst wurden Strömungssimulationsrechnungen an einer Hohlfasermembran mit ANSYS Workbench 11 durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Strömungsprofile einer laminaren Strö-

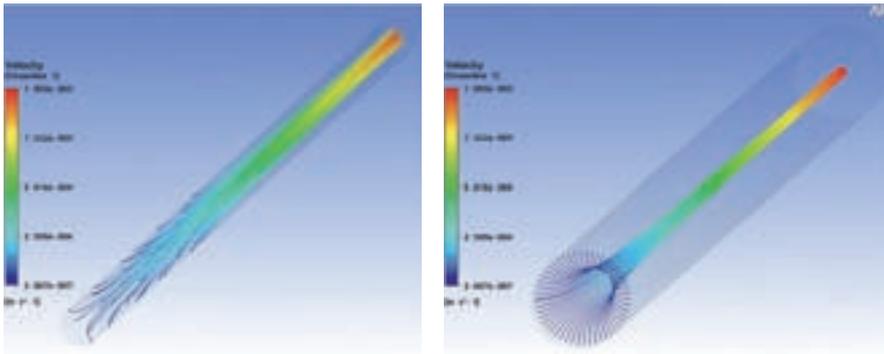


Abb. 1.9-5: Stromlinien innerhalb der Hohl-faser bei 100% Abströmung über die Außenwand



Abb. 1.9-6: Versuchsaufbau zum Einsatz von Hohl-fasermembranen

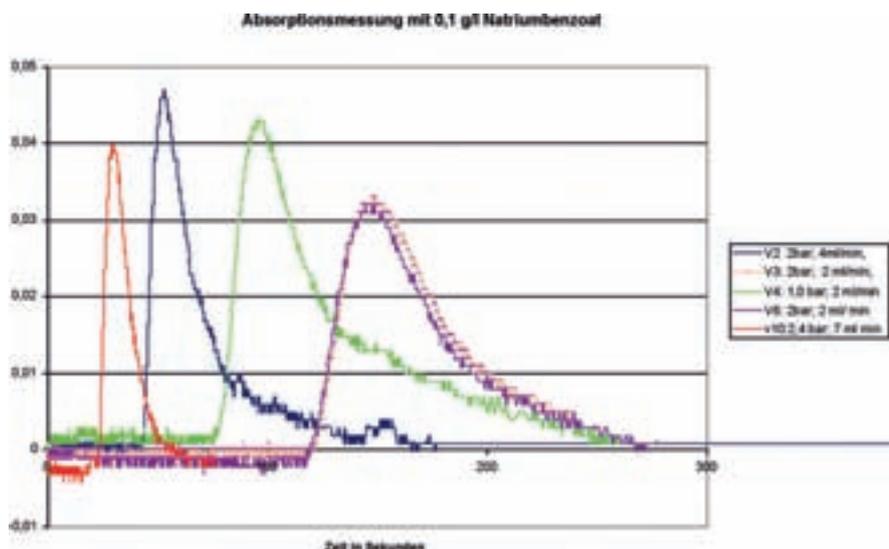


Diagramm 2: Absorptionsmessung unter Verwendung einer PP-Hohl-fasermembran bei verschiedenen Versuchsparametern

mung durch eine Kapillare mit semipermeabler Wand simuliert und der abströmende Massenstrom über die Außenwand variiert. Zusätzlich wurde den simulierten Strömungsprofilen eine kugelförmige Punktwolke am Eintritt auf-geprägt und deren Verhalten untersucht.

Der Versuchsstand für symmetrische Hohl-faser Feldflussfraktionierungs-verseuche ist aufgebaut und erste Test-lösungen wurden injiziert (vgl. Abbildung 1.9-7 und Diagramm 2).

Dabei ist es gelungen, reproduzierbare Absorptionskurven zu erhalten. Bei Vari-ation der Versuchsparameter über einen weiten Bereich sind signifikante unter-schiede in den Absorptionskurven er-kenubar.

Die ersten Ergebnisse sind vielverspre-chend, die Untersuchungen werden voraussichtlich Ende nächsten Jahres ab-geschlossen werden.

## 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

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

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

Ihre Vorteile:

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

#### Produkt-Entwicklung:

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



#### Lösungsintegrator:

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

**BizT@lk AG**

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

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

# A TIS-B Server for Air Traffic Control

**Prof. Dr. Erwin Mayer**

Fakultät Elektrotechnik und  
Informationstechnik (E+I)

Badstraße 24

77652 Offenburg

Tel.: 0781 205-225

E-Mail: erwin.mayer@fh-offenburg.de

**1960:** Geboren in Haslach i.K.

Studium der Informatik an der Universität Karlsruhe  
und University of Texas (UT), Austin

**1987:** Diplom

**1987–1990:** Softwareentwicklung bei der Nixdorf Computer AG,  
Berlin, im Bereich Verteilte Relationale Datenbanken

**1990–1993:** Promotion am IBM European Networking Center,  
Heidelberg, Themenbereiche Multicast-Synchronisationsprotokolle,  
Computer-Supported Cooperative Work (CSCW)

**1994–2006:** Projektleiter und Abteilungsleiter bei der COMSOFT  
GmbH, Karlsruhe. Entwicklung von System- und  
Anwendungssoftware für die internationale Flugsicherung

**Seit 2006:** Professor an der Hochschule Offenburg  
für die Fachgebiete Betriebssysteme und Telematik



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

## 1.10 A TIS-B Server for Air Traffic Control

Prof. Dr. Erwin Mayer

### Introduction

Air traffic control today still works primarily with classical sensors like Primary and Secondary Surveillance Radars (PSR, MSSR, Mode-S) [1]. Upcoming is a new technology, ADS (Automatic Dependent Surveillance), which derives positional information from a Global Navigation Satellite System (GNSS) and distributes this data together with additional information from the on-board Flight Management System (FMS) to other aircraft (air-to-air) and to ADS groundstations (air-to-ground). [2] Because the transmission of the data takes place on a shared broadcasting media, like the 1090 MHz Extended Squitter (ES) channel, the technology is also referred to as ADS-Broadcast (ADS-B).

A lot of modern aircraft, in particular commercial airliners, are already equipped with ADS-B transponders, while older aircraft and in particular smaller aircraft operating under Visual Flight Rules (VFR) will for a significant period of time not yet be installed with this equipment.

Because of the Broadcasting properties of ADS-B, all aircraft equipped with this technology can „see“ each other, i.e. they receive ADS-B messages of all other ADS-B aircraft in their proximity. Modern avionics technology takes advantage of this by providing to the pilot an air situation picture on a Cockpit Display of Traffic Information (CDTI).

The role of the CDTI is less the direct safety aspect, which is taken care of by ground-based Air Traffic Control, but the aspect of giving to the pilot an additional „situational awareness“ of the airspace he is operating in. [3]

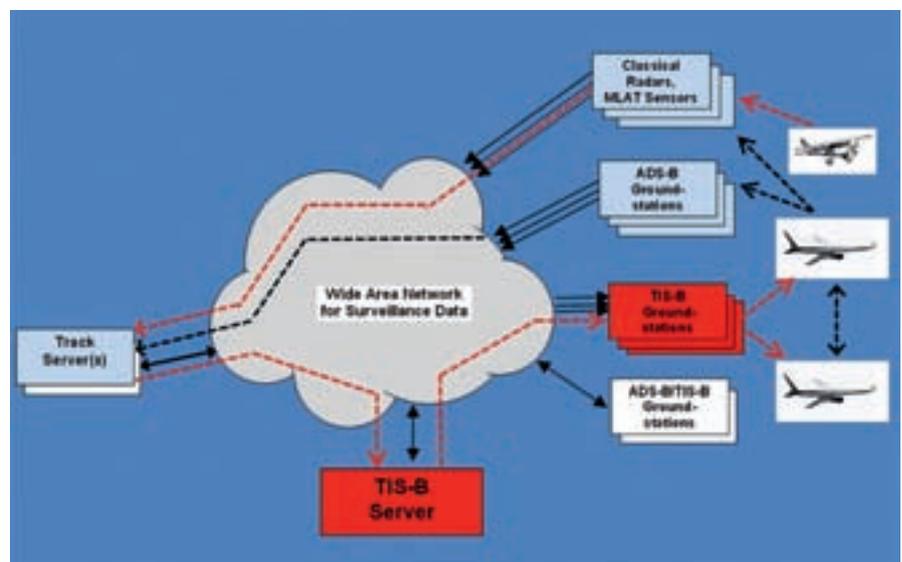
### Traffic Information System – Broadcast (TIS-B)

ADS-equipped aircraft (AACs) can see each other but can NOT see Non-ADS-equipped aircraft (NACs) in their vicinity. Therefore the pilot's view of the neighboring airspace through a CDTI is necessarily incomplete. Here is, where the TIS-B (Traffic Information System – Broadcast) technology is motivated. The missing information is being sent by means of TIS-B groundstations „ground-to-air“ to the aircraft, acting as a „gap filler“ application.

Figure 1.10-1 shows the approach. The input from classical sensors and ADS-B

groundstations is conveyed over a Wide Area Surveillance Network, like the European RADNET [4], to an Air Traffic Control Centre (ATCC), where the data is tracked (i.e. smoothed, error-corrected, extrapolated, ..) and prepared for redistribution to the aircraft. A TIS-B Server is the central instance of control for this redistribution, acting as a Time/Space Scheduler (TSS) for a regional network of TIS-B groundstations. The server decides over which of the strategically placed groundstations each of the aircraft is serviced, in which intervals and with which send characteristics.

Under real-time constraints the TIS-B server dispatches Send Requests including the target identification of each of the chosen groundstations, the selected transmitter segment (direction) and the power of transmission, together defining 3D-transmission sectors („cake pies“).



**Fig. 1.10-1:** Role of a TIS-B Server in a future mixed sensor scenario for air traffic control

### Requirements for a TIS-B Server

As part of a BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung)-funded project the University of Applied Science Offenburg (UASO) together with industry partner COMSOFT embarked on developing a prototype TIS-B system solution to demonstrate feasibility and evaluate system characteristics based on various input scenarios and environmental constraints. While COMSOFT develops the hardware and firmware of the TIS-B groundstations, UASO develops the software for the TIS-B Server component. The TIS-B Server is being developed as part of a simulation and test environment for a battery of geographically distributed TIS-B groundstations. Table 1 describes the major requirements of the component. Requirements F1-F3 describes functional requirements, while O1-O3 represents optimization criteria.

As part of the project, the complete set of operational requirements for the TIS-B server component was derived from [5], and models the TIS-B service in such a way that it behaves towards the aircraft much like further genuine ADS-B transponders (i.e. ground-to-air simulating air-to-air).

### Optimization Goals

The fulfillment of the optimization criteria are subject to the conditions under which the TIS-B system operates, namely the following input parameters:

- the placement strategy for the set of ground stations in a geographical area
- the geographical characteristics of the groundstation positions (line of sight profiles)
- the type of air traffic (en-route/approach, VFR/IFR, high density/low density)
- the parameters of the functional requirements (update frequency, definition of proximity relation)

Under a given set of parameters and a given real or simulated flight input scenario the output functions (Radio Frequency Load, Load Balancing Factor, Ancillary Functions) of the TIS-B server will be evaluated against criteria O1, O2 and O3. As the optimization criteria are clearly interdependent (e.g. selecting a ground station based on load vs. airspace radio load reduction) a multi-variable optimization has to take place.

No:	Requirement	Functional/Optimization Criteria
1	Realtime Conformance (F1)	The TIS-B Scheduler shall guarantee that all generated reports arrive in time before their scheduled transmission time at the respective ground stations. The reports shall comprise a correct t/x/y/z-extrapolation.
2	Vicinity Reporting (F2)	The TIS-B Scheduler shall ensure that any ADS aircraft receives reports for any Non-ADS aircraft for the time during which the two fulfill a specified proximity relation. The TIS-B server ensures a configurable maximum cyclic update interval for each pair of ADS/Non-ADS aircraft.
3	Non-Interference (F3)	The TIS-B Server guarantees that no two send operations dispatched to two different TIS-B groundstations interfere during their timely propagation with each other in the 3D-overlap of the groundstations' send ranges.
4	Radio Frequency (RF) Load Minimization (O1)	The TIS-B scheduler shall minimize the RF load over the airspace service volume. As minimization function shall serve the time integral of air space cells affected by a TIS-B groundstation send operations. As an alternative minimization function shall serve the maximum RF load on any of the specified airspace cells.
5	Ground Station Load Balancing (O2)	The TIS-B scheduler shall ensure an approximately even scheduling between ADS-B groundstations. In case of load level reporting from a ground station, the TIS-B scheduler shall dynamically adapt its scheduling strategy and perform graceful degradation of the TIS-B Service.
6	Ancillary Optimization Criteria (O3)	There exist a range of further optimization criteria, ensuring, e.g., that the transmitter engine is not powered up / powered down too often and that single transponders are not overloaded by too frequent updates.

Tabelle 1 TIS-B Server top-level requirements and optimization criteria

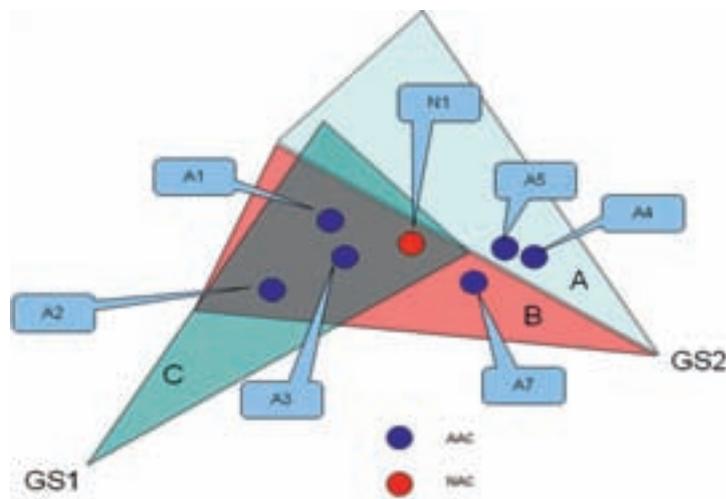


Fig. 1.10-2: X/Y-traffic optimization for TIS-B groundstation overlap region

### Design

As central element of the TIS-B server a Time/Space Scheduler (TSS) is implemented as a variant of an Earliest Deadline First (EDF) real-time scheduling strategy(F1)[6]. In addition to the standard approach the scheduler has to take into account the geographical nature of the problem with a competition of resources (radio frequency band per air space cell) that is only partial, namely in the intersections of the groundstations (Req F3). Next to the imposed cyclic up-

date requirements there is an aperiodic element, based on the maximum extrapolation time for each individual report. The time of the to-be-transmitted information is ceiled by a maximum age, in order to ensure that the air situation picture is not updated with obsolete information. Because the input of data is asynchronous (the TIS-B server does not know when it will receive new position updates for any of the flights from any of the surveillance sensors), the scheduling has to be dynamic.

Figure 1.10-2 illustrates an example of a micro-optimization implemented by the server in the x/y plane. Clearly, all AAC aircraft (A1-A7) can be reached by 3 send requests (A, B, C) from 2 ground stations (GS1, GS2) using different power levels to inform them about the close NAC aircraft (N1). Assuming there is a need for a status update at approximately the same time for all AACs, the server applies a 2-phase exploration and consolidation algorithm and yields an optimum of 2 send requests (A, B) employing ground station GS2 sector B with maximum power level and GS2'2 A sector with a power level corresponding to the range of A5. This reduces the overall radio frequency load and thereby caters for optimization criteria O1.

### Implementation

The TIS-B server prototype is implemented under a SUSE LINUX platform using ORACLE as both a data container and processing engine. A relational database was chosen, because a lot of the system's inherent logic including the proximity relation between AAC and NAC aircraft or the coverage alternatives for optimization of radio frequency load can be modeled ideally employing N:M entity relationships. The major system archi-

ture centers around the Scheduling Component, which is implemented efficiently by PL/SQL stored procedures. The ORACLE kernel is embedded in a JAVA wrapper, that also implements the encoding and decoding of surveillance data. On application level the ASTERIX (All-Purpose Structured Eurocontrol SuRveillance Information Exchange) protocol with its categories 21 (ADS-B data) and 62 (surveillance track data). [7][8] as well as DF18 output format ([5]) is implemented. On transport level a Wide Area TCP/IP network using UDP as transmission protocol is used. Online input data is normally received from a Tracking System in an Air Traffic Control Centre. Figure 1.10-3: TIS-B operation on a prototype surveillance data display using a Mercator projection in replay modus and generated data (green cones are TIS-B groundstations' send events).

### Status and Outlook

A TIS-B Server prototype is implemented and currently undergoing integration and system testing. Interface testing from and to the adjacent systems of the co-operation partner were successful. Initial functional testing is taking place using recorded track data of operational traffic in ASTERIX Cat 62.

As an additional test vehicle, a combined ADS-B/MLAT antenna is installed on the roof of the Hochschule Offenburg. It receives live ADS-B data of the air traffic in the South-West German airspace and feeds this data via the UASO's campus LAN to the TIS-B server in the laboratory.

Currently the focus of the project is on the development of a simulation testbed, including test data generators and analysis tools for validating the system against the functional and optimization requirements. Additionally, as a thesis work item, a Google-Earth-based visualization component is under way.

### References

- [1] Heinrich Mesen, *Moderne Flugsicherung, Organisation, Verfahren, Technik*, Springer Verlag, 3. Auflage 2004
- [2] EUROCONTROL, *Automatic Dependent Surveillance Concept*, SUR/ET3/ST06.2101/001, 2001
- [3] EUROCONTROL *CASCADE Program*, [www.eurocontrol.int/cascade](http://www.eurocontrol.int/cascade)
- [4] E. Mayer, *RADNET – A network for Air Traffic Control*, GI Fachtagung Kommunikation in Verteilten Systemen (KIVS), Chemnitz, 1995
- [5] RTCA, *Minimum Operational Performance Standards (MOPS) for 1090 MHz Extended Squitter Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B)*, RTCA DO-260A, Vol1 & 2, 2003
- [6] Wörn, Brinkschulte, *Echtzeitsysteme*, Springer Verlag, 2005
- [7] E. Mayer, *ASTERIX – The Emerging World-Wide Standard in the Surveillance Domain*, ATCA, 43<sup>rd</sup> Annual Convention, Atlantic City, USA, 1998
- [8] EUROCONTROL, *ASTERIX, Part 9, Cat 62, SDPS Track Messages*, Ed. 1.8, August 2008



Fig. 1.10-3: shows an excerpt of the TIS-B servers operational console



Differenzierung durch Standards

## Optimierung von Produkten und Prozessen in der Fertigungsindustrie

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

BCT Technology AG • [www.bct-technology.com](http://www.bct-technology.com)



## Im Blickpunkt - Förderung des Mittelstandes

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

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

 **Volksbank Offenburg**

# magmaOffenburg qualifiziert sich für RoboCup WM

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

Badstraße 24  
77652 Offenburg  
Tel.: 0781 205-258  
E-Mail: klaus.dorer@fh-offenburg.de

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



**Forschungsgebiete:** Transportoptimierung, Künstliche Intelligenz

## 1.11 magmaOffenburg qualifiziert sich für RoboCup WM

Prof. Dr. rer. nat. Klaus Dorer

### Einleitung

Seit 1997 finden jährlich Weltmeisterschaften im Roboterfußball statt. Dabei wird in verschiedenen Ligen teils mit echten, teils mit simulierten Robotern Fußball gespielt. In der small size league spielen fünf gegen fünf Roboter auf einem 5x4,5 m großen Feld. Die Steuerung der Roboter wird von einem externen Rechner übernommen, der seine Information von einer über dem Feld angebrachten Kamera erhält. In der middle size league spielen vier gegen vier Roboter auf einem 8x12 m großen Feld. Hier müssen im Unterschied zur small size league die Roboter vollständig autonom sein, d.h., alle Sensoren und auch die Entscheidungslogik muss auf dem Roboter selbst untergebracht sein. Dasselbe gilt für die four legged robot league, bei der jeweils vier Sony Aibo Roboter gegeneinander antreten (Abbildung 1.11-1), sowie für die Königsklasse, der humanoid league, bei der jeweils drei zweibeinige Roboter gegeneinander spielen. Daneben existieren zwei Simulationsligen: die seit 1997 existierende 2D simulation league, bei der elf gegen elf gespielt wird und die seit 2005 im Programm befindliche 3D simulation league, bei der im Gegensatz zur 2D league tatsächlich existierende zweibeinige Nao-Roboter simuliert werden. In dieser Liga hat sich erstmals eine Mannschaft der Hochschule Offenburg für die Weltmeisterschaft 2009 qualifiziert. Neben Fußballrobotern gibt es auch Ligen für Hausroboter (RoboCup@Home) und



Fig. 1.11-1: Vier Sony-Aibo-Roboter spielen gegeneinander

Rettungsroboter (RoboCup Rescue). Inzwischen ist die RoboCup WM mit der zugehörigen Konferenz zum größten Robotik-Event weltweit avanciert.

### 3D-Simulation

Bei der 3D-Simulation werden simulierte Nao-Roboter gesteuert (Abbildung 1.11-2, 1.11-3). Ein zentraler Server übernimmt die physikalische Simulation der Roboter und ihrer Umgebung. Dazu wird die frei verfügbare Physik-Simulation ODE verwendet.

Jeder Spieler ist ein eigenes Programm, das selbstständig über alle Aktionen des Spielers entscheidet. Es erhält vom Server individuelle Wahrnehmungen der einzelnen Sensoren des Roboters. Dazu zählen Wahrnehmungen zu Winkelstellungen der Gelenke, Drucksensoren an beiden Füßen, ein Gyro-Sensor sowie eine Kamera. Alle Wahrnehmungen liegen bereits in symbolischer Form vor, d.h., der Spieler erhält z.B. keine Bitmap von der Kamera, sondern bereits die ungefähre Information, in welchem Winkel



Abb. 1.11-2: 3D-Simulation



Abb. 1.11-3: Nao-Roboter

und wie weit entfernt der Ball ist. Der Spieler schickt zum Server die Aktionen, die er durchführen möchte in Form von Ansteuerungen an die verschiedenen Motoren. Diese werden vom Server entsprechend ausgeführt.

Neben der reinen Physiksimulation implementiert der Server auch die Fußballregeln und übernimmt die Funktion eines Schiedsrichters. An den Server ebenfalls angeschlossen ist ein Programm zur Visualisierung des Spielverlaufs (Abbildung 1.11-4).

**magmaOffenburg**

Die Mannschaft der Hochschule Offenburg, magmaOffenburg, ist forschungstechnisch der Nachfolger der 2D-Simulationsmannschaften magmaFreiburg (2. in Stockholm 1999, 5. in Melbourne 2000), living systems (13. in Seattle 2001) und magmaFurtwangen (23. in Padua 2003). Implementierungstechnisch handelt es sich aber um eine vollständige Neuentwicklung für die 3D-Simulationsliga. Aus technischer Sicht ist die komponentenbasierte Schichtenarchitektur erwähnenswert, die es gestattet, sowohl einzelne Komponenten auszutauschen, als auch beliebige Schichten wiederzuverwenden (Abbildung 1.11-5). Aus wissenschaftlicher Sicht ist besonders die auf Extended Behavior Networks (EBNs) basierende Entscheidungskomponente interessant, die im Weiteren kurz erläutert wird.

**Extended Behavior Networks**

Extended Behavior Networks (EBNs) wurden 1999 zur situationsangepassten und planenden Verhaltenssteuerung vorgeschlagen [1]. EBNs bestehen aus den Zielen und Wahrnehmungen des Agenten sowie aus sogenannten Kompetenzmodulen.

Die Ziele bestehen aus einer Zielbedingung (fuzzy-Proposition), einer Wichtigkeit und einer situationsabhängigen Relevanzbedingung. Damit lassen sich z.B. unterschiedliche Wichtigkeiten von Zielen wie „Tor erzielen“ für Stürmer und Abwehrspieler modellieren. Außerdem kann mit Hilfe der Relevanzbedingung z.B. der Einfluss dieses Ziels auf die Verhaltensauswahl reduziert werden, wenn sich der Ball in der Nähe des eigenen Tors befindet.

Die Wahrnehmungen sind Fuzzy-Propositionen, die zur Ermittlung der Ausführbarkeit von Kompetenzmodulen

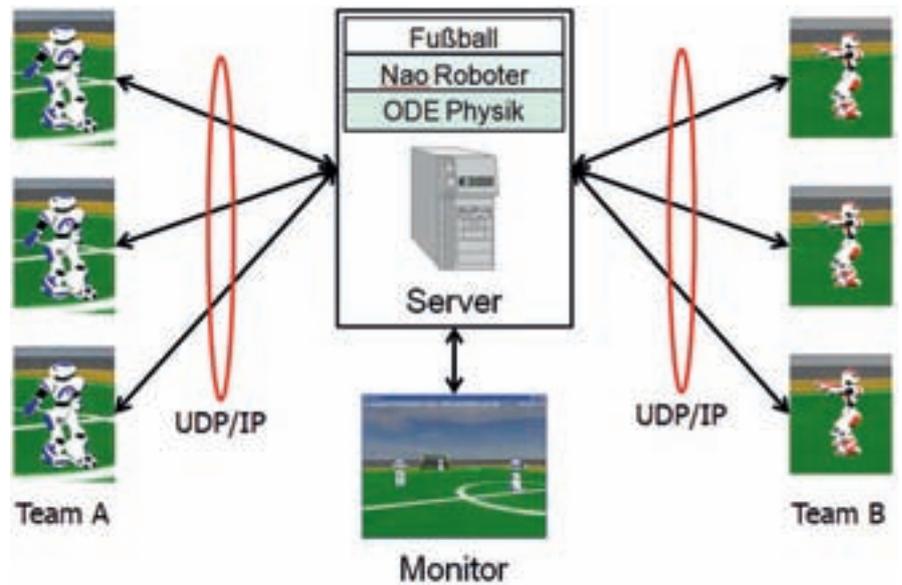


Fig. 1.11-4: Gesamtaufbau 3D-Simulation

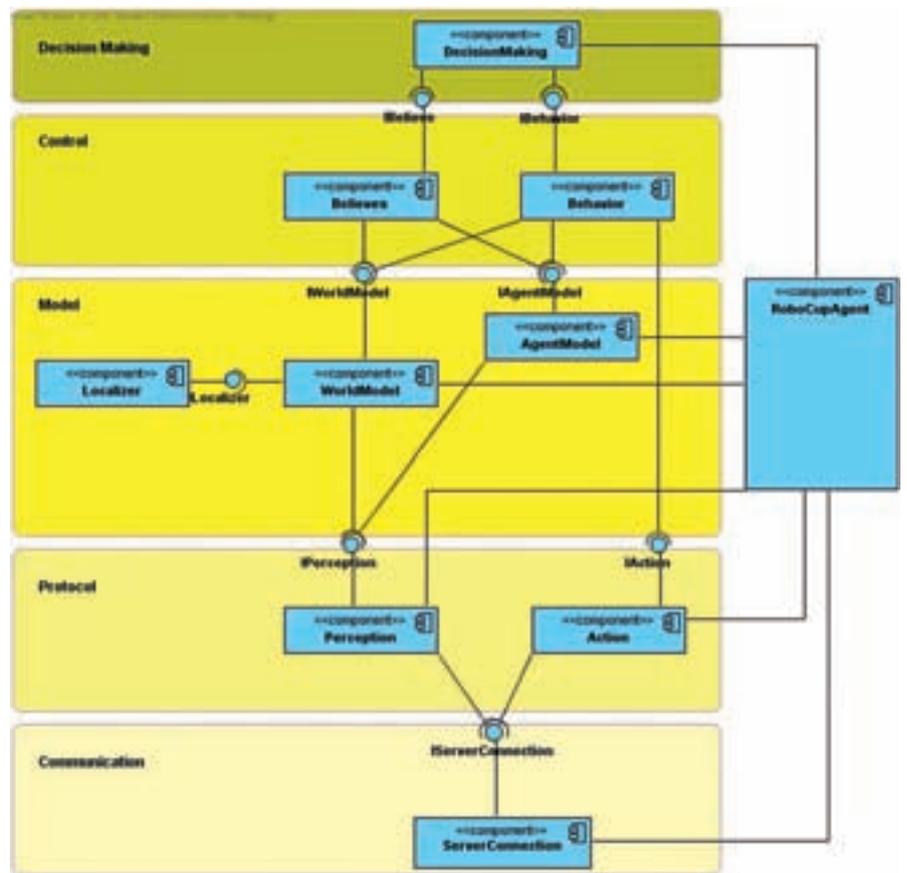


Fig. 1.11-5: Architektur eines Spielers

dienen. Sie werden in der Regel als lineare Fuzzy-Werte implementiert, sodass z.B. die Proposition „nahe am Tor“ wahr (1.0) ist ab 4 m vor dem Tor, falsch ist (0.0) bei mehr als 16 m Abstand vom Tor und dazwischen linear interpoliert wird. Die Verknüpfung mehrerer Wahrneh-

mungen wird durch ein Fuzzy-and bewerkstelligt.

Die Kompetenzmodule enthalten Verhaltensregeln mit Vorbedingungen (und Verknüpfte Fuzzy-Propositionen), Aktion und Effekten mit Eintrittswahrschein-

lichkeit. Eine Regel kann z.B. lauten: Wenn naheAmTor und habeBall dann schießeAufTor mit Effekt torErzielt 0.4 und nicht habeBall 0.96.

Ziele, Wahrnehmungen und Kompetenzmodule werden in ein Netzwerk verknüpft (Abbildung 1.11-6). Die Verbindungen dienen dazu, einerseits die Ausführbarkeit jedes Kompetenzmoduls zu berechnen, andererseits den erwarteten Nutzen zu bestimmen. Das Kompetenzmodul mit dem höchsten Produkt aus Ausführbarkeit und erwartetem Nutzen (Aktivierung) kommt zur Ausführung. Die Aktivierung, die ein Kompetenzmodul von einem Ziel erhält, entspricht dabei dem Produkt aus Wahrscheinlichkeit und Nutzen entsprechend der Entscheidungstheorie. Je mehr und je wahrscheinlicher ein Kompetenzmodul ein Ziel wahr macht, desto höher die Aktivierung. Weiterhin werden Kompetenzmodule, die nicht erfüllte Vorbedingungen anderer Kompetenzmodule wahr machen können zu Unterzielen dieser und senden ebenfalls Aktivierung an diese. So wird durch einen Prozess

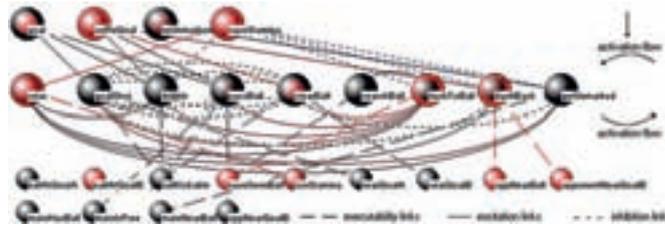


Fig. 1.11-6

des Aktivierungsaustauschs ständig berechnet, welches Kompetenzmodul und damit welches Verhalten das Nützlichste in der aktuellen Situation ist. Dieses kommt dann zur Ausführung.

Neuerdings konnte auch gezeigt werden, dass sich mit EBNs neben rationalem Entscheidungsverhalten auch menschliches Entscheidungsverhalten modellieren lässt, das unter bestimmten Umständen nicht der rationalen Entscheidungstheorie folgt [2].

#### Turniere

Die Mannschaft magmaOffenburg wird auf der German Open vom 20. bis 24. April in Hannover erste Turniererfahrung sammeln. Darüber hinaus hat sie sich

auch für die diesjährige Weltmeisterschaft Anfang Juli in Graz qualifiziert. Bis dahin gibt es für die Studierenden der Informatik und Communications and Media Engineering noch viel zu tun (Abbildung 1.11-7).

#### Literatur

- [1] Dorer, K.: Behavior Networks for Continuous Domains using Situation-Dependent Motivations. Proceedings of the 16th International Conference of Artificial Intelligence (1999), pp. 1233–1238
- [2] Dorer, K.: Modeling Human Decision Making using Extended Behavior Networks. Accepted for RoboCup Symposium, Graz, Austria (2009)

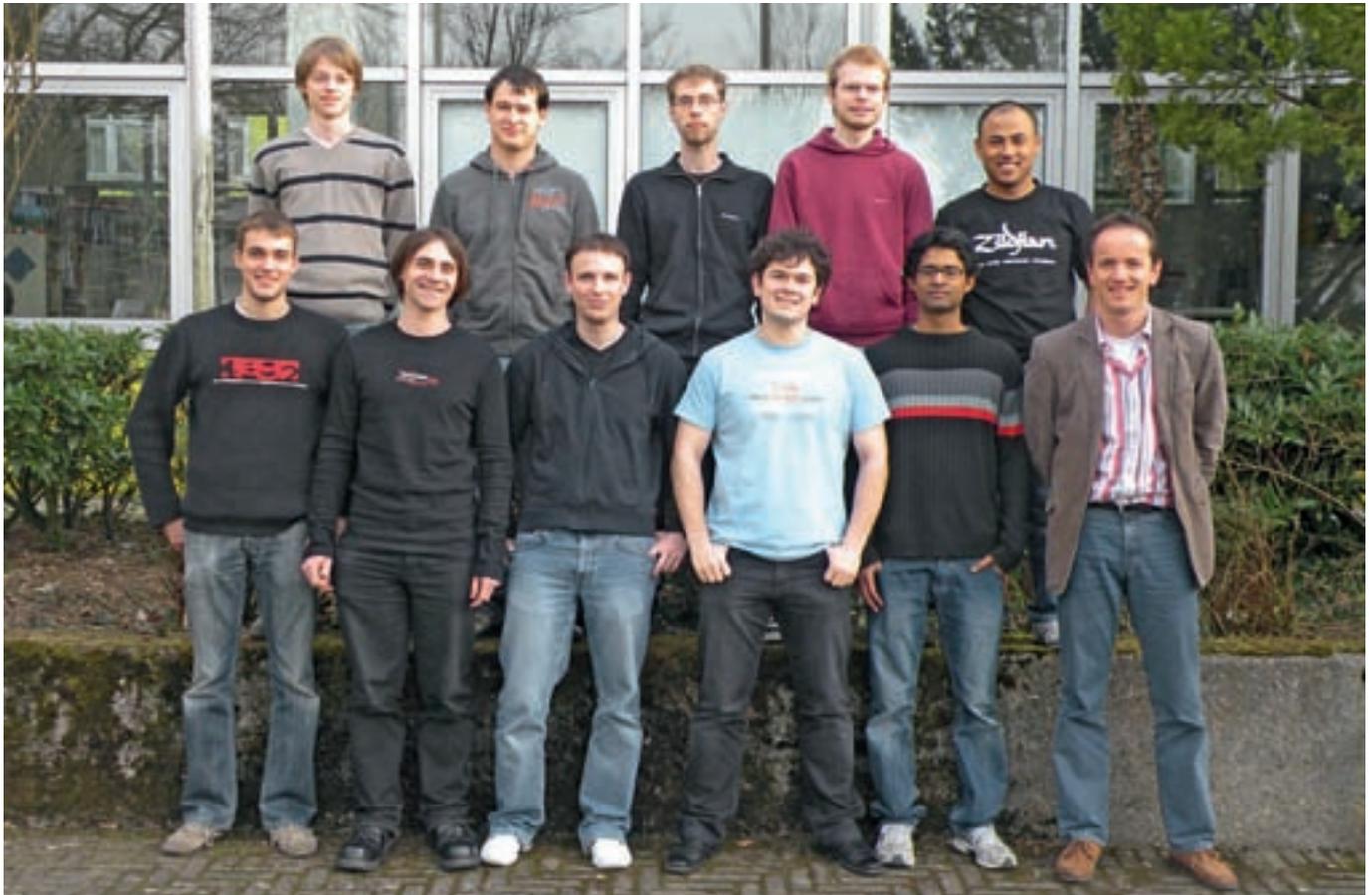


Fig. 1.11-7: Team: hinten, vl.: Sebastian Mayer, Thomas Rinklin, Stefan Glaser, Ingo Schindler, Rajit Shahi  
vorn, vl.: Markus Brück, Simon Raffener, Thomas Huber, Mathias Ehret, Srinirasa Raganan, Klaus Dorer

## A solution for short-reach multimode fibre connections with non-ideal offset connectors using a tolerant launching scheme

**Prof. Dr.-Ing. Winfried Lieber**

Fakultät Elektrotechnik  
und Informationstechnik (E+I)  
Studiengangleiter Fakultät  
Medien- und Informationswesen (M+I)  
Rektor der Hochschule Offenburg

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

**1955:** Geboren in Kandel

**1976:** Studium der Elektrotechnik an der Universität Kaiserslautern

**1983:** Diplom

**1983–1987:** Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Optische Nachrichtentechnik an der Universität Kaiserslautern

**1987:** Promotion über Messung und Analyse von Ausbreitungseigenschaften dispersionsoptimierter Einmodenfasern

**1987:** Eintritt in die Siemens AG, Unternehmensbereich Öffentliche Kommunikationsnetze München, Gruppenleiter: Lichtwellenleiter Verbindungstechnik und zugehörige Messtechnik, Referatsleiter: Lichtwellenleiter Ortsnetze und Aktive LAN-Komponenten

**1992:** Professur an der Fachhochschule Offenburg, Leiter des Labors für Optoelektronik und optische Nachrichtentechnik

**Seit 1994:** Mitglied des Instituts für Angewandte Forschung (IAF) der Hochschule Offenburg

**1995–1997:** Studiengangleiter Medien- und Informationswesen

**1995:** Berufung in den Fachausschuss 5.4 der ITG (Informationstechnische Gesellschaft) im VDE: Informationstechnische Gebäudesysteme

**Seit 1997:** Rektor der Hochschule Offenburg

**Seit 2007:** Vorsitzender der Rektorenkonferenz der Fachhochschulen Baden-Württembergs

**Forschungsgebiete:** Physik, Optoelektronik, Optische Nachrichtentechnik, Kommunikationsnetze



### 2.1 A solution for short-reach multimode fibre connections with non-ideal offset connectors using a tolerant launching scheme

Prof. Dr. Winfried Lieber  
Prof. Dr. Dan Curticaean  
Prof. Dr. Christian-Alexander Bunge

Prof. Dr. Christian-Alexander Bunge lehrt an der Hochschule Leipzig und forscht an der Technischen Universität Berlin am Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik

#### Abstract

Der Beitrag wurde in Straßbourg bei der Photonics Europe am 11. April 2008 von Dr. Bunge dem Fachpublikum in einer Präsentation vorgestellt. Das dazu entstandene Paper [1] beruht auf den bisherigen Ergebnissen der Autoren im Bereich der Untersuchungen der Modenausbreitung in Lichtwellenleitern [2]–[4], korreliert mit unseren neuesten Ergebnissen und den Erkenntnissen aus diesem Bereich.

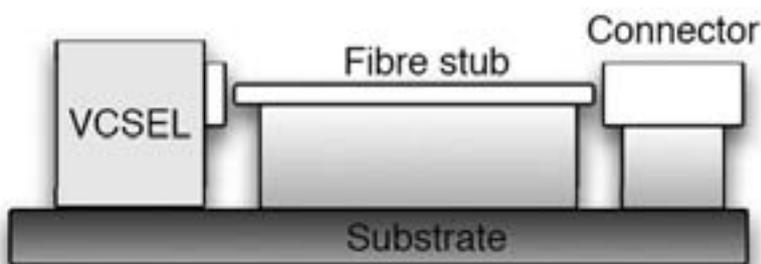
In short-reach connections, large-diameter multimode fibres allow for robust and easy connections. Unfortunately, their propagation properties depend on the excitation conditions. We propose a launching technique using a fibre stub that can tolerate fabrication tolerances in terms of tilts and off-sets to a large extent. A study of the influence of dis-

placed connectors along the transmission link shows that the power distributions approach a steady-state power distribution very similar to the initial distribution established by the proposed launching scheme.

For interconnection links up to several hundred meters multimode fibres are a good choice due to their robustness and ease of handling. Their relatively large diameter compared to single-mode fibres allows for robust and easy connections. Unfortunately, the propagation properties of multimode fibres depend on the coupling of light into the fibre: The impulse response changes with different excitation conditions – a fact that is measured e.g. by differential mode delay (DMD) measurements. At non-ideal connectors between different fibres,

attenuation and a redistribution of power occurs, which lead to once again changing propagation properties and losses.

We investigate the influence of off-sets and tilts of connectors at the transmitter and along the on the propagation properties for different launching set-ups at the transmitter and elaborate a launching scheme that can tolerate large variations in terms of angular tilt and lateral offsets at the transmitter and at the connector along the link. For different launching schemes, the variations of coupling loss and modal noise will be investigated experimentally and maximum values assessed numerically. The influence of power re-distribution on the transmission characteristics will be shown. Finally, a standard-compliant robust launching scheme will be present-



**Fig. 2.1-1:** Proposed set-up for tolerant launching scheme with fibre stub between VCSEL transmitter and multimode Transmission fibre

ted that induces a modal power distribution tolerant against launching variations and connector tolerances. The approach relies on a controlled excitation of medium-order modes of neighboring mode groups, which exhibit similar modal delay and spatial field distribution. It aims to restrict the power distribution to a small number of mode groups while simultaneously exciting as many modes within the principal mode group.

The measurements of the base-band frequency response have been conducted in the time domain and a schematic presentation of the measurement system was presented in [2]–[3].

The investigated fibres show a core diameter of  $62.5\ \mu\text{m}$  and a numerical aperture of approximately 0,27. The results were discussed in detail in [2].

The maximum of approximately 10% of the total power is launched into  $\text{LP}_{1,3}$ ,  $\text{LP}_{2,3}$  and  $\text{LP}_{2,2}$ . These modes show a smaller difference of propagation delays as in the case of  $x_r = 8\ \mu\text{m}$ . Therefore no pulse splitting occurs. The pulse only broadens. The measured and the calculated pulses show delay differences between the excited.

The launching condition of a multimode fibre link should be designed in a way that most of the power will be launched into medium-order modes and that the condition regarding the spatial power distribution will be met (Encircled Flux – total integrated intensity in an area up to a specified radius – has to be controlled at  $4.5\ \mu\text{m}$  and  $19\ \mu\text{m}$ ). In real-world applications the manufacturers have to allow fabrication tolerances in terms of radial offsets, tilts and axial offsets while still meeting the encircled-flux conditions. This can be quite tough particularly if one wants to allow relatively wide tolerances for efficient fabrication. Therefore we propose a fibre-stub solution to alleviate changes of the input launching conditions. The set-up is depicted in Figure 2.1-1. The light will be coupled into a  $24\text{-}\mu\text{m}$ -diameter fibre stub with a step-index profile, which will lead to an almost homogeneous intensity distribution after a certain fibre length independently of the input power distribution. We will investigate how long the fibre stub has to be in order to efficiently re-distribute the intensity over the total end face. In order to investigate the modal power distribution, which will be induced by the fibre stub, the propagation of all guided modes within the fibre stub was studied in detail.

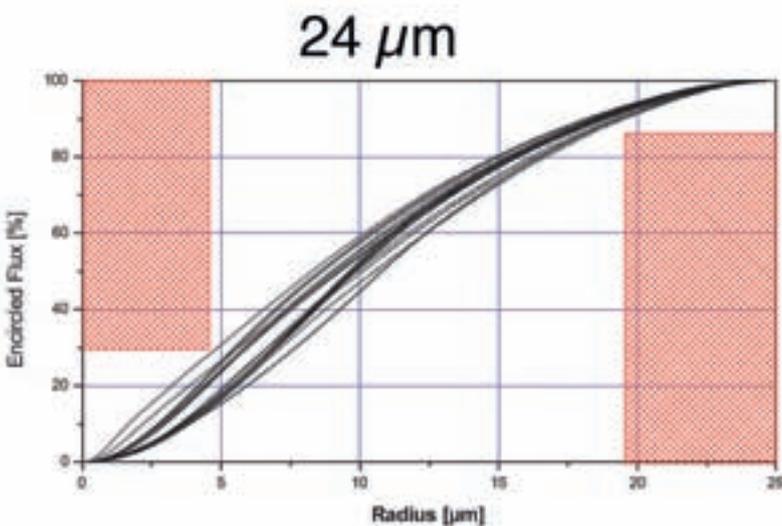


Figure 2.1-2: Cumulated intensity distributions

Figure 2.1-2 show the cumulated intensity distributions for the investigated launching conditions after a long fibre stub with the radius  $24\ \mu\text{m}$  where the best results was obtained.

## Referenzen/References

- [1] Christian-Alexander Bunge, Winfried Lieber, Dan Curticaean: Tolerant launching scheme for short-reach multimode fibre connections with non-ideal offset connectors – Optical Sensors 2008 (Proceedings – Volume Photonics Europe 2008) ISBN: 9780819472014 – doi:10.1117/12.781463
- [2] Bunge, C.-A., Lieber, W., and Curticaean, D., “New aspects in bandwidth measurements considering the effects of dmd,” Optics and Laser Technology 39, 61–67 (2007)
- [3] Christian – Alexander Bunge, Winfried Lieber, Dan Curticaean: Evaluation of Launch-Dependent Frequency Response of Multimode Fibers for Subcarrier-Multiplexing (SCM) – Fontiers in Optics 2007 / Laser Science XXIII / Organic Materials and Devices for Displays and Energy Conversion (Optical Society of America, Washington, DC, 2007) JSuA33, ISBN 1-55752-846-2
- [4] Winfried Lieber, Xiao Su Yi, Nisapol Nontasut, Dan Curticaean: 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 (Paper) 1432–0649 (Online) DOI: 10.1007/s00340-002-1013-6

# Holographische Verfahren

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

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

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



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

## 2.2 Holographische Verfahren

Prof. Dr. Werner Schröder

### Einleitung

Seit einigen Jahren arbeitet der Autor theoretisch und experimentell an Verfahren der Computerholographie. Modifizierte LCD-Displays lassen sich sowohl als Amplituden- als auch als Phasenhologramme nutzen, hochauflösende CCD-Kameras stehen zur Verfügung, die erforderlichen hohen Rechenleistungen sind ebenfalls verfügbar, all das zu relativ geringen Kosten. Damit werden holographische Verfahren in vielen Bereichen zu einer interessanten Alternative zu bestehenden Verfahren und eröffnen teilweise auch ganz neue Möglichkeiten. Der Artikel soll einen Überblick über die grundsätzlichen Zusammenhänge geben. Die erforderliche Mathematik ist recht komplex, insbesondere, wenn es um schnelle Verfahren geht, und Gegenstand aktueller Forschung. Auf eine eingehende Darstellung der Mathematik und Signalverarbeitung wird aus Platzgründen verzichtet.

### Liquid crystal displays (LCD) als optische Elemente

Ein LCD-Display kann als eine Ansammlung von hundertausenden elektronisch einstellbare Lichtventile aufgefasst werden. Die typische Fläche eines solchen Ventils ist  $25\ \mu\text{m} \times 25\ \mu\text{m}$ . Fällt beispielsweise ein paralleles Lichtbündel mit monochromatischem Licht aus dem sichtbaren Bereich auf ein solches LCD, so wird es in jedem Pixel in einen Winkelbereich von etwa  $0.5\ \mu\text{m}/25\ \mu\text{m} = 0.02\ \text{rad}$  gebeugt. In einer gewissen Entfernung hinter dem LCD überlappen sich

all diese gebeugten Lichtbündel. Die beobachtete Intensität an einem Punkt im Raum ist nun proportional zum Quadrat des Zeitmittels über der Summe aller elektrischen Felder der elektromagnetischen Wellen der Bündel.

Fällt das Licht senkrecht auf das LCD-Display ein, so kommen die Lichter aus den durchlassenden Ventilen mit gleicher Phase heraus. Es ist nun wesentlich, dass die Entfernungen von jedem Pixel zu einem bestimmten Raumpunkt hinter dem LCD unterschiedlich sind, sodass die Lichter dort von den einzelnen Pixeln mit unterschiedlichen Phasen ankommen. Sind alle Ventile offen, so wird die Summe der elektrischen Felder daher nahezu null ergeben. Werden nun nur die Ventile geöffnet, deren Phasenbeitrag für einen bestimmten Punkt in etwa gleich sind, so addieren sich die elektrischen Felder dort konstruktiv auf und es ergibt sich an diesem Raumpunkt eine hohe Lichtintensität. Das auf das LCD auffallende Licht wird gewissermaßen wie mit einer Linse auf diesen Punkt fokussiert. Durch verändern der durchlassenden Pixel kann der Brennpunkt in einem weiten Bereich im Raum verändert werden.

Ein Nachteil dieses Verfahrens ist, dass etwa die Hälfte aller Ventile geschlossen sind und daher die Hälfte des einfallenden Lichts nicht genutzt wird. Man kann ein LCD nun so modifizieren, dass es statt als Lichtventil als elektrostatisch einstellbarer Phasenschieber wirkt. Gibt man nun den vorher sperrenden Pixeln, die zu einer falschen Phase am Raumpunkt geführt hätten, eine zusätzliche Phasenschiebung von 180 Grad mit, so addieren auch sie sich am gewünschten

Raumpunkt konstruktiv hinzu; das sich ergebende Hologramm wird sehr lichtstark.

Die direkte Berechnung, welche Pixel welche Phasenschiebung aufweisen müssen, ist über die Berechnung der Abstände der Pixel zum Raumpunkt in diesem Fall recht einfach.

Interessant ist nun, dass man auf diese Weise nicht nur einen hellen Punkt, sondern sehr viele gleichzeitig an beliebigen Punkten in einem großen Raumbereich erzeugen kann und außerdem nicht nur reelle Bilder, sondern auch virtuelle Bilder erzeugt. Ein reelles Bild kann man auf einem Schirm auffangen, ein virtuelles sieht man, wenn man in das LCD hineinschaut. Legt man die hellen Punkte nun beispielsweise so, dass sie die Oberfläche eines (gerechneten) Objekts repräsentieren, so sieht man dieses Objekt dreidimensional, wenn man in das LCD hineinschaut. Legt man die Punkte beispielsweise alle in die Ebene einer Projektionsleinwand, so sieht man dort wie bei einem Projektor das entsprechende Bild.

In den heutigen LCDs ist die Zahl der Pixel leider noch zu klein und ihre Pixelfläche noch zu groß, um als vollwertige dreidimensionale Displays oder als Projektor ohne weitere Optik allgemeine Verwendung zu finden. Für eine Reihe von Spezialzwecken stören diese technologischen Begrenzungen aber wenig, teilweise lassen sie sich durch die Verwendung weiterer optischer Bauelemente wie Linsen aufheben. Für Anwendungen ist interessant, dass die Linsen einfach und billig sein können, ihre Aberrationen lassen sich über das pha-

senschiebende LCD rechnerisch gleichzeitig völlig kompensieren.

Die wesentliche Begrenzung für die Verwendung liegt im Abtasttheorem begründet, die Amplitude oder Phase wird nicht kontinuierlich, sondern diskret über die LCD-Fläche verändert. Ein LCD kann in erster Ordnung Licht nicht stärker beugen (ablenken) als ein optisches Gitter mit dem Gitterabstand von zwei Pixeln, also etwa  $0.5 \mu\text{m}/50 \mu\text{m} = 0.01$  rad. Damit ergibt sich bei gegebener LCD-Größe ohne weitere Optik ein minimaler Abstand der Fokuspunkte von etwa  $0.02\text{m}/0.02 \text{ rad} = 1\text{m}$ .

Im Rahmen dieser Begrenzung lassen sich LCDs als „mathematische“ komplette optische Systeme verwenden, deren Eigenschaften mehr als 25-mal in der Sekunde verändert werden können. Es lassen sich damit u.a. also dreidimensionale Filme darstellen. Die gesamte „Arbeit“ verlagert sich damit in die digitale Signalverarbeitung, und es lassen sich mit einem einzigen LCD beispielsweise „perfekte“ Optiken oder optische Systeme erstellen, die real überhaupt nicht realisierbar wären.

In vielen Fällen ist zudem ein Laser als Lichtquelle nicht erforderlich, es ist nur wesentlich, dass die Kohärenzlänge der Lichtquelle größer als die maximale Differenzstrecke der sich überlagernden Lichtstrahlen ist. Im Zeitmultiplex lassen sich daher beispielsweise auch farbige Projektionen durch Verwendung von LEDs unterschiedlicher Farben erstellen.

### Objektrekonstruktion

Das von einem Objekt reflektierte Licht beinhaltet alle Informationen über die sichtbaren Teile eines Objekts, wenn die Eigenschaften des zu beleuchtenden Lichts exakt bekannt sind.

Diese Aussage bezieht sich aber auf die Amplituden und Phasen der elektromagnetischen Wellen; bei der einfachen Beobachtung mit dem Auge beobachtet man leider nur die Intensität des Lichts.

Sind die Amplituden und Phasen des von einem Objekt reflektierten Lichts beispielsweise in einer Fläche in einem gewissen Abstand zum Objekt bekannt, so lässt sich aus dieser Information das Objekt auf mathematischem Weg komplett rekonstruieren. Die Auflösung und

Genauigkeit der Rekonstruktion hängt bei gegebener Lichtwellenlänge vom Raumwinkel ab, den diese Fläche vom Objekt sieht.

Das Objekt wird nun beispielsweise mit einem parallelen Bündel monochromatischen Lichts bestrahlt. Das reflektierte Licht fällt auf einen CCD-Bildaufnahmewandler. Man sieht nur eine eher gleichmäßig beleuchtete Fläche. Wird nun ein Teil des beleuchteten Lichts auch auf das CCD gerichtet (Referenzstrahl), so entsteht ein Interferenzmuster auf dem CCD. In den Bereichen, in denen die Phasen von Objektlicht und Referenzlicht annähernd gleich sind, wird es heller, wo sie gegenphasig sind, eher dunkler. Macht man nun zwei CCD-Aufnahmen, zwischen denen die Phase des Referenzlichts um 90 Grad geschoben wird, so kann man daraus Amplitude und Phase des Objektlichts fein ortsaufgelöst berechnen. Hieraus kann nun das Objekt berechnet werden.

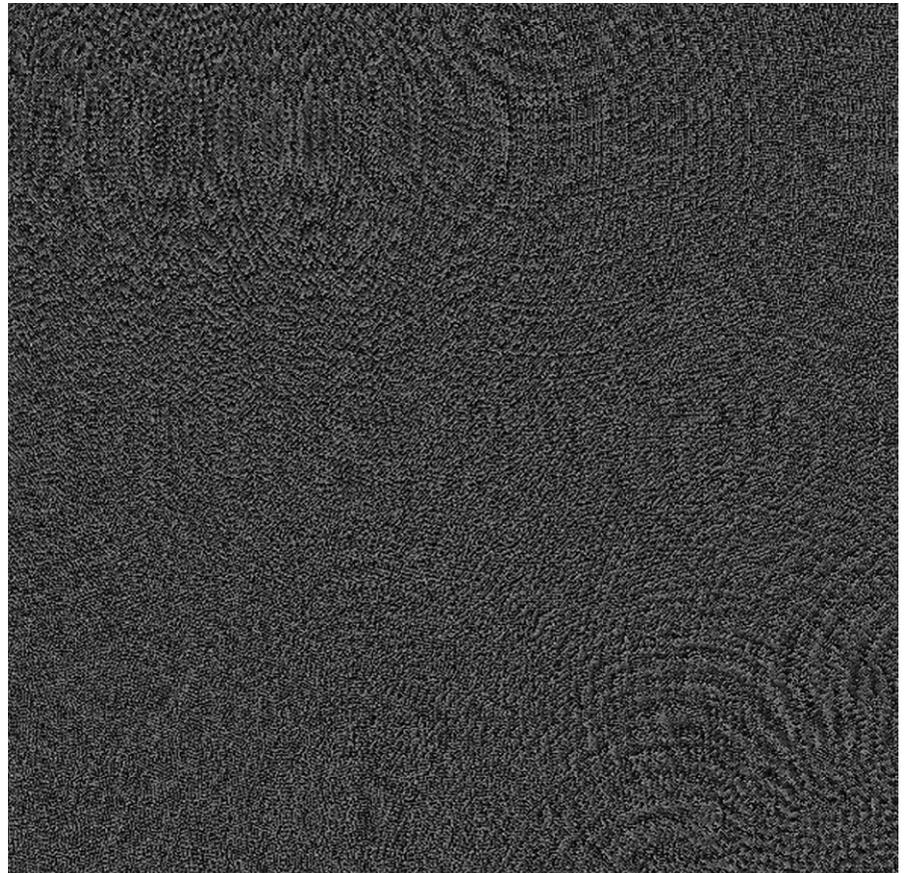
Die Begrenzung dieses Verfahrens liegt wiederum im Abtasttheorem, das Inter-

ferenzmuster muss gröber sein als die Länge zweier Pixel im CCD-array. Im Wesentlichen bedeutet dies, dass der maximale Winkel zwischen den vom Objekt reflektierten Strahlen und dem Referenzstrahl begrenzt ist; man muss seine optische Anordnung also entsprechend einrichten.

### Anwendungen

Mit einem phasenschiebenden LCD-Array lassen sich vielfältigste spezielle Beleuchtungen und Projektionen realisieren, beispielsweise auch Head-up-Displays für Fahrzeuge, in denen die Bildinformation als virtuelles Bild vor dem Fahrzeug erscheint. Interessant ist hier von der Kostenseite her insbesondere, dass mit einem LCD gleichzeitig die üblichen optischen Fehler von Linsen korrigiert werden können, sodass mit einfachsten weiteren optischen Elementen wie beispielsweise Kunststofflinsen gearbeitet werden kann.

Mit dem eigentlich relativ simplen Verfahren der holographischen Objektrekonstruktion lassen sich genaue dreidi-



**Abb. 2.2-1:** zeigt ein Phasenhologramm, wie es von einem LCD erzeugt wird. Wird das Bild mit einer LED oder einem Laser beleuchtet, so zeigt sich der wahre Inhalt Abbildung 2.2-2

mensionale Bilder eines Objekts erstellen, im einfachsten Fall fast ganz ohne Optik. Die Größe des Objekts ist kaum limitiert. Das Verfahren eignet sich insbesondere auch für die hochauflösende Mikroskopie, weil auf einfache Weise sehr hohe numerische Aperturen erzielt werden können. Weitere Anwendungen finden sich beispielsweise in der Messtechnik, wenn produzierte Objekte auf ihre Maßhaltigkeit hin überprüft werden sollen.

Die oben genannten Begrenzungen insbesondere durch das Abtasttheorem lassen sich zum Teil durch geschickte Verfahren umgehen, die allerdings den Aufwand ansteigen lassen. Eine Lösung muss jeweils problembezogen untersucht und gefunden werden.

Der erforderliche Signalverarbeitungsaufwand ist in beiden Fällen nicht unerheblich. Die Berechnungen beruhen im Wesentlichen auf dem Kirchhoff-Fresnel'schen Integral. Der direkte numerische Weg über die Summation von komplexen elektrischen Feldamplituden ist allerdings i.a. prohibitiv rechenaufwendig. Man verwendet daher üblicherweise das Kirchhoff-Fresnel'sche Integral in der Fraunhofer'schen Näherung, das die Anwendung der wesentlich schnelleren zweidimensionalen Fouriertransformationen erlaubt. Hierbei müssen (gerechnete) Linsen sowie geeignetes Resampling der Daten angewendet werden. Durch Iteration lässt sich die Genauigkeit teilweise steigern. Mit modernen digitalen Signalprozessoren sind damit viele Anwendungen in Echtzeit möglich.

### Beispiele

Abbildung 2.2-1 zeigt die entsprechenden Phasenschiebungen der Pixel als Grauwerte dargestellt. In der Abbildung 2.2-2 ist die Projektion eines Bilds auf eine Wand gezeigt. Das Bild sowie die gesamte Projektionsoptik befindet sich gerechnet im phasenschiebenden LCD.



**Abb. 2.2-2:** Projektion eines Bilds auf eine Wand

Derzeit ist an der Hochschule Offenburg ein hochauflösendes holographisches Mikroskop in der Entwicklung, das sowohl phasenschiebende LCD als auch CCD-Bildwandler beinhaltet. Über Ergebnisse wird an dieser Stelle berichtet werden.

## 2.3 Autonomer Hubschrauber fliegt

Prof. Dr. Werner Schröder  
R. Lehmann  
S. Staiger

### Einführung

An der Hochschule Offenburg wird ein autonomer Hubschrauber entwickelt. Die Zelle besteht aus einem kommerziellen Modellhubschrauber Typ Align TREX 600. Als Antrieb dient ein bürstenloser 1.6-kW-Elektromotor mit ca. 40.000 U/min, der von einem 22-V-Lithium-Polymer-Akkumulator mit 5 Ah Speicherkapazität gespeist wird. Das Abfluggewicht des Hubschraubers beträgt ca. 3 kg. Sein Hauptrotor ist ein Zweiblattrotor mit Bell-Hiller-Mechanik. Der Heckrotor wird über einen Zahnriemen von der Hauptrotorwelle abgehend angetrieben. Der Hubschrauber ist autorotationsfähig.

Für die Flugregelung wurde ein Kurs-Lagereferenzsystem entwickelt. Die eigentliche Flugregelung sowie die Datenerfassung der Sensoren erfolgt über zwei Atmega128-Mikroprozessoren. Der Hubschrauber ist mit einem Datenlink über Bluetooth mit einem PC am Boden verbunden.

### Kurs-Lagereferenzsystem

Das Kurs-Lagereferenzsystem besteht aus drei orthogonal montierten MEMS-Kreisel und zwei zweiachsigen MEMS-Beschleunigungsmessern. Die Kreisel-daten werden kompensiert und die Drehrateninformationen mit Quaternionen mit 100 Hz Datenrate in Lagewinkel gerechnet. Diese analytische Plattform wird mit Beschleunigungsmessern in Nick- und Rollwinkel stabilisiert. Der Hochachsenwinkel wird durch einen zweiachsigen Magnetfeldsensor stabilisiert. Das System ist voll kunstflugtauglich und liefert die Lagewinkel im Raum mit einer Genauigkeit von besser 1 Grad in Nick- und Rollachse.

### Positions-, Geschwindigkeits- und Höhenmessung

Zur Ermittlung der lateralen Position und der lateralen Geschwindigkeitskomponenten im Erdsystem wird ein GPS-Modul mit aktiver Antenne verwendet. Die laterale Positionsgenauigkeit ist etwa 2.5 m, die Geschwindigkeitsgenauigkeit etwa 0.1 m/s. Die Daten werden mit

4 Hz vom GPS geliefert. Da die Höheninformation beim GPS relativ ungenau ist, wird ein MEMS-Drucksensor zur Höhenmessung mit einer Datenrate von 9 Hz verwendet. Durch Kombination der ins Erdsystem transformierten Beschleunigungsmesserdaten mit den Druckmesserdaten errechnet sich laufend mit 50 Hz eine Höheninformation mit einer Genauigkeit von ca. 0.3 m mit einem Rauschen von wenigen Zentimetern. Diese Höheninformation wird zur Höhenregelung verwendet.

### Sonstige Sensoren

Das System verfügt über drei optische Bodenabstandssensoren bis ca. 5 m Abstand sowie einen Ultraschall-Abstandssensor bis ca. 10 m. Die Rotordrehzahl wird über einen Wiegandsensor erfasst. Akkuspannungen und der Strom des Hauptakkus werden laufend gemessen. Ein Stereovideokamera paar kann optional montiert werden.

### Funkverbindungen

Flugdaten werden in Paketen mit 50 Hz über eine bidirektionale 100 kBaud Bluetooth-Schnittstelle der Klasse I an einen PC am Boden gesendet. Über diese Datenverbindung werden auch Sollwegpunkte an den Hubschrauber gesendet.

Eine 35-MHz-Schnittstelle dient zur Übermittlung von Sollgeschwindigkeiten

in den drei Achsen im Raum, der Soll-drehrate um die Hochachse des Hubschraubers sowie der Sollrotordrehzahl.

Weitere analoge 2.4-GHz-Schnittstellen dienen der Übermittlung von Videodaten.

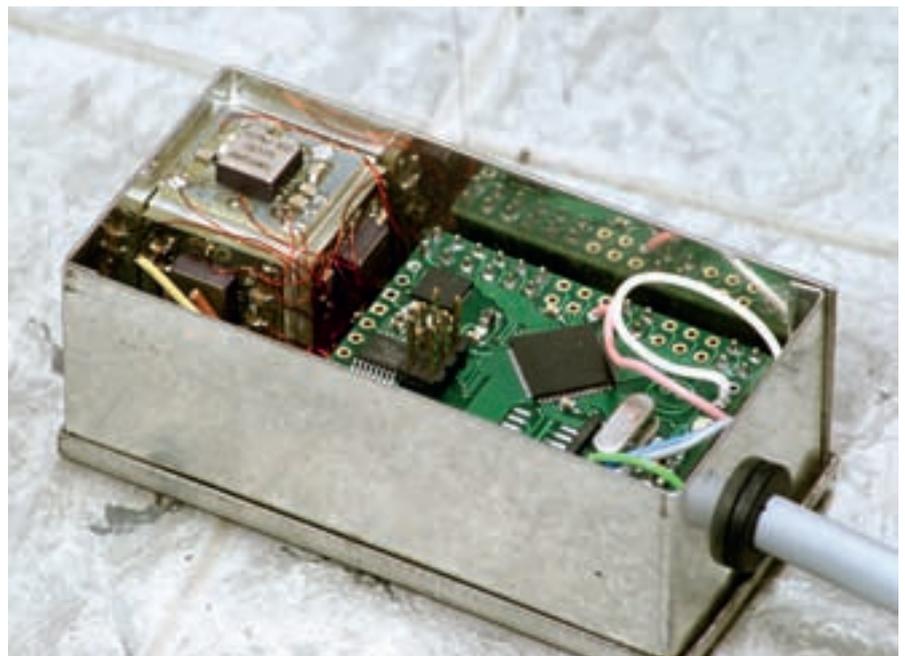
Für eine Patchantenne für den 2.4-GHz-Bereich am Boden ist eine automatische Nachführung entwickelt worden.

### Flugregelung

Die Geschwindigkeitskomponenten im Hubschrauber- und im Erdsystem sowie die Position im Erdsystem werden über die Integration der Beschleunigungsmesserdaten ermittelt. Diese Daten werden mit den GPS-Daten und den Höhenmesserdaten gestützt. Die Lagewinkel und Drehraten werden vom Kurs-Lagereferenzsystem geliefert. Alle Informationen liegen im Erd- und Hubschrauber-system mit 50 Hz Datenrate vor, Transformationen erfolgen über Richtungscosinusmatrizen.

Die eigentliche Flugregelung besteht aus einer Reihe von überlagerten Regelkreisen, die mit 50 Hz Rate gerechnet werden. Die Flugregelung ist kunstflugtauglich ausgelegt.

Ende letzten Jahres flog der Hubschrauber zum ersten Mal autonom. Derzeit werden die Regelkreise optimiert.



**Abb. 2.3-1:** Blick in das geöffnete Kurs-Lagereferenzsystem. Auf dem würfelförmigen Block sitzen drei MEMS-Kreisel und -Beschleunigungsmesser mit Elektronik. Der Rechner, der die Sensordaten in Lagewinkel umrechnet, ist auf der Elektronikkarte zu sehen.



**Abb. 2.3-2:** Der autonome Hubschrauber im Fluge

### **Anwendungen**

Eine 150 g leichte Thermokamera kann am Hubschrauber montiert werden, um Wärmebilder aus der Luft aufzunehmen. Ein Gradientenmagnetometer mit zwei dreiachsigen Fluxgatesensoren mit einem Rauschen von  $125 \text{ pT}/\sqrt{\text{Hz}}$  ist derzeit in der Entwicklung, um Magnetkarten des Bodens aufnehmen zu können. Zur genauen Positionserfassung ist eine Positionsermittlung mit einem Stereokamerapaar am Boden in der Entwicklung.

Zur automatischen Hindernisvermeidung im Flug sind derzeit Algorithmen, die aus dem optischen Fluss in den Kameradaten Hindernisse ermitteln, in der Entwicklung bzw. Untersuchung.

### **Erste Flüge**

Bisher wurden ca. 30 Flüge absolviert, die Stabilisierung in Roll- und Nick arbeitet zuverlässig auch bei Windstärken von 5 Beaufort. Probleme bereitet derzeit die Zeitverzögerung im Kalmanfilter des GPS, sie ist für hohe Dynamik zu groß. Durch eine konzeptionelle Änderung in der Stützung hoffen wir, das Problem in den Griff zu bekommen.

# Analyse der Übertragungsqualität in Funksystemen mit Antennendiversität

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

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

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

**1990:** Diplom

**1990–1994:** wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für hochfrequente Signalverarbeitung der Universität Kaiserslautern

**1994:** Promotion über neuartige Verfahren zur hochgenauen Vermessung von Funkkanälen mit Bandspreizsignalformen

**1994–1999:** Systemingenieur und Projektleiter im Zentralbereich Technik der DaimlerChrysler Aerospace AG, Ulm

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

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

**Seit 2006:** Prodekan und Studiendekan in der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik der Hochschule Offenburg



**Forschungsgebiete:** Funkkommunikation und Satellitennavigation

## 2.4 Analyse der Übertragungsqualität in Funksystemen mit Antennendiversität

Prof. Dr.-Ing. Tobias Felhauer  
 Dipl.-Ing. (FH) Henning Lohrengel

### Einleitung

Im Rahmen dieses Projekts wurde im Labor Telekommunikationstechnik der Hochschule Offenburg die Übertragungsqualität von Mehrantennensystemen durch theoretische Analysen und Simulationen analysiert. Dabei zeigt sich bereits in der ersten Projektphase bei einfachen Mehrantennenkonfigurationen mit einer Sendeantenne und mehreren Empfangsantennen wie aufgrund von Antennendiversität bei verschiedenen Kombinationsstrategien der Empfangssignale sich die Übertragungsqualität bei Rayleigh Fading deutlich verbessert.

In der Funkkommunikation wird die Übertragungsqualität wesentlich bestimmt durch die Eigenschaften des Funkkanals zwischen Sender und Empfänger. Aufgrund von Reflexionen und Bewegungen ist i.d.R. mit ausgeprägter Mehrwegeausbreitung und zeitvariantem Verhalten des Funkkanals zu rechnen. Dadurch ergibt sich eine in Abbildung 2.4-1 dargestellte Übertragungsfunktion.

Man erkennt, dass der Betrag  $|\underline{H}(f,t)|$  der Übertragungsfunktion  $\underline{H}(f,t)$  und damit die Dämpfung für einen festen Zeitpunkt  $t=t_0$  zum einen stark frequenzabhängig (frequenzselektives Dämpfungsverhalten) und zum anderen für eine feste Frequenz  $f=f_0$  die Dämpfung  $|\underline{H}(f_0,t)|$  zeitlich stark fluktuiert (Fading). Als Maß für die Struk-

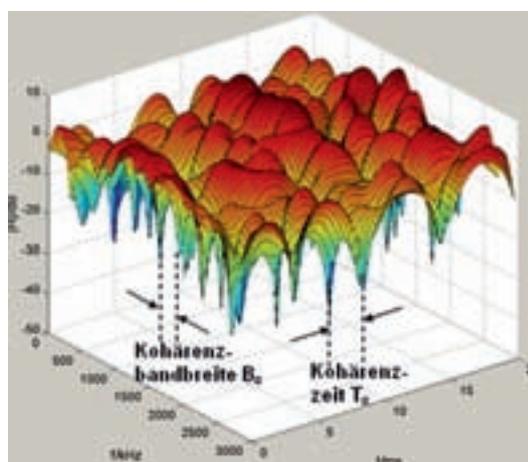


Abb. 2.4-1: Typische zeitvariante und frequenzselektive Übertragungsfunktion  $\underline{H}(f,t)$  eines Mehrwegfunkkanals

turbreite der Frequenzselektivität dient nach Abbildung 2.4-1 die Kohärenzbandbreite  $B_c$  und als Maß für die Zeitkonstante des Fadings die Kohärenzzeit  $T_c$ .

Nachfolgend wird angenommen, dass die Signalbandbreite  $B_s$  des betrachteten Funksystems kleiner als die Kohärenzbandbreite  $B_c$  des Funkkanals ist – in diesem Fall ist die Dämpfung  $|\underline{H}(f,t)|$  innerhalb der Signalbandbreite  $B_s$  näherungsweise konstant, sodass der Einfluss des Kanals auf ein Sendesymbol der Dauer  $T_s < T_c$  durch einen multiplikativen Faktor

$$\underline{h}_t = \underline{H}(f \in [B_c], t \in [T_c])$$

beschrieben werden kann (flat Fading).

Weiterhin wird angenommen, dass zwischen Sender und Empfänger keine Sichtverbindung besteht – in diesem Fall sind die Beträge der zeitveränderlichen Kanalfaktoren  $h_t$  Rayleigh-verteilt (Rayleigh Fading).

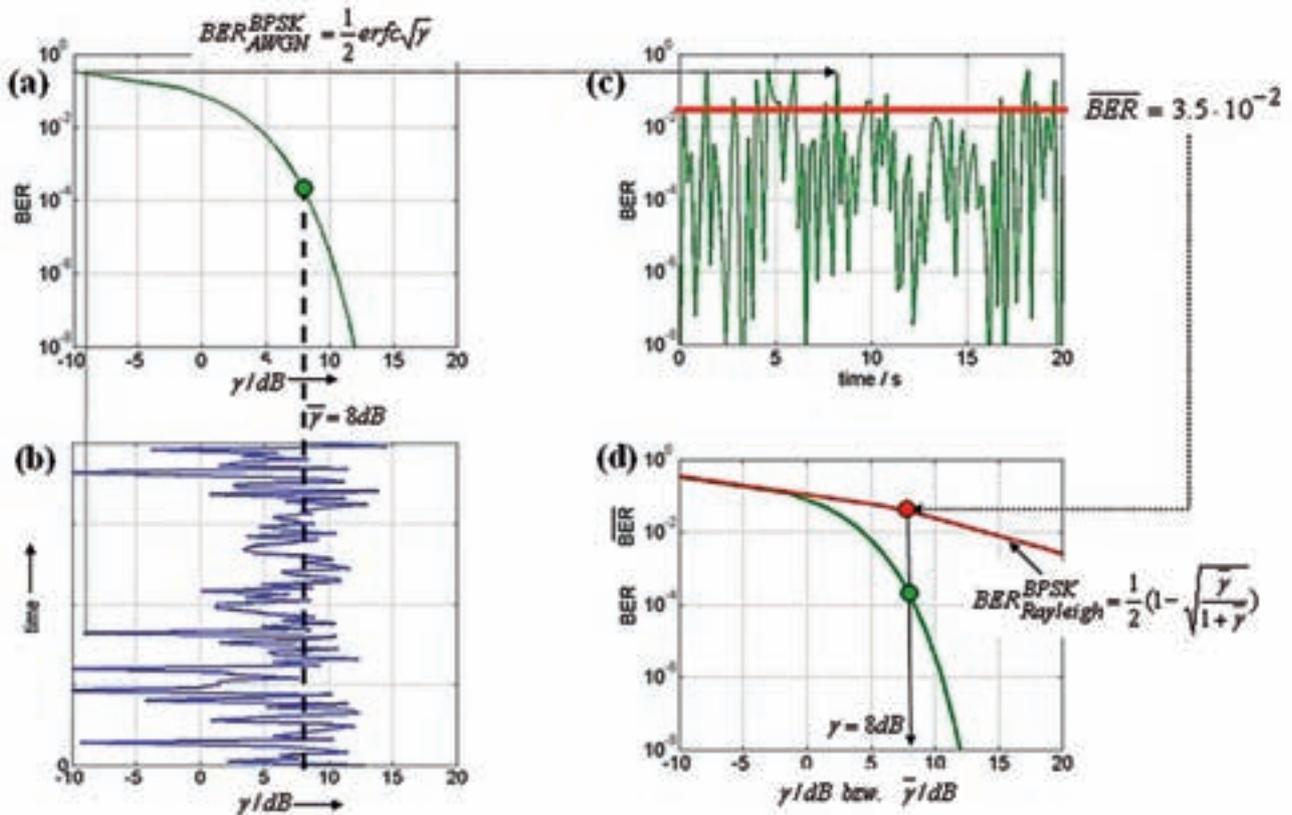
Als Modulationsart wird BPSK verwendet. Bei dieser Modulationsart ergibt sich die Bitfehlerrate (BER) abhängig vom Signal-zu-Rausch-Leistungsverhältnis  $\gamma$  am Empfänger zu

$$\text{BER}^{\text{BPSK}}(\gamma) = \frac{1}{2} \cdot \text{erfc}(\sqrt{\gamma}), \quad (1)$$

wobei  $\text{erfc}(x)$  die komplementäre Fehlerfunktion ist. Die resultierende typische BER-Charakteristik („Wasserfallkurve“) ist in Abbildung 2.4-2a dargestellt. So ergibt sich z.B. bei  $\gamma=8\text{dB}$  die Bitfehlerrate zu ca.  $\text{BER}=2 \cdot 10^{-4}$ . Aufgrund der oben beschriebenen stark zeitvarianten Dämpfung (Fading) fluktuieren auch die  $\gamma$ -Werte zeitlich. Bei Rayleigh-Fading genügen die stochastischen  $\gamma$ -Werte der Wahrscheinlichkeitsdichte

$$p_\gamma(\gamma) = \frac{1}{\bar{\gamma}} \cdot \exp\left(-\frac{\gamma}{\bar{\gamma}}\right), \quad (2)$$

wobei  $\bar{\gamma}$  der Mittelwert der  $\gamma$ -Werte ist.



**Abb. 2.4-2:**  
 (a) Bitfehler-Charakteristik  $BER(\gamma)$  bei BPSK Modulation (ohne Fading)  
 (b) zeitliche Fluktuation der  $\gamma$ -Werte aufgrund von Rayleigh-Fading  
 (c) zeitliche Fluktuation der Bitfehlerrate aufgrund der fluktuierenden  $\gamma$ -Werte  
 (d) resultierende Bitfehler-Charakteristik bei BPSK Modulation (mit Fading)

Abbildung 2.4-2b zeigt entlang der vertikalen Zeitachse stochastische  $\gamma$ -Werte in dB, die der Wahrscheinlichkeitsdichte nach (2) mit  $\bar{\gamma}=8\text{dB}$  genügen. Aufgrund der zeitlich fluktuierenden  $\gamma$ -Werte ergeben sich mit (1) auch zeitlich fluktuierende BER-Werte, siehe Abbildung 2.4-2c. Betrachtet man nun jedoch den Mittelwert

$$\overline{BER} = \int_{-\infty}^{+\infty} p_{\gamma}(\gamma) \cdot BER(\gamma) d\gamma = \frac{1}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{\bar{\gamma}}{1+\bar{\gamma}}}\right) \quad (3)$$

dieser BER-Werte, so ergibt sich dieser wiederum für  $\bar{\gamma}=8\text{dB}$  zu  $\overline{BER}=3,5 \cdot 10^{-2}$ , siehe Abbildung 2.4-2d. Folglich hat sich aufgrund der zeitlichen Fluktuation der  $\gamma$ -Werte die mittlere Bitfehlerrate  $\overline{BER}$  um nahezu den Faktor 200 gegenüber dem zuvor betrachteten Fall bei zeit-invariantem  $\gamma$  trotz gleichem mittlerem  $\bar{\gamma}=8\text{dB}$  verschlechtert. Diese Degradation ist wesentlich durch die

zeitweise sehr niedrigen  $\gamma$ -Werte und die daraus resultierenden zeitweise sehr hohen Bitfehlerraten aufgrund der stark nichtlinearen  $BER(\gamma)$ -Charakteristik verursacht.

In der Funkkommunikation ist es somit im Hinblick auf eine gute Übertragungsqualität mit geringer Bitfehlerrate erstrebenswert, die Wahrscheinlichkeit sehr geringer  $\gamma$ -Werte und damit temporär sehr hoher Bitfehlerraten bei möglichst großem  $\bar{\gamma}$  zu minimieren. Techniken, die genau dieses Ziel verfolgen, werden in der Funkkommunikation Diversitätstechniken genannt. In diesem Projekt wurde analysiert, welche Verbesserungen sich durch die Verwendung mehrerer Empfangsantennen und entsprechender Verarbeitung der Antennensignale (Antennendiversität) erreichen lassen. Dazu wurde das in Abbildung 2.4-3 dargestellte Modell, bestehend aus einer Sendeantenne, und  $N_r$  Empfangs-

antennen betrachtet. Wird das Sendesymbol  $s_i$  gesendet, so ergibt sich das Signal-zu-Rausch-Leistungsverhältnis  $\gamma_i$  an der  $i$ -ten Empfangsantenne zu

$$\gamma_i = \frac{|s_i|^2 \cdot |h_i|^2}{\sigma_n^2} \quad (4)$$

wobei  $h_i$  der komplexe Kanalfaktor zwischen der Sendeantenne und der  $i$ -ten Empfangsantenne und  $\sigma_n^2$  die Varianz des additiven Rauschens sind. Bei Rayleigh-verteilten  $|h_i|$  sind die  $\gamma_i$ -Werte an den verschiedenen Empfangsantennen nach (2) verteilt. Ist der Abstand  $d$  zwischen den Antennen mindestens in der Größenordnung der halben Wellenlänge  $\lambda$ , so können die  $\gamma$ -Werte an den verschiedenen Empfangsantennen als unkorreliert angenommen werden.

Die Signale  $r_i$  an den Empfangsantennen werden anschließend der Abbildung 2.4-3 zu einem resultierenden Signal  $r_{res}$  kombiniert.

Im einfachsten Fall ist der Kombiniierer lediglich ein Schalter, der zu jedem Zeitpunkt genau das Signal  $r_i$  auf den Ausgang durchschaltet, dessen Signal-zu-Rausch-Leistungsverhältnis  $\gamma_i$  momentan gerade maximal ist. Dieses Kombinationsverfahren wird als *Selection Combining* (SC) bezeichnet. Da dabei allerdings immer nur ein Signal am Ausgang wirksam ist und alle anderen Empfangssignale unberücksichtigt bleiben, ist diese Vorgehensweise suboptimal. Bei dem sogenannten *Equal-Gain-Combining* (EGC) werden dagegen alle Empfangssignale kohärent zum resultierenden Signal  $r_{res}$  gleichgewichtig addiert. Da allerdings die Signale  $r_i$  aufgrund der stark unterschiedlichen  $\gamma_i$  unterschiedlich zuverlässig sind, kann eine weitere Verbesserung dadurch erreicht werden, dass bei der kohärenten Kombination der Signale  $r_i$  diese zunächst mit dem jeweils aktuellen Kanalübertragungsfaktor, der als Zuverlässigkeitsfaktor betrachtet werden kann, gewichtet werden. Diese Vorgehensweise wird als *Maximum-Ratio-Combining* (MRC) bezeichnet. In Tabelle 1 sind die beschriebenen Kombinationsverfahren zusammen mit dem jeweils am Ausgang des Kombiniierers wirksamen Signal-zu-Rausch-Leistungsverhältnis  $\gamma_{res}$  nochmals aufgelistet.

Als Beispiel zeigt Abbildung 2.4-4 für  $N_r=2$  Empfangsantennen zum einen die unkorrelierten  $\gamma$ -Werte  $\gamma_1$  und  $\gamma_2$  für  $\bar{\gamma}_i=8\text{dB}$  an jeder Empfangsantenne sowie das bei Anwendung des MRC-Kombinationsverfahrens wirksame  $\gamma_{res,MRC}$  am Ausgang des Kombiniierers. Man erkennt, dass die Wahrscheinlichkeit des Auftretens sehr geringer  $\gamma_{res,MRC}$ -Werte und damit temporär sehr hoher Bitfehlerraten stark vermindert wurde.

Neben der geringeren Wahrscheinlichkeit sehr kleiner  $\gamma_{res,MRC}$ -Werte ist aber auch festzustellen, dass der Mittelwert  $\bar{\gamma}_{res,MRC}$  der  $\gamma$ -Werte am Ausgang des MRC-Kombiniierers höher ist, als der Mittelwert  $\bar{\gamma}_i$  an jeder Empfangsantenne. Abbildung 2.4-5 zeigt die Ergebnisse einer quantitativen Analyse dieser beiden Effekte abhängig von der Anzahl  $N_r$  der Empfangsantennen für die drei in

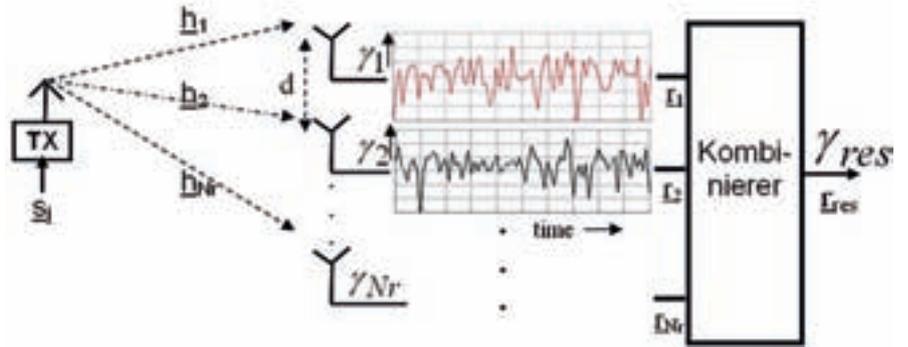


Abb. 2.4-3: Blockdiagramm des betrachteten SIMO Systems (SISO: Single-Input-Multiple-Output)

Kombinationsverfahren	$\gamma_{res}$ am Ausgang des Kombiniierers	Mittelwert $\bar{\gamma}_{res}$ am Ausgang des Kombiniierers
Selection Combining	$\gamma_{res,SC} = \max(\gamma_i) ; i=1...N_r$	$\bar{\gamma}_{res,SC} = \bar{\gamma}_i \sum_{i=1}^{N_r} \frac{1}{i}$
Equal-Gain-Combining	$\gamma_{res,EGC} = \frac{1}{N_r} \cdot \left( \sum_{i=1}^{N_r} \sqrt{\gamma_i} \right)^2$	$\bar{\gamma}_{res,EGC} = \bar{\gamma}_i (1 + (N_r - 1)) \cdot \frac{\pi}{4}$
Maximum-Ratio-Combining	$\gamma_{res,MRC} = \sum_{i=1}^{N_r} \gamma_i$	$\bar{\gamma}_{res,MRC} = \bar{\gamma}_i \cdot N_r$

Tabelle 1: Vergleich verschiedener Kombinationsverfahren

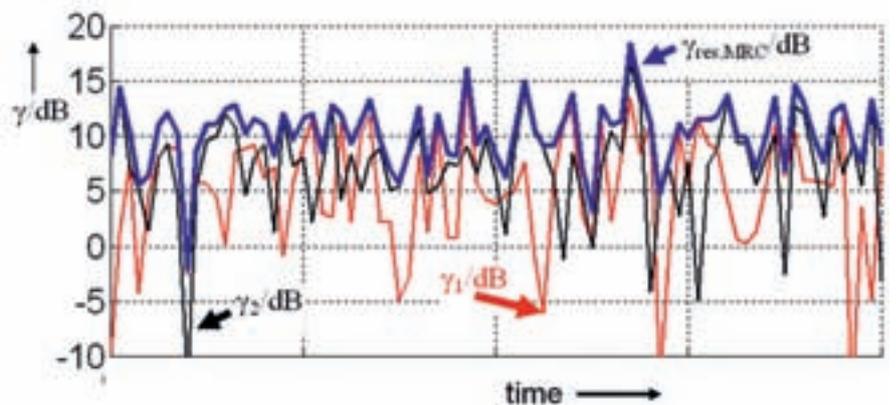


Abb. 2.4-4: Zeitliche Fluktuation der  $\gamma$ -Werte an den beiden Empfangsantennen ( $\gamma_1$  und  $\gamma_2$ ) und am Ausgang des MRC-Kombiniierers ( $\gamma_{res,MRC}$ )

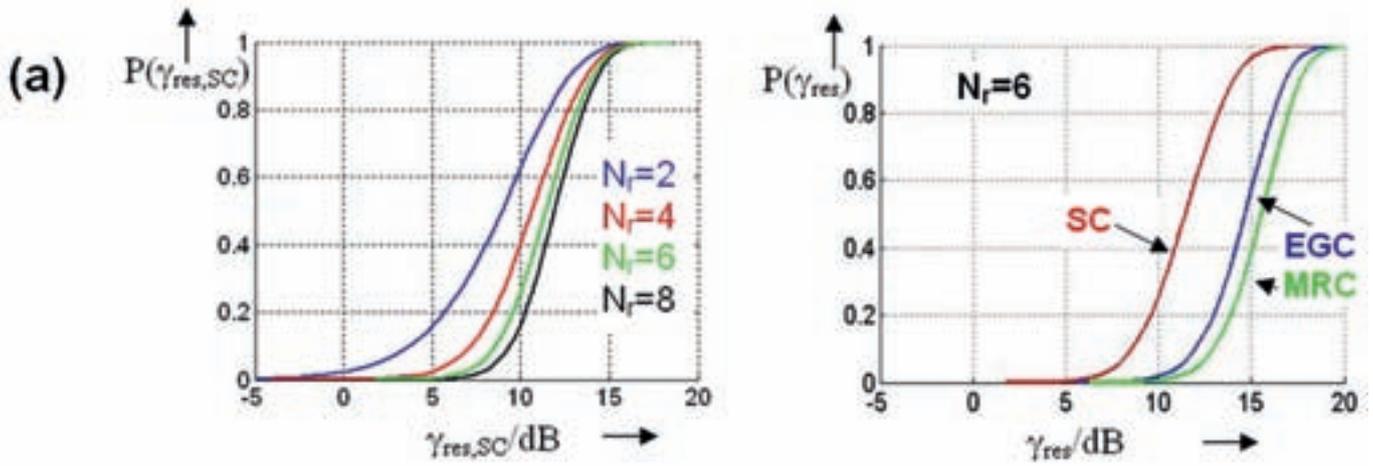


Abb. 2.4-5: (a) Wahrscheinlichkeits-Verteilungs-Funktion  $P(\gamma_{res})$  für  $\bar{\gamma}_i = 8dB$

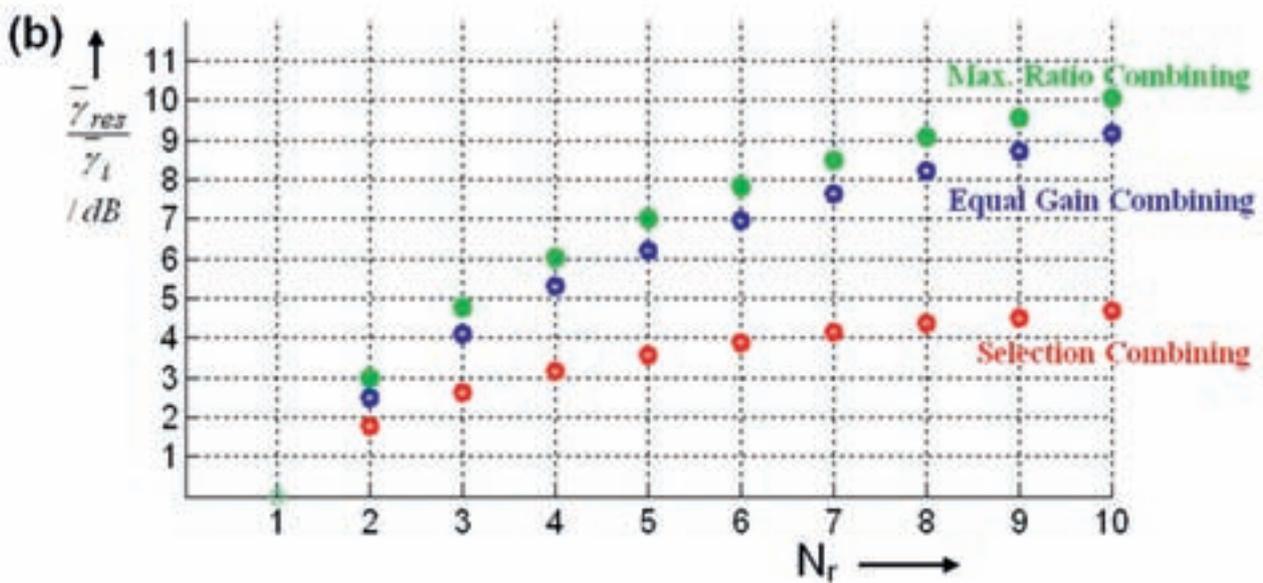


Abb. 2.4-5: (b) Array-Gewinn  $\bar{\gamma}_{res}/\bar{\gamma}_i$  abhängig von der Anzahl  $N_r$  der Empfangsantennen für die Kombinationsverfahren SC, EGC und MRC

Tabelle 1 aufgelisteten Kombinationsverfahren. In Abbildung 2.4-5a ist zunächst die Verteilungsfunktion  $P(\gamma_{res,SC})$  der  $\gamma_{res,SC}$ -Werte bei verschiedener Antennenanzahl  $N_r$  dargestellt. Man erkennt wie die Verteilungsfunktion  $P(\gamma_{res,SC})$  mit zunehmendem  $N_r$  steiler wird, da sich die Wahrscheinlichkeit sehr kleiner  $\gamma_{res,SC}$ -Werte mit zunehmendem  $N_r$  stark verringert. Folglich verringert sich auch die Varianz des resultierenden Signal-Rausch-Abstands  $\gamma_{res,SC}/dB$  zum zunehmendem  $N_r$ . Weiterhin zeigt Abbildung 2.4-5a für  $N_r=6$  Antennen die Verteilungsfunktion  $P(\gamma_{res})$  für die drei in Tabelle 1 aufgelisteten Kombinationsverfahren. Man erkennt, dass die Verteilungsfunktion  $P(\gamma_{res})$  bei konstantem  $N_r$  unabhängig vom Kombinationsverfahren die gleiche Stei-

gung hat, jedoch zeigt sich eine Parallelverschiebung. Diese Parallelverschiebung aufgrund unterschiedlicher Mittelwerte  $\bar{\gamma}_{res}$  kann als Array-Gewinn  $\bar{\gamma}_{res}/\bar{\gamma}_i$  interpretiert werden und ist abhängig vom Kombinationsverfahren. Der Array-Gewinn  $\bar{\gamma}_{res}/\bar{\gamma}_i$  ist in Abbildung 2.4-5b für die drei betrachteten Kombinationsverfahren als Funktion der Antennenanzahl  $N_r$  dargestellt. Man erkennt anhand der in Abbildung 2.4-5b dargestellten Ergebnisse, dass der Array-Gewinn unabhängig vom Kombinationsverfahren mit zunehmender Antennenanzahl  $N_r$  ansteigt, wobei die Differenz zwischen dem erzielbaren Array-Gewinn beim einfachsten Kombinationsverfahren SC im Vergleich zu EGC bzw. MRC ebenfalls mit zunehmendem  $N_r$  wächst.

Die aufgrund der verminderten Wahrscheinlichkeit geringer  $\bar{\gamma}_{res}$ -Werte erzielbare Verbesserung der Übertragungsqualität wird in der Funkkommunikation als Diversitätsgewinn bezeichnet. Die Verbesserung aufgrund des erhöhten Mittelwerts  $\bar{\gamma}_{res}$  dagegen ist speziell in Mehrantennensystemen der bereits oben erwähnte Array-Gewinn. Als wichtigstes Gütemaß für die Übertragungsqualität gilt die bereits zuvor betrachtete Bitfehler rate (BER). Abbildung 2.4-6 zeigt die mittlere Bitfehler rate  $\overline{BER}$  am Ausgang des Kombinierers als Funktion des mittleren Signal-zu-Rausch-Abstands  $\bar{\gamma}_i/dB$  und der Antennenanzahl  $N_r$ , wobei als Kombinationsverfahren zunächst *Selection Combining* (SC) betrachtet wird.

Man erkennt mit zunehmender Antennenanzahl  $N_r$  eine deutliche Verbesserung der mittleren Bitfehlerrate  $\overline{BER}$  und damit der Übertragungsqualität. Die mit zunehmender Antennenanzahl  $N_r$  deutlich verminderte Wahrscheinlichkeit kleiner  $\overline{\gamma}_{res}$ -Werte und der damit verbundene Diversitätsgewinn äußert sich durch eine zunehmende Steilheit der  $\overline{BER}(\overline{\gamma}_i)$ -Charakteristik. Tendenziell kann festgestellt werden, dass die mittlere Bitfehlerrate  $\overline{BER}$  proportional  $(\overline{\gamma}_i)^{-N_r}$  sinkt; die Antennenanzahl  $N_r$  kann deshalb auch als Diversitätsordnung bezeichnet werden. So ist z.B. für  $\overline{\gamma}_i=15$  dB die mittlere Bitfehlerrate  $\overline{BER}$  bei Verwendung einer Antenne lediglich geringfügig kleiner als  $10^{-2}$ , während bei bereits  $N_r=3$ -Antennen dieser Wert um mehr als Faktor 400 reduziert werden kann. Weiterhin zeigt Abbildung 2.4-6, dass z.B. zum Erreichen einer mittleren Bitfehlerrate  $\overline{BER}$  von  $10^{-4}$  bei Verwendung von  $N_r=3$ -Antennen anstatt von lediglich  $N_r=2$ -Antennen das mittlere Signal-zu-Rausch-Leistungsverhältnis  $\overline{\gamma}_i$  um ca. 5dB und damit z.B. die Sendeleistung um mehr als Faktor 3 vermindert werden kann.

Während die Diversitätsordnung und damit die Steilheit der  $\overline{BER}(\overline{\gamma}_i)$ -Charakteristik bei konstantem  $N_r$  nicht vom Kombinationsverfahren abhängig ist, lässt sich bei der Optimierung des Kombinationsverfahrens ein zusätzlicher Array-Gewinn aufgrund des erhöhten mittleren  $\overline{\gamma}_{res}$  erreichen. Dieser Array-Gewinn äußert sich in einer Parallelverschiebung der entsprechenden  $\overline{BER}(\overline{\gamma}_i)$ -Charakteristik. Zur Verdeutlichung dieses Effekts sind in Abbildung 2.4-7 für  $N_r=4$ -Antennen die resultierenden  $\overline{BER}(\overline{\gamma}_i)$ -Charakteristika für die drei zuvor betrachteten Kombinationsverfahren SC, EGC und MRC dargestellt. Man erkennt, dass – wie erwartet – mit dem Kombinationsverfahren MRC die niedrigsten Bitfehlerraten erreicht werden können. Bei  $N_r=4$ -Antennen ist z.B. der Array-Gewinn bei MRC um ca. 3dB größer als bei SC, d.h. z.B. wiederum, dass zum Erreichen derselben Bitfehlerrate bei MRC im Vergleich zu SC nur die halbe Sendeleistung erforderlich ist.

Die im Rahmen dieses Projekts gewonnenen Ergebnisse zeigen das große Potential von Mehrantennensystemen im Hinblick auf eine Verbesserung der Übertragungsqualität bereits bei der einfachen Verwendung mehrerer Empfangsantennen mit entsprechenden Kombinationsstrategien (Empfängerdiversität). Im weiteren Verlauf dieses Projekts wird zunächst das Potenzial von erweiterten Konfigurationen mit mehreren Sendantennen bei Anwendung von Space-Time-Coding (STC) analysiert und schließlich die Performance von komplexen Mehrantennensystemen (MIMO: Multiple-Input-Multiple-Output) bei verschiedenen Detektionsstrategien in verschiedenen Szenarien untersucht.

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

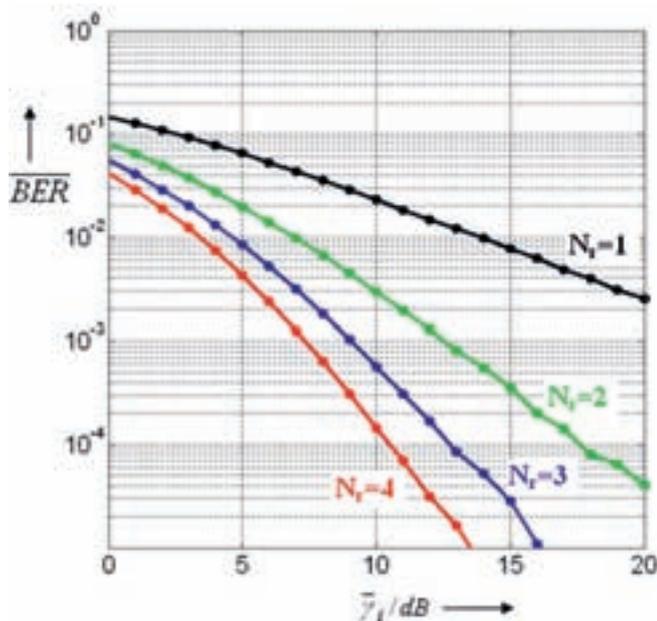


Abb. 2.4-6: Bitfehlerrate  $\overline{BER}$  als Funktion von  $(\overline{\gamma}_i)$  und der Antennenanzahl  $N_r$ , (Kombinationsverfahren: Selection Combining)

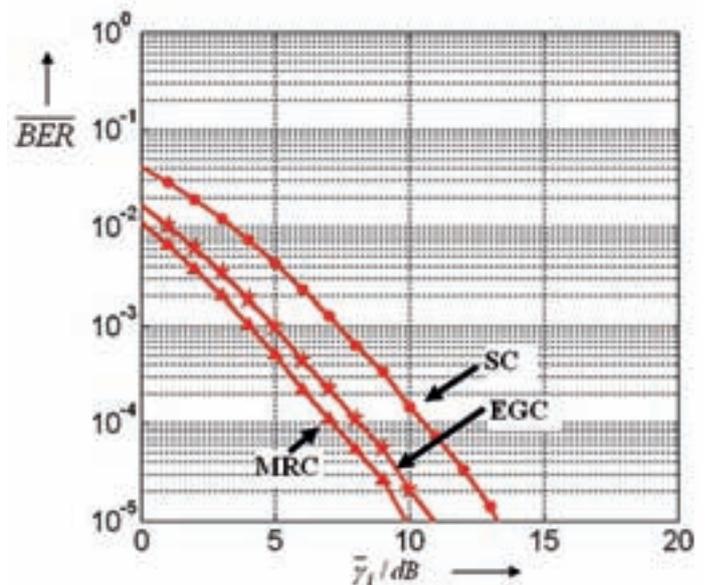


Abb. 2.4-7: Bitfehlerrate  $\overline{BER}$  als Funktion von  $(\overline{\gamma}_i)$  bei den Kombinationsverfahren SC, EGC und MRC und jeweils  $N_r=4$ -Empfangsantennen

## Up-Conversion Multiplex Diagnostic Assays

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

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

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



**Lehrgebiete:** Physikalische Chemie, Physik, Chemische Reaktionstechnik, Biophysik  
**Forschungsgebiete:** Chemische Kinetik von Radikal-Reaktionen in der Gasphase

### 3.1 Up-Conversion Multiplex Diagnostic Assays (UNDAM)

Prof. Dr. rer. nat. Klemens Lorenz  
Prof. Dr.-Ing. Richard Zahoransky  
Carlos Barragán M.Sc.

#### Einleitung

Im Juni 2008 wurde das über drei Jahre laufende Forschungsprojekt „Erforschung und Etablierung des LAM-Verfahrens“ als Teilvorhaben im Verbundprojekt des BMBF-„Up-Conversion Multiplex Diagnostic Assays (UNDAM)“ erfolgreich mit der Automatisierung der Anlage beendet.

#### UNDAM-Projekt

Das übergeordnete Gesamtziel des Verbundvorhabens war die Erforschung und Etablierung einer neuen Markertechnologie mit Hilfe schwermetallfreier Nanokristalle, die eine sogenannte Up-Conversion Lumineszenz zeigen. Diese Lumineszenz wird erzeugt durch Anregung im Rot- und Nah-Infrarotbereich, die Fluoreszenz findet dann im sichtbaren Bereich des Lichtspektrums statt.

Als Beispiel für die Anwendung dieser Markertechnologie sollte ein Multiplex-Testverfahren zum Nachweis bakterieller Krankheitserreger in Stuhlproben entwickelt werden. Dazu sollten mit LAM-Prozess hergestellte kolloidale Nanokristalle derivatisiert werden, sodass Antikörper kovalent angekoppelt werden können.

Die Upconversion-Nanokristalle wurden durch Laser-Ablation von Mikropartikeln (LAM) hergestellt, siehe Abbildungen 3.1-1 und 3.1-2.

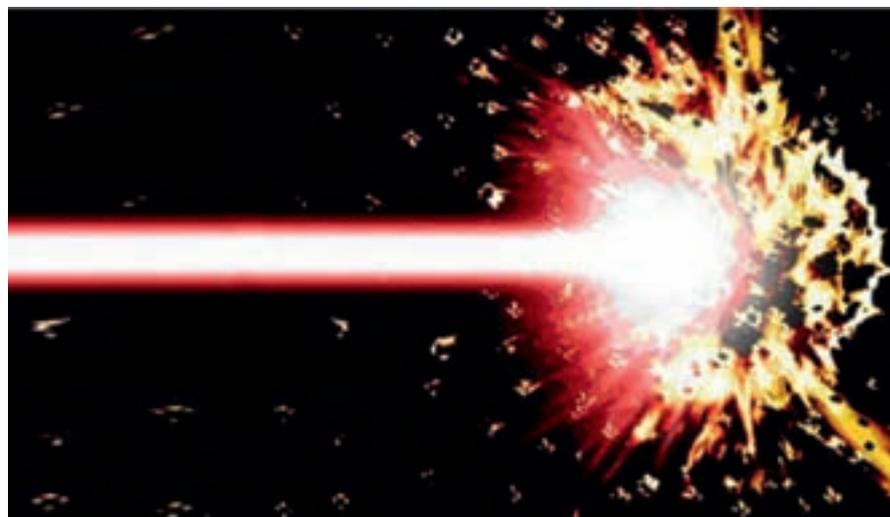


Abb. 3.1-1: Ablation eines Mikropartikels (schematisch)

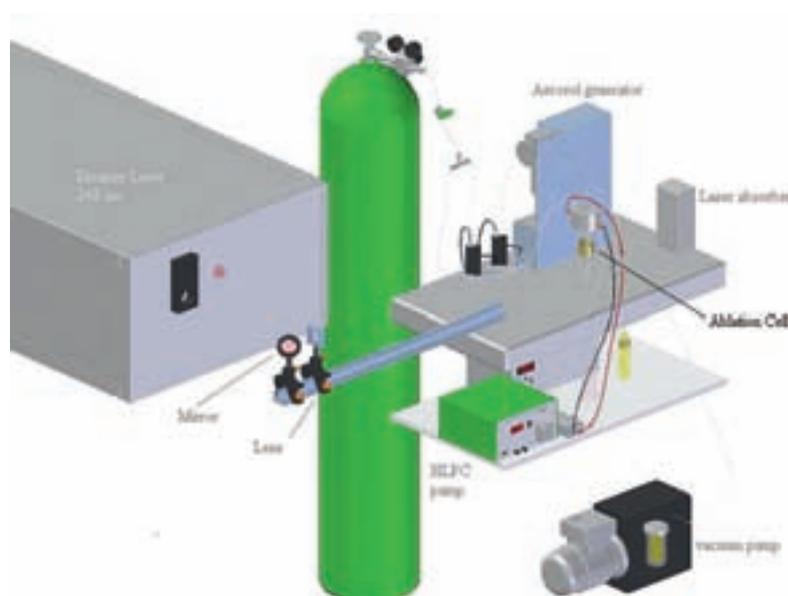


Abb. 3.1-2: Zusammenstellung der LAM-Apparatur

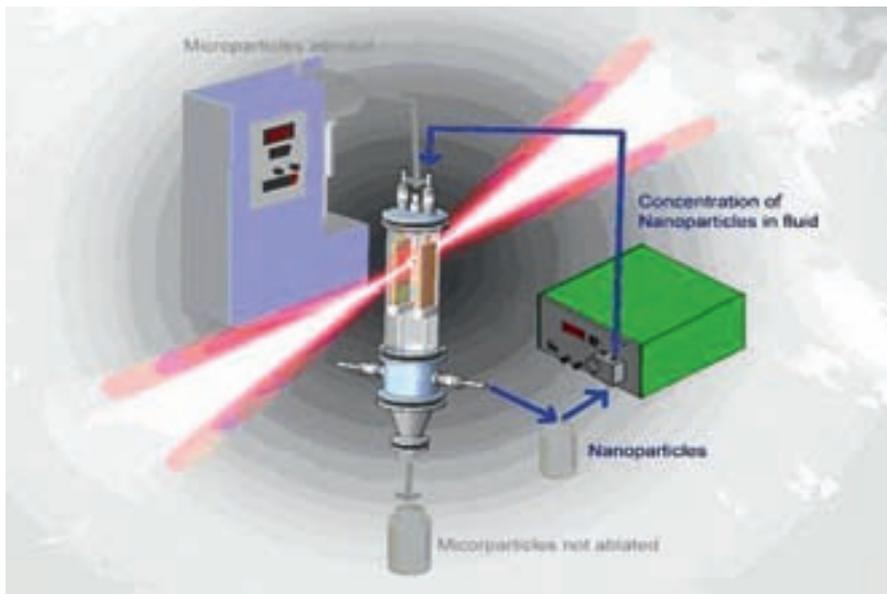


Abb. 3.1-3: Schematische Darstellung der Ablationszelle

Dazu wurde ein umfangreiches Screening geeigneter Substanzen durchgeführt werden, um die Ankopplung biologisch aktiver Substanzen zu optimieren. Dafür stehen eine ganze Reihe von Materialien zur Verfügung, da das Laser-Ablationsverfahren im Wesentlichen unabhängig von den Materialeigenschaften der eingesetzten Mikropartikel ist (Abb. 3.1-3).

Ziel war es, das LAM-Verfahren so zu etablieren und zu verbessern, dass sehr schnell unterschiedliche in Frage kommende Materialien untersucht werden konnten.

Die Nutzung von Up-Conversion-Nanokristallen zum Nachweis und zur Bestimmung biologischer Kopplungsreaktionen ist ein innovativer Ansatz mit starkem Anwendungsbezug.

Im vorliegenden Teilvorhaben sollte in Zusammenarbeit mit dem Freiburger Material Forschungszentrum FMF und den beiden Industriepartnern Andiatec GmbH und STRATEC Biomedical Systems AG die Grundlagen für den vorwettbewerblichen Aufbau von Funktionsmustern bereitgestellt werden.

Das in diesem Teilvorhaben angewendete Laser-Ablationsverfahren zur Erzeugung von Nanopartikeln aus unterschiedlichen Materialien, die in Mikrometer-Partikelgröße vorliegen, wurde an der University of Texas (Austin) unter der Anleitung von Prof. Becker neben anderen von Dr. Dale Henneke entwickelt. Er war zu Beginn unseres Projekts in Offenburg an dem LAM-Teilvorhaben beteiligt und hat die Anfänge begleitet.

Seine Dissertation diente als Grundlage zum Aufbau der Anlage.

Unseres Wissens wird diese Methode zur Erzeugung von Up-Conversion-Nanokristallen aus Mikropartikeln mit dem LAM-Verfahren von keiner anderen Arbeitsgruppe angewendet.

Die Hochschule Offenburg arbeitete in diesem Verbundprojekt mit dem Diagnostik-Unternehmen AnDietec GmbH & Co. KG in 70806 Kornwestheim, dem Hersteller von Biomedizinischen Geräten, Stratec Biomedical Systems AG in 75217 Birkenfeld und dem Forschungs-

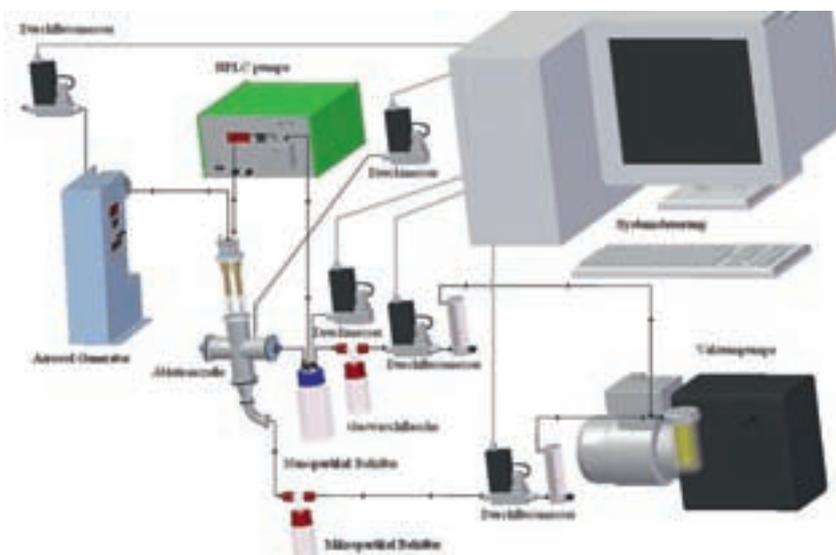


Abb. 3.1-4: Automatisierung des Produktionssystems

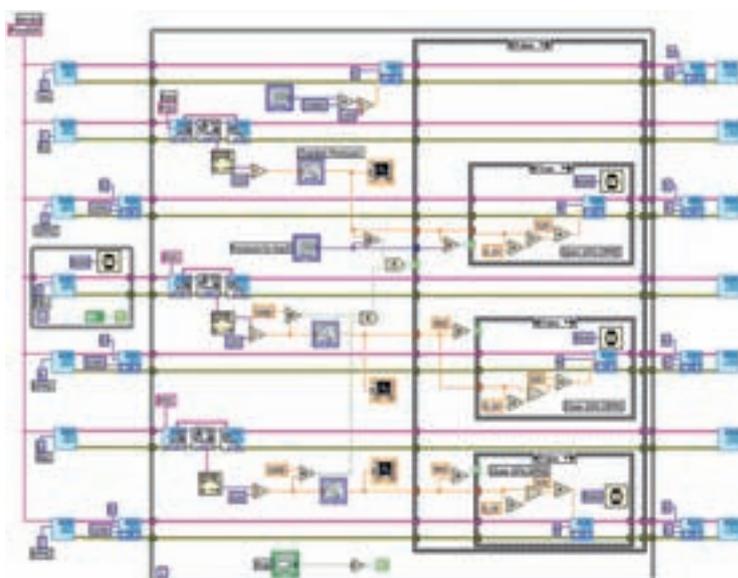


Abb. 3.1-5: Labview-Code

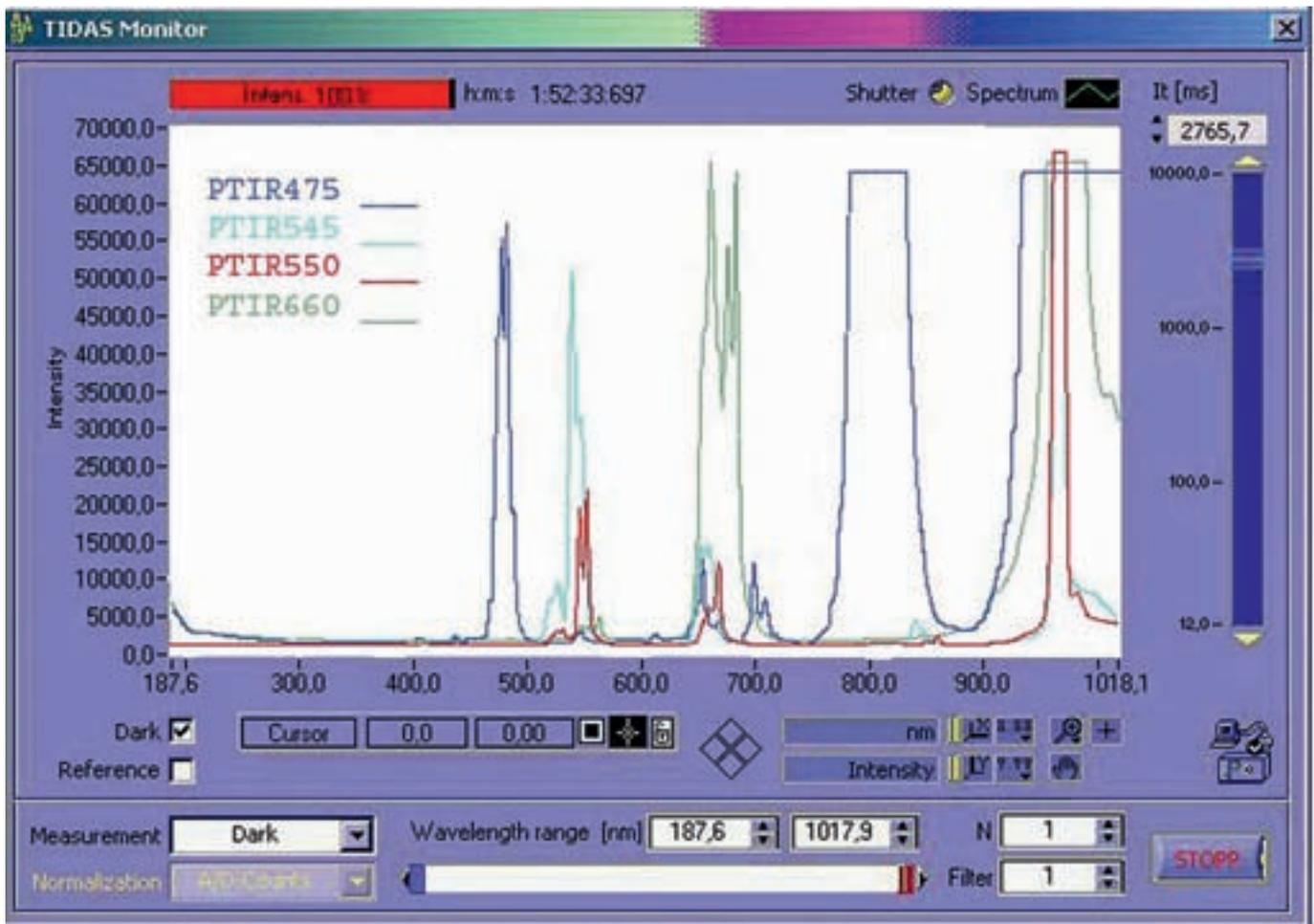


Abb.3.1- 6: Emissionsspektrum von vier Up-Conversion-Nanopartikeln, angeregt bei 980 nm durch einen Halbleiter-Laser, siehe auch Abbildung 3.1-7



Abb. 3.1-7: Anregung von Up-Conversion-Nanopartikeln mit einem 980-nm(NIR)-Laser und blaue Emission der Partikel bei 475 nm

partner Freiburger Materialforschungszentrum FMF der Universität Freiburg zusammen.

Für die Hochschule Offenburg bestanden Verbindungen zu allen Verbundpartnern, insbesondere aber zum FMF in Freiburg, das ebenfalls Upconversion-Nanokristalle herzustellen begann. Das FMF entwickelte ein nasschemisches Fällungsverfahren zur Erzeugung der Nanokristalle.

In der optimierten Anlage wurden verschiedene Materialien in Mikrometergröße zwischen 800 nm und 15 µm ein- und zu Up-Conversion-Nano-Partikeln umgesetzt.

#### Dank

Wir bedanken uns für die finanzielle Unterstützung des Forschungsprojekts beim Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF.

# Strukturanalyse und Optimierung eines kranlosen Montagesystems für Offshore-Windenergieanlagen

**Prof. Dr.-Ing. Gerhard Kachel**

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

Badstraße 24

77652 Offenburg

Tel.: 0781 205-167

E-Mail: gerhard.kachel@fh-offenburg.de

**1962:** Geboren in Heilbronn/Neckar, Studium Allgemeiner Maschinenbau, Universität Karlsruhe (TH), Schwerpunkte:

Technische Mechanik/Dynamik, Strömungslehre/Gasdynamik

**1988:** Diplom Maschinenbau, Universität Karlsruhe (TH), Mitarbeiter der Daimler-Benz-AG, Stuttgart, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Maschinenkonstruktionslehre und Kraftfahrzeugbau, Universität Karlsruhe (TH)

**1997:** Promotion zum Thema „Rechnerische Auslegung, Analyse und Optimierung einer mechanischen variablen Ventilsteuerung“, Fakultät für Maschinenbau, Universität Karlsruhe (TH), Robert Bosch GmbH, Bereich „Fahr-dynamische Regelsysteme“, Aufgaben: Sicherheitsarchitektur, Funktions- und Software-Entwicklung, zuletzt funktionale Verantwortung für fahrdynamische Regelsysteme als System-Projektleiter für einen Großkunden.

**Seit 2005:** Professor an der Hochschule Offenburg in der Fakultät Maschinenbau und Verfahrenstechnik.

**Seit 2009:** Prodekan der Fakultät Maschinenbau und Verfahrenstechnik und Studiendekan des Bachelor-Studiengangs Maschinenbau

**Lehrgebiete:** Technische Mechanik, Finite Elemente Methode, Maschinenelemente

**Forschungsgebiete:** Numerische Strukturanalyse und -optimierung, Numerische Strömungsoptimierung



## 3.2 Strukturanalyse und Optimierung eines kranlosen Montagesystems für Offshore Windenergieanlagen

Prof. Dr.-Ing. Gerhard Kachel  
Dipl.-Ing. Claire Yalamas

### Abstract

In order to lift the nacelle of an offshore wind energy converter with around 500 tons of weight up on the tower – which can be up to 120 m above the water level – at the time special ships and cranes are designed and built. But those firstly will be very expensive and secondly will be available only on a limited scale.

Against this background a joint research project supported by the German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU) was started comprising the project partners Ed. Züblin AG, Berg-Idl GmbH, the IPEK at the University of Karlsruhe and the Hochschule Offenburg – University of Applied Sciences. Project target was the conceptual design of a heavy-duty elevator, which can be used to install the tower segments and the nacelle offshore without a crane. The most relevant challenges in this context result of holding up extreme loads by means of comparatively filigree carrying structures.

### Einleitung

Die vorgestellten Ergebnisse entstanden im Rahmen des vom Bundesministerium

für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) geförderten Forschungsprojekts „Entwicklung einer Hubbühne für den vertikalen Transport der Maschinengondel einer Offshore-Windenergieanlage“ innerhalb einer Laufzeit von rund einem Jahr. Die Grundidee des Projekts war, ein kranloses Montagesystem zu konzipieren, das die Tragfähigkeit des bereits vorhandenen Mastrohrs nutzt, um das jeweils nächste Bauteil in die Montageposition zu heben. Dadurch werden teure Krananlagen bzw. Spezialschiffe eingespart. Zudem kann die Witterungsabhängigkeit der Montage deutlich verringert werden. Im Projektteam übernahm die Hochschule Offenburg in enger Zusammenarbeit mit der Konstruktion (Berg-Idl) und der MKS-Simulation (IPEK) die notwendigen strukturmechanischen Berechnungen und Optimierungen der hochbelasteten Komponenten.

### Aufbau und Funktionsprinzip

Abbildung 3.2-1 zeigt das System beim Heben eines Mastrohrsegments. Die Hubbewegung erfolgt durch einen Seilwindenantrieb zwischen Satellit und Hubgondel. Zunächst wird das Mastrohrsegment bzw. die Maschinengondel mitsamt der Fahrplattform auf die Hubgondel geschoben. Die Hubgondel fährt dann hoch, bis die Fahrplattform mit dem zu montierenden Bauteil in die Montageposition geschoben werden kann, um das Entladen zu ermöglichen. Die Hubgondel steigt dann wieder ab in

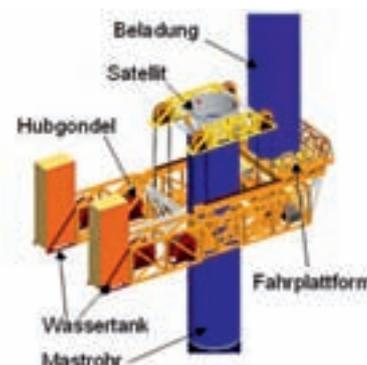


Abb. 3.2-1: Prinzip

die Startposition, und der Satellit wird durch einen Portalkran (nicht auf Abbildung 3.2-1 dargestellt) bis zur nächsten Montagestelle hochgezogen.

Die verschiedenen Bauteile (Satellit, Hubgondel, Mastrohr, Fahrplattform) wurden mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode (FEM) untersucht, und – wenn es erforderlich war – mit modernen automatischen Verfahren optimiert.

### Satellit

Der Satellit als oberstes Element dieses „Lastaufzugs“ muss einerseits das Gewicht der Hubgondel mit Beladung aufnehmen, soll aber gleichzeitig von einem leichten Portalkran gehoben werden. Außerdem muss die Lasteinleitung ins Mastrohr so gleichmäßig wie möglich erfolgen, um das Mastrohr nicht zu beschädigen, darf aber die Montageflansche nicht verdecken. Daraus ergeben sich die wesentlichen Randbedingungen

für die Kraftleitung von den Aufhängepunkten der Seilwinden zu den vier Abstützflächen am Mastrohr.

Um eine optimale Geometrie für den Satelliten zu finden, wurde zunächst eine Topologieoptimierung durchgeführt. Die Topologieoptimierung mit TOSCA ist eine parameterfreie Optimierung, bei der innerhalb eines vorgegebenen Bau-raums automatisch eine für die gegebenen Belastungen optimale Struktur entsteht. Der zur Verfügung stehende Bauraum ist in Abbildung 3.2-2 rot eingefärbt.



Abb. 3.2-2: Bauraum

Das Ergebnis der Topologie-optimierung (Abbildung 3.2-3) zeigt deutlich den Kraftfluss zwischen den Auflagern auf dem Mastrohr und den Befestigungen der Seilwinden.

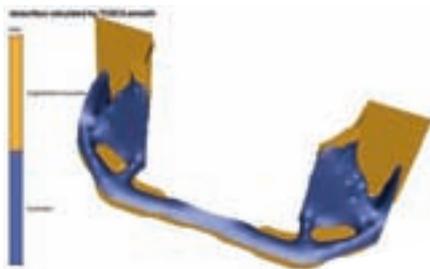


Abb. 3.2-3: Ergebnis der Topologie-optimierung

Dieses Ergebnis wurde nun konstruktiv umgesetzt (Abbildung 3.2-4), um eine neue, leichtere Struktur zu entwickeln. Dabei wurde eine Gewichtsreduzierung von 23% gegenüber dem Ausgangskonzept erreicht.

Im Laufe des Projekts kamen eine Reihe neuer Anforderungen hinzu. Beispielsweise ergab sich aus dem Regelungskonzept bzgl. der Ausbalancierung und Stabilisierung der Hubgondel in den unterschiedlichen Betriebs- und Belastungszuständen, dass eine größere Spreizung, d.h. ein größerer räumlicher Abstand zwischen den Seilwinden, erfor-

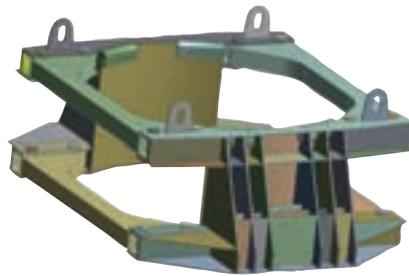


Abb. 3.2-4: Neues Design

derlich ist. Hierzu wurde eine Stabwerkskonstruktion (Abbildung 3.2-5) entwickelt, bei der die einzelnen Profile im Wesentlichen auf Zug bzw. Druck beansprucht werden. Außerdem konnte bei ausreichender Festigkeit und Steifigkeit der Struktur eine weitere wesentliche Gewichtsreduzierung erreicht werden.

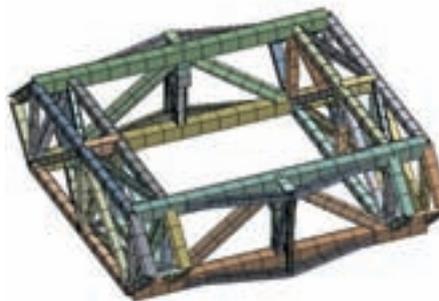


Abb. 3.2-5: Stabwerk

#### Lasteinleitung in das Mastrohr

Die Lasteinleitung vom Satelliten in das Mastrohr muss so gleichmäßig wie möglich gestaltet werden, um das Mastrohr nicht zu beschädigen. Der Satellit kann sich aber nicht am oberen Rohrrand abstützen, da dort das nächste Rohrsegment bzw. die Maschinengondel montiert wird.

Die erste Lösung ist eine Bajonettauflage (Abbildung 3.2-6). Der Satellit wird nach dem Heben durch den Portalkran so gedreht, dass seine Auflageflächen auf die am Mastrohr angebrachten Bajonettauflagen zum Liegen kommen. Zusätzlich zu den Bajonetten werden zwei Ringsteifen im Inneren des Mastrohrs eingebaut, um die gesamte Steifigkeit zu verbessern. Diese Lösung ist grundsätzlich machbar, hat aber einen wesentlichen Nachteil: Durch die außermittige Belastung entsteht ein Krepelmoment, das für das Beulverhalten des Mastrohrs ungünstig ist.

Die zweite Lösung arbeitet mit vier Aussparungen (Abbildung 3.2-7) im Mastrohr. Die Lasten werden direkt in der



Abb.3.2-6: Bajonettauflage

Ebene der Rohrwand eingeleitet, und es entsteht kein Krepelmoment. Für das Mastrohr ist diese Variante deutlich günstiger, der Satellit wird aber mit etwas größeren Biegemomenten beaufschlagt. Außerdem müssen die Aussparungen im Mastrohr nach erfolgter Montage verschlossen werden.

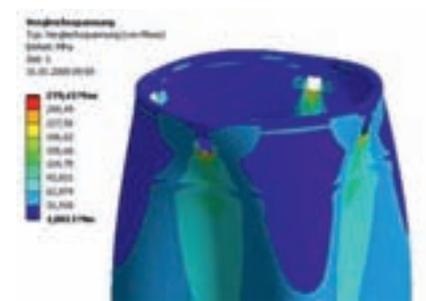


Abb. 3.2-7: Aussparungen

#### Hubgondel

Als nächstes Bauteil wurde die Hubgondel untersucht, die ebenfalls als Stabwerksstruktur konzipiert wurde. Sie wird über die vier Seilwinden am Satelliten aufgehängt und trägt einerseits die Belastung und andererseits zusätzlichen Wasserballast, der zum näherungsweisen Ausbalancieren in den verschiedenen Belastungszuständen gebraucht wird. Nach einer ersten Analyse wurde entschieden, eine Balkenquerschnittsoptimierung durchzuführen. Dafür wurde die Software OPTIMUS, ein Parameteroptimierer der Firma Noesis, in Verbindung mit ANSYS Workbench (FEM) eingesetzt. Das Ziel dieser Querschnittsoptimierung war ein möglichst einheitliches Spannungsniveau in den verschiedenen Profilen.

Hierzu wurden die Profile in Gruppen eingeteilt, welche in Abbildung 3.2-8 farblich unterschiedlich dargestellt sind. Innerhalb dieser Gruppen wurden in der Optimierung die Querschnitte gleichzeitig variiert. Wichtig ist hierbei, dass bei der Optimierung nur normgerechte Profile verwendet werden.

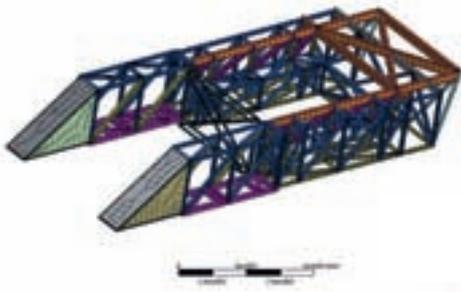


Abb. 3.2-8: Hubgondel

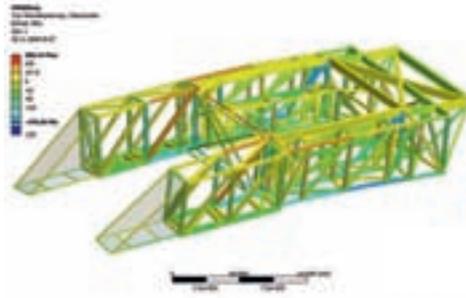


Abb. 3.2-9: Verbesserte Hubgondel

Die Optimierung mit OPTIMUS für mehrere relevante Lastfälle wurde mit einer Gewichtsreduzierung von 32 % gegenüber dem Ausgangsdesign erfolgreich abgeschlossen.

Abbildung 3.2-9 zeigt die optimierte Hubgondel am Beispiel des kritischsten Lastfalls. Die gleichmäßige Färbung lässt erkennen, dass die Materialausnutzung über alle Profile sehr gleichmäßig ist. Die neuen Dimensionen der Profile konnten konstruktiv sofort umgesetzt werden.

#### Zusammenfassung

Im Rahmen des beschriebenen Verbund-Forschungsprojekts konnte innerhalb rund eines Jahres gezeigt werden, dass es technisch und wirtschaftlich sinnvoll ist, eine Windenergieanlage offshore ohne Einsatz eines Krans zu installieren. Mit Blick auf die zukünftige Entwicklung der Branche ist das ein sehr wichtiges Ergebnis, da die bislang zur Verfügung stehenden Montagetechniken teure und nur begrenzt verfügbare Hubschiffe und Krane erfordern, und deshalb eine Senkung der Installationskosten die Rentabilität eines Windparks signifikant verbessert. Die Hauptaufgabe der Hochschule Offenburg bestand darin, die notwendigen strukturmechanischen Analysen, Überlegungen und Optimierungsschritte durchzuführen, damit die teilweise sehr filigranen Tragstrukturen der Hubeinrichtung mit den immensen Lasten zurechtkommen.

#### Referenzen/References

- [1] M.P. Bendsøe and O.Sigmund: "Topology optimization – Theory, Methods and Applications", Berlin Heidelberg: Springer Verlag, 2004
- [2] R. Meske, J. Sauter, and E. Schnack: "Nonparametric gradientless shape optimization for real-world applications", Structural Multidisciplinary optimization,30, p. 201-218, 2005
- [3] Yalamas, Kachel, Ressel, Berg: "Innovativer Schwerlastaufzug für Offshore-Windenergieanlagen-Kozeptentwicklung und Optimierung", FED-Konferenz, Karlsruhe, 03.-04.06.2008
- [4] Yalamas, Kachel: "Innovative Montagetechnik für Offshore-Windenergieanlagen – Strukturanalyse und Optimierung eines kranlosen Montagesystems", ANSYS Conference & 26th CADFEM Users' Meeting, 22-24.10.2008
- [5] TOSCA 6.2 Manual (c) FE-DESIGN GmbH, 2008

## Viele Wege führen zum Erfolg.

Die Kendrion Electromagnetic Gruppe bietet jungen und motivierten Nachwuchskräften interessante Ausbildungsmöglichkeiten. Kendrion achtet dabei stets auf ein ausgeglichenes Verhältnis von Leistung und Förderung. Wer sein Können überzeugend einbringt, dem bieten sich vielfältige Karrierechancen. Ebenso genießt Nachwuchsförderung höchste Priorität. Durch die enge Verzahnung von Wissenschaft und Praxis gestaltet sich das Lernen bei uns besonders nachhaltig.

In Zeiten der Globalisierung werden Erfahrungen im Ausland für Studenten, Berufseinsteiger sowie Berufstätige immer wichtiger. Neben den sprachlichen Kenntnissen werden besonders interkulturelle Fähigkeiten gefördert.

Die Kendrion Electromagnetic Gruppe bietet Bewerbern verschiedene Möglichkeiten im Inland sowie im Ausland, ob als Praktikant, Student oder Diplomand. Kommen Sie einfach auf uns zu!

Kendrion Binder Magnete GmbH • Simone Hasenfratz  
Mönchweilerstraße 1 78048 Villingen-Schwenningen • Deutschland  
Telefon: +49 7721 877-1238 • Telefax: +49 7721 877-1348  
www.kendrion-electromagnetic.com • bewerbungen.ke@kendrion.com



**thoma**  
MAGNETTECHNIK

**HAHN MAGNET**

**BINDER**

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

Sauberkeit und Hygiene

Gesundheitspflege-  
und Pharmaprodukte

Kunststofftechnik



G R U P P E

**etol**

# Numerical and experimental analysis on flow behavior and energy separation in a commercial Ranque-Hilsch vortex tube

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

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

**1948:** Geboren in Achern  
Lehre als Mechaniker  
**1971:** Ing. (grad.) Ingenieurschule Offenburg  
**1975:** Diplom Maschinenbau Universität Karlsruhe  
**1979:** Promotion über Thermokonvektion  
**1985:** Habilitation über Rotierende Strömungen,  
Privatdozent Universität Karlsruhe  
**1986:** Professor Universität Karlsruhe  
**Seit 1991:** Professor an der Hochschule Offenburg  
**Seit 1994:** Mitglied des Instituts für Angewandte Forschung (IAF)  
der Hochschule Offenburg  
**1999:** Forschungsaufenthalt an der University of Colorado  
at Boulder, USA



Zahlreiche Veröffentlichungen auf dem Gebiet der Thermo- und Fluidodynamik, darunter Strömungsmechanik (Springer 1991), Grundzüge der Strömungslehre (Teubner 2008), Hütte-Grundlagen der Ingenieurwissenschaften (Kap. Strömungsmechanik)

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

## 3.3 Numerical and experimental analysis on flow behavior and energy separation in a commercial Ranque-Hilsch vortex tube

Prof. Dr.-Ing. habil Karl Bühler  
Prof. Dr.-Ing. Ulrich Hochberg  
Dipl.-Ing. (FH) Boris Kubrak

### Abstract

This study focuses on the experimental and numerical investigations on a commercial Ranque-Hilsch vortex tube. Ranque-Hilsch vortex tubes have many applications in industry and production as they can generate a very cold flow just from pressurized air .e.g. machine tool cooling. Main objective of this study is the energy separation in the flow field which results in a temperature drop on the cold exit of the tube. This was investigated experimentally by measuring the outlet temperature on the cold exit and the pressure drop on the flow restrictor valve on the hot exit. At a pressure drop of 0.5 bar the vortex tube showed the best performance by reaching a cold exit temperature of  $-16.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ . The Inlet flow was pressurised air at  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  and 6 bar.

The numerical analysis was carried out by full 3D steady state CFD-simulation using the commercial software ANSYS CFX 11.0. The three dimensional model represented a  $120^{\circ}$  sector of the tube using periodic boundary conditions. A comparison between different turbulence models ( $k - \epsilon$ , RNG  $k - \epsilon$ ,  $k - \omega$ , SST) was carried out. The classic  $k - \epsilon$  two layer turbulence model showed the best results compared to the experiment.

The energy separation and the drop in cold exit temperature are highest when the viscous work term is included into the energy equation. These effects of including the viscous work term into the energy separation have also been investigated.

### Introduction

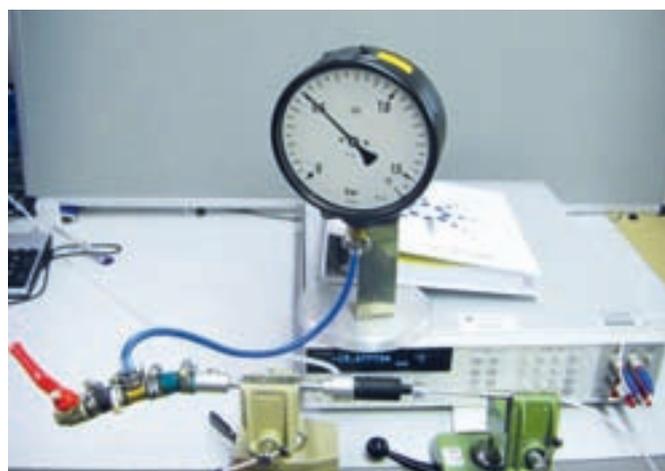
The flow rotating around any axis is called a vortex. Ranque-Hilsch vortex tubes separate a compressed fluid into two streams, one hot and the other one cold. The vortex motion is created by tangential injection of the compressed fluid into a scroll chamber, creating a strong circular flow field. In a counter-flow vortex tube like the one investigated here a fraction of the feed gas exits as cold through the central zone at one end of the tube. The balance fraction of flow exits as hot peripheral stream at the other end of the tube. This effect was first observed by Ranque [1] in 1933 and later investigated by Hilsch [2] in 1947.

In the meantime many theories postulated to explain the temperature separation [3, 4].

Several numerical investigations by using commercial CFD Codes have been performed more recently in order to understand the flow behaviour and the energy separation mechanism [5-7].

### Experimental Analysis

The experimental setup is shown in Figure 3.3-1. On the left side is the hot exit with the throttle valve, on the right side the cold exit. By adjusting the throttle valve the massflow fraction can be controlled. The cold exit temperature is highly sensitive to the throttle valve setting on the hot exit. In order to set a comprehensive boundary condition for the CFD simulation the pressure before the throttle valve was measured. On the right is the cold exit where the exit temperature was measured by a Pt100 resistance thermometer.



**Fig. 3.3-1:** The vortex tube installed in the laboratory

The inlet was connected to pressurized air supply at a constant relative pressure of 6 bar.

At a relative back pressure of 0.5 bar before the throttle valve the temperature separation was highest seeing the cold exit temperature dropping down to  $-16.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### CFD-Simulation

A three-dimensional numerical model of the Ranque-Hilsch Vortex tube was developed using the commercial CFD Software ANSYS CFX 11.0. The solving was performed in parallel computing on two CPUs. The fluid model represented compressible air as ideal gas. Specific heat, thermal conductivity and dynamic viscosity were considered to be constant. In order to reduce computational effort the fluid domain was designed as a  $120^{\circ}$  sector of the tube as it has three tangential injectors into the scroll chamber as can be seen in Figure 3.3-3. The boundary conditions were set to a constant inlet massflow and pressure boundary conditions on both the cold and hot exit. The throttle valve on the hot exit was not modelled but represented by a pressure boundary condition set to 0.5 bar static relative as measured experimentally. The Cold exit pressure boundary condition was set to 0 bar static relative pressure. The reference pressure was 1 bar. To estimate the fluid temperature the equation of total energy was solved for every run once with viscous work included and once without considering the viscous work.

### Results

Figure 3.3-2 shows the results from the CFD Simulation compared to the experimental measurement. The cold exit temperature is significantly lower when the viscous work term is included into the energy equation. For a better understanding of the energy separation mechanism a streamline that exits on the cold exit was created (Figure 3.3-3). The effect of radial energy transfer from the inner region to the outer region can be seen from Figure 3.3-4 which shows the temperature along the streamline. After the air enters the scroll chamber it is tra-

veling in the peripheral area towards the hot exit on the right. The streamline reaches a stagnation point where the flow approaches the inner zone and changes direction to exit through the centre towards the cold exit on the left. When the gas is traveling in the peripheral zone towards the stagnation point it heats up. The viscous work due to the strong shear stress in the near wall region contributes to this heat up. When the fluid travels back to the cold exit in the centre zone of the vortex it is hotter than the outer regions. This counterflow results in a radial energy transfer from the inner region to the outer region. Figure 3.3-4 also shows a slight increase of the fluid temperature when the air expands in the diffuser on the cold exit.

A mesh sensitivity study showed better results with the finer mesh in place. Initial simulations with a much coarser mesh didn't see such low temperature on the cold exit. Remarkable is also the fact, that the simulation became highly unstable and aborted unless an initial condition in form of a constant rotation of the fluid along the main axis was introduced. The simulation has seen a significant effect of the viscous work on the cold exit temperature. The classic  $k - \epsilon$  model showed the best result in good agreement with the experimental analysis.

### References

- [1] G.J. Ranque, Experiences sur la détente giratoire avec productions simultanées d'un échappement d'air chaud et d'un échappement d'air froid, J.Phys. Radium 4 (7), (1933) 112-144
- [2] R. Hilsch, The use of the expansion of gases in a centrifugal field as cooling process, Rev. Sci. Instrum. 18 (2) (1947) 108-113
- [3] A.F. Gustol, The ranque Effect, Phys.-Usp. 40 (6) (1997) 638-658.
- [4] B. Ahlorn, S. Groove, Secondary flow in vortex tube, Fluid Dyn. Res. 21 (1997) 73-86
- [5] W. Froehlingsdorf, H. Unger, Numerical investigations of compressible flow and energy separation in Ranque-Hilsch vortex tube, Int. J. Mass Transfer 50 (2007) 821-832
- [6] H.M. Skye, G.F. Nellis, S.A. Klein, Comparison of CFD analysis to empirical data in commercial vortex tube, Int. J. Refrig. 29 (2006) 71-80
- [7] U. Behera, P.J. Paul, Numerical investigation on flow behaviour and energy separation in Ranque-Hilsch vortex tube, Int. J. of Heat and Mass Transfer (2008)

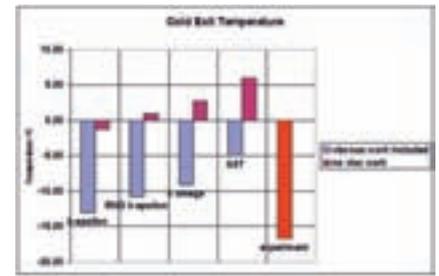


Fig. 3.3-2: Results for cold exit temperature. The cold exit temperature is significantly lower when the viscous work term is included into the energy equation

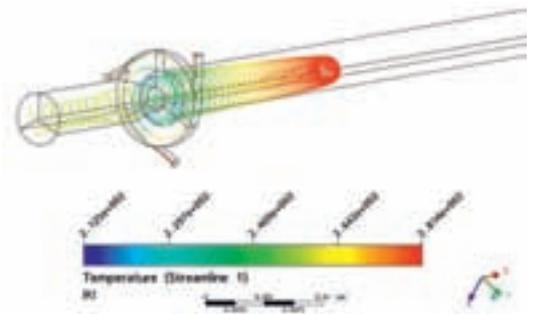


Fig. 3.3-3: Streamline from inlet to cold exit

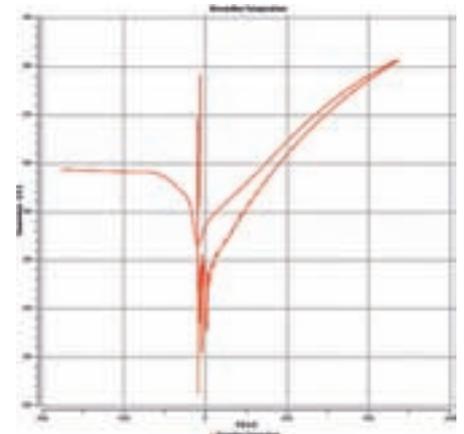


Fig. 3.3-4: Temperature along Streamline. The fluid heats up when reaching the stagnation point on the right. On the way back through the fluid in the centre has a higher temperature than in the outer region causing a radial energy transfer

# Untersuchung zum Einfluss der Biomassekonzentration auf die Leistung einer mikrobiellen Brennstoffzelle

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

Badstraße 24  
77652 Offenburg  
Tel.: 0781 205-118  
E-Mail: andreas.wilke@fh-offenburg.de

**1966:** Geboren in Halle/Westfalen  
**1985:** Nach dem Abitur Ausbildung zum „Ver- und Entsorger Fachrichtung: Wasserversorgung“  
**1989:** Studium der Biotechnologie an der TU Berlin zum Diplom-Ingenieur  
**1997–2001:** wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Biotechnologie, Fachgebiet Bioverfahrenstechnik  
**2001:** Promotion zum Thema: „Biosorptive Schwermetallentfernung aus industriellen Abwässern mittels immobilisierten Mikroalgen“  
**2001–2004:** Projektleitung am GKSS-Forschungszentrum am Standort Geesthacht im Bereich „Integrierte Produktabtrennung bei biotechnologischen Fermentationsprozessen“  
**2004–2005:** Stellvertretender Leiter der Abteilung Zellbiologie am GKSS-Forschungszentrum am Standort Teltow bei Berlin im Bereich: „Entwicklung von Bioreaktoren auf Grundlage von Hohlfasermembranen in der regenerativen Medizin“  
**Seit 2005:** Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Hochschule Offenburg im Bereich Bioverfahrenstechnik



**Forschungsgebiete:** Entwicklung der mikrobiellen Brennstoffzelle, Integrierte Bioprozesse, Entwicklung von Bioreaktoren

## 3.4 Untersuchung zum Einfluss der Biomassekonzentration auf die Leistung einer mikrobiellen Brennstoffzelle

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

### Einführung

Das Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung und Charakterisierung einer mikrobiellen Brennstoffzelle (MBZ). Die MBZ unterscheidet sich von einer herkömmlichen Brennstoffzelle darin, dass die an der Anode erzeugten Elektronen nicht vom molekularen Wasserstoff, sondern direkt von der im Anodenkompartiment wachsenden Biomasse aus organischen Verbindungen stammen. Die Funktions-

weise einer solchen Zelle ist in Abbildung 3.4-1 dargestellt. Im Gegensatz zur herkömmlichen Brennstoffzelle können in einer MBZ auch Abwasserteilströme z. B. aus der Lebensmittelindustrie als Substrat eingesetzt werden. Der große Vorteil der MBZ besteht somit darin, dass Abwässer biologisch abgebaut und gleichzeitig elektrischer Strom erzeugt werden kann.

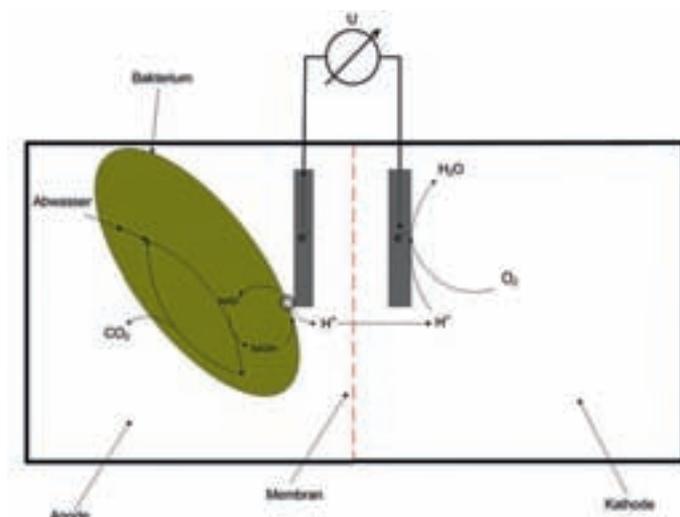
Ein angestrebter kontinuierlicher Betrieb der mikrobiellen Brennstoffzelle würde aufgrund der geringen spezifischen, maximalen Wachstumsrate des eingesetzten Mikroorganismus von  $0,01 < \mu_{max} < 0,03 \text{ h}^{-1}$  nur sehr geringe Verdünnungsraten zulassen, um ein Auswaschen der Biomasse aus dem Anodenkompartiment zu vermeiden. Aus diesem Grund wird eine

Zellrückhaltung im kontinuierlichen Betrieb notwendig werden. Neben dem Vorteil, dass dadurch höhere Verdünnungsraten realisiert werden können und somit auch mehr Abwasser im gleichen Zeitraum gereinigt werden kann, führt eine steigende Zellkonzentration zusätzlich auch zu einer Erhöhung der elektrischen Leistungsdichte.

In welchem Maß eine Erhöhung der Biomassekonzentration zu einer Erhöhung der elektrischen Leistung führt und inwieweit diese dann mathematisch zu beschreiben ist, ist Gegenstand der hier vorgestellten Ergebnisse.

Im Allgemeinen lassen sich mikrobielle Brennstoffzellen definieren als Vorrichtungen, die in der Lage sind, chemische Energie über elektrochemische Reaktionen in elektrische Energie zu wandeln (Bullen, Arnot et al. 2006). Konventionelle Brennstoffzellen basieren auf verhältnismäßig einfachen chemischen Reaktionen. Sie benötigen Wasserstoff oder Methanol als Brennstoff und produzieren Wasser und  $\text{CO}_2$  (im Fall von Methanol als Brennstoff). Andere Brennstoffzellen können auch kurzkettenige Alkohole oder Alkane als Brennstoff verwenden, diese werden aber zumeist in einem vorgeschalteten Reformprozess in Wasserstoff umgewandelt. Die Betriebstemperaturen der konventionellen Zellen liegen im Bereich von 50-1000°C.

Mikrobielle Brennstoffzellen arbeiten dagegen unter milden Bedingungen (20-40°C) zumeist in neutralem pH-Bereich. Diese Eigenschaften können sehr vor-



**Abb. 3.4-1:** Prinzip einer mikrobiellen Brennstoffzelle. Die im Anodenraum befindliche Biomasse ist in der Lage, die bei der Abwasserdegradation gebildeten Reduktionsäquivalente durch Elektronenabgabe an der Anode zu regenerieren und somit eine elektrische Spannung zu erzeugen

teilhaft sein, wenn hohe Temperaturen oder extreme pH-Bedingungen unerwünscht sind. Biologische Systeme können zudem ein wesentlich größeres Substratspektrum verwerten als konventionelle Brennstoffzellen, um elektrische Energie zu erzeugen. Neben dem Vorteil der CO<sub>2</sub>-neutralen Stromerzeugung sollte außerdem nicht unerwähnt bleiben, dass es sich bei den Substraten der mikrobiellen Brennstoffzelle zumeist um industrielle/kommunale Abwässer handelt. Anstelle einer kostenaufwendigen Abwasserbehandlung in entsprechenden Klärstufen werden hier die organischen Bestandteile zusätzlich energetisch genutzt und erzielen somit noch einen positiven betriebswirtschaftlichen Effekt.

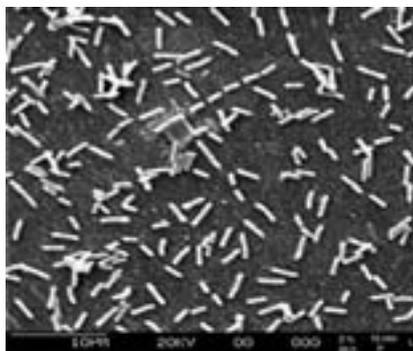


Abb. 3.4-2: REM-Aufnahme des eingesetzten *Shewanella-putrefaciens*-Stamms (DSMZ 6067) bei 2000-facher Vergrößerung

## Ergebnisse

### Mikroorganismus und Versuchsbedingungen

Der verwendete *Shewanella-putrefaciens*-Stamm (DSMZ 6067) wurde von der Deutschen Stammsammlung für Mikroorganismen und Zellkulturen bezogen und ist in Abbildung 3.4-2 auf der Oberfläche einer Nafion-Membran in 2000-facher Vergrößerung dargestellt.

In Vorversuchen konnte gezeigt werden, dass die Art der Vorkulturführung (aerob/anaerob) keinen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit einer MBZ aufweist. Aus diesem Grund wurden für die Experimente *Shewanella-putrefaciens*-Kulturen im Schüttelkolben aerob vorkultiviert.

Die Biomasse wurde abzentrifugiert, in Anodenelektrolyt (Natriumphosphatpuffer pH 7,0; 0,1 M NaCl; 0,1 M Na-Laktat) gewaschen und auf die entsprechende Biomassekonzentration verdünnt.



Abb. 3.4-3: Foto des Versuchsaufbaus (zur Bestimmung des Einflusses links) und Verschaltung der MBZ zur Ermittlung der Leistungsdichte (rechts). Auf dem Foto dargestellt (im Vordergrund v.l.n.r.): Messwertaufnahme, Multimeter mit Verkabelungsbox, variable Widerstände. Im Hintergrund v.l.n.r.: Schlauchpumpen zum Befüllen der Kompartimente; drei mikrobielle Brennstoffzellen (Screeningzellen)

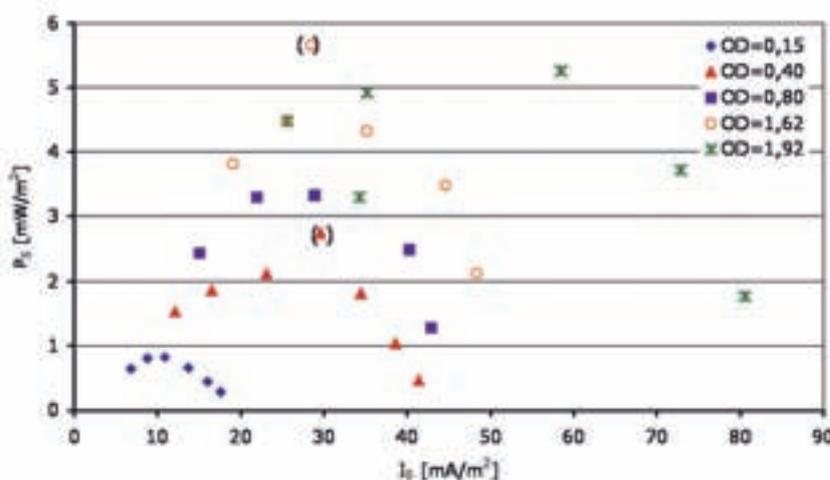


Abb. 3.4-4: Leistungskurven ( $P$ - $I$ -Diagramme) von *Shewanella putrefaciens* in einer mikrobiellen Brennstoffzelle bei verschiedenen Biomassekonzentrationen

Der Kathodenelektrolyt enthielt zusätzlich Kaliumhexacyanoferrat (III) als Reduktionsmittel (0,1 M). Als mikrobielle Brennstoffzellen wurden sogenannte Screeningzellen verwendet. Die aus Acrylglas bestehenden Zellen sind durch ihren einfachen Aufbau der Zellkompartimente sowie der verwendeten Graphitelektroden charakterisiert. Der Anodenraum ist vom Kathodenraum durch eine protonenselektive Membran (Nafion 117) getrennt. Nachteilig ist die vergleichsweise geringe spezifische Leistung dieses MBZ-Systems. Der einfache Aufbau der verwendeten Zellen gestattet es jedoch, bis zu drei Versuche parallel durchzuführen (vgl. Abbildung 3.4-3).

Biomassekonzentration auf die spezifische Leistung der MBZ wurden unterschiedliche optische Dichten im Anodenkompartiment eingestellt. Im Anschluss wurde der Spannungsabfall an verschiedenen Widerständen der Schaltung (vgl. Abbildung 3.4-3) im

Gleichgewicht gemessen und die Stromstärke und Leistung berechnet. Zur besseren Vergleichbarkeit werden diese Werte auf die eingesetzte Membranfläche bezogen.

### Das Leistungspotenzial der MBZ bei verschiedenen Biomassekonzentrationen

In Abbildung 3.4-4 sind die Leistungskurven für verschiedene Biomassekonzentrationen dargestellt. Die jeweiligen Kurvenmaxima zeigen die maximale Leistung der mikrobiellen Brennstoffzelle an. Eine Steigerung der maximalen Leistung mit steigender Biomassekonzentration ist deutlich zu erkennen.

Zur Beschreibung des funktionalen Zusammenhangs wurden die maximalen Leistungswerte  $P_{S,max}$  über die Biotrockenmasse  $X$ , die sich zum gleichen Zeitpunkt im Anodenkompartiment befindet, aufgetragen. Das Ergebnis ist in Abbildung 3.4-5 dargestellt. Man kann erkennen, dass sich flächenbezogene

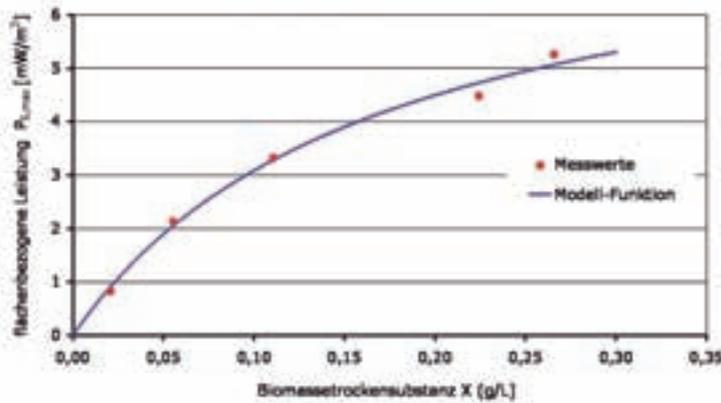


Abb. 3.4-5: Experimentelle Messdaten und modellierte Ergebnisse mit  $P_{S,max,abs} = 8,29 \text{ mW/m}^2$  und  $K_p = 0,17 \text{ g/L}$

Leistung und Biomasse analog einer Sättigungsfunktion verhalten.

Entsprechend des folgenden mathematischen Modells

$$P_{S,max,X} = P_{S,max,abs} \cdot \frac{X}{X + K_p}$$

wurde eine Anpassungsrechnung an die experimentellen Messwerte vorgenommen. Durch Minimierung der Fehlerquadratsumme (Solver, MS Excel) wurden die Parameter  $P_{S,max,abs}$  und  $K_p$  bestimmt.

In der vorangegangenen Gleichung bedeuten  $P_{S,max,X}$  die biomasseabhängige, flächenbezogene Leistung und  $P_{S,max,abs}$  im Gegensatz dazu die maximal erreichbare flächenbezogene Leistung bei unendlich hoher Biomassekonzentration. Die Leistungspotenzialkonstante  $K_p$  kennzeichnet eine Biomassekonzentration, bei der die halbmaximale Leistung der MBZ erzielt wird. In diese Konstante fließen neben prozessspezifischen Größen der Brennstoffzelle (z. B. Geometrie, Durchmischung) auch die Zusammensetzung des Abwassers und das Vermögen der verwendeten Mikroorganismen, aus diesem Abwasser Strom zu erzeugen, mit ein. Niedrige  $K_p$ -Werte kennzeichnen daher eine effektivere Umsetzung des Abwassers als höhere Leistungspotenzialkonstanten.

Mit Hilfe der ermittelten Parameter ( $P_{S,max,abs} = 8,29 \text{ mW/m}^2$  und  $K_p = 0,17 \text{ g/L}$ ) lässt sich nun für das vorliegende MBZ-System die Biomassekonzentration ermitteln, um eine definierte Leistung zu erzielen. Im konkreten Fall sind dem-

nach 60% der maximal möglichen Leistung in der mikrobiellen Brennstoffzelle mit einer Biotrockenmasse an *Shewanella putrefaciens* von 0,26 g TS/L zu erzielen.

#### Schlussfolgerungen und Ausblick

Die hier vorgestellten Untersuchungen bieten für den Anwender ein hilfreiches Werkzeug zur Auslegung eines vorliegenden mikrobiellen Brennstoffzellensystems mit definierten Mikroorganismenstämmen. Aufgrund der geringen Wachstumsraten der stromerzeugenden Biomasse ist der kontinuierliche Betrieb eines MBZ-Systems mit einer Biomasserückführung verbunden. In welchem Maß Mikroorganismen dem System wieder zugeführt werden müssen, um eine vorgegebene Leistung zu erzielen, kann durch das entwickelte mathematische Modell berechnet werden. Die Ermittlung der maximalen biomasseabhängigen Leistungsdichten (vgl. Abbildung 3.4-4) hat sich in den im Batchbetrieb durchgeführten Screeningzellen als fehlerbehaftet herausgestellt. Ursächlich dafür sind die instationären Vorgänge, durch die der Batchbetrieb charakterisiert ist (Biomassekonzentration steigt und Abwasserkonzentration sinkt mit der Versuchszeit). Um dieses Problem zu beheben, ist  $P_{S,max,abs}$  künftig im Kontinuitätsbetrieb zu bestimmen.

In weiteren Arbeiten könnte die Leistungspotenzialkonstante  $K_p$  detaillierter charakterisiert werden, um den biomassenspezifischen Einfluss von Einflüssen der Reaktorgeometrie zu trennen. Hierdurch könnte eine Grundlage für eine bessere Übertragbarkeit der Ergebnisse auf verschiedene MBZ-Systeme gelegt werden.

#### Referenzen

- [1] Bullen R. A., T. C. Arnot, et al. (2006): „Biofuel cells and their development.“ Biosensors and Bioelectronics 21 (11): 2015-2045
- [2] Wilke A., Zell C., Duri T., Klotz M., Meier S. (2007): Mikrobielle Brennstoffzelle - Stromerzeugung aus Abwasser; Chemie Ingenieur Technik; Volume 79, Issue 9, September 2007, pp. 1340-1341
- [3] Wilke A., Zell C., Duri T., Matern A., Hirt C., Schneider F (2008): Der Einfluss der Biomassekonzentration auf die spezifische Leistung einer mikrobiologischen Brennstoffzelle; Chemie Ingenieur Technik; Volume 80, Issue 9, September 2008, pp. 1391-1392
- [4] Wilke A., Zell C., Duri T. (2008): MIBIBZELL – Entwicklung einer mikrobiellen Brennstoffzelle; Onlinepublikation als Whitepaper; LaborPraxis – Portal für Analytik, Labor und Life Sciences, Vogel-Verlag, Würzburg

# A new method for the quantification of Melamine in milk by Absorption Diode Array Thin-Layer Chromatography

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

Badstraße 24  
77652 Offenburg  
Tel. 0781 205-101  
E-Mail: Spangenberg@fh-offenburg.de

**1955:** Geboren in Remscheid  
Studium der Chemie und Philosophie an der Universität Marburg  
**1983:** Diplom in Chemie, 1987 Promotion über neue Reaktionen von Sulfenen am Pharmazeutischen Institut der Universität Marburg  
**1988:** Eintritt in die E. Scheurich Pharmwerk GmbH als Laborleiter, Leiter der Abteilung analytische Forschung und Entwicklung, stellvertretender Kontrollleiter  
**1990:** Wechsel zur EBULON AG, Basel als Leiter der Entwicklungsanalytik  
**1991:** Professor an der Hochschule Offenburg, Leiter des Labors für Analytik und Umweltanalytik  
**Seit 2007:** Editor-in-Chief von Journal of Planar Chromatography



**Lehrgebiete:** Analytik, Umweltanalytik, Abfall- und Recyclingtechnik  
Mitglied des Instituts für Angewandte Forschung (IAF) der Hochschule Offenburg  
**Forschungsgebiete:** Chemometrie, Trenntechniken, Dünnschichtchromatographie

## 3.5 A new method for the quantification of Melamine in milk by Absorption Diode Array Thin-Layer Chromatography

Prof. Dr. rer. nat. Bernd Spangenberg  
Dipl.-Ing. (FH) Melanie Broszat  
Regina Brämer

### Introduction

Melamine (1,3,5-triazine-2,4,6-triamine or cyanuramide,  $C_3H_6N_6$ ) is a trimer of cyanamide, with a 1,3,5-triazine skeleton (Figure 3.5-1). The molecule contains 66% nitrogen by mass and, if mixed with resins, has fire retardant properties due to its release of nitrogen gas when burned or charred. The word melamine (from German) is a combination of the word melam (which is a distillation derivative of ammonium thiocyanate) and amine [1]. Melamine is also a metabolite of cyromazine, an insecticide in which the proton of an  $NH_2$ -group is substituted by a cyclopropyl group.

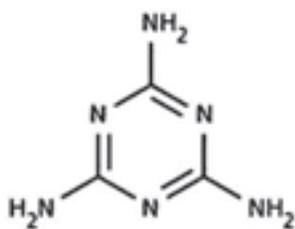


Fig. 3.5-1: shows the formula of melamine

In September 2008, several companies were implicated in a scandal involving milk and infant formula which had been adulterated with melamine, leading to

kidney stones and other renal failure, especially among young children [2]. Melamine was illegally added to food products in order to increase the apparent protein content. Standard tests such as the Kjeldahl test estimate protein levels by measuring the nitrogen content. Because of melamine's high nitrogen content, it can cause the protein content of food to appear higher than the true value.

For the determination of melamine in milk [3] and food [4] High Performance Liquid Chromatography (HPLC) in combination with mass spectrometry is used. A Thin Layer Chromatography (TLC) method for melamine quantification is not described. The purpose of our publication is to develop a fast and inexpensive method that will work reliably. It should be used for screening and quantification of melamine in milk and milk products.

### Experimentals

Milk was diluted with the same amount of water and applied band-wise (7 mm) on a TLC K60 silica gel 60 foil (No. 1.05554.0001 from Merck, Darmstadt, Germany) in the amount of 1  $\mu$ L. A Desaga AS 30 sample applicator (Desaga, Heidelberg, Germany) was used with a spraying velocity of 80 sec/ $\mu$ L. The plate was developed in a vertical glass chamber (without chamber saturation) to a distance of 55 mm with the solvent mixture of 2-propanol,  $CH_2Cl_2$ , water (3+1+1, V/V). The separation took 35 minutes. The solvents were purchased from Roth, Karlsruhe, Germany.

The plate was dried in a gentle stream of air for 5 minutes and placed in a chlorine containing chamber for 5 minutes. Chlorine was produced from 10 mL  $KMnO_4$ -solution (3 g  $KMnO_4$  in 100 mL of water) and 10 mL HCl (25 mL 32% HCl dissolved in 50 mL of water). HCl and  $KMnO_4$  were purchased from Merck, Darmstadt, Germany. Five minutes after mixing the chamber was filled with chlorine and the TLC-plate could be placed.

Two staining reagents, Wuster's blue and starch/iodine reagents were found to show sufficient sensitivity. 500 mg of Wuster's blue reagent ( $N,N,N',N'$ -tetramethyl-1,4-phenyldiammonium chloride from Alfa Aesar, Karlsruhe, Germany), was dissolved in 100 mL of acetone and is stable for 8 hours. To produce the starch/iodine reagent 250 mg of potassium iodide (from Riedel-de Haën, Seelze, Germany) was dissolved in 25 mL of water. 750 mg starch (according to Zulkowsky from Merck, Darmstadt, Germany) was dissolved in 25 mL of water. Both solutions were mixed and diluted with 30 mL of ethanol (from Roth, Karlsruhe, Germany). The mixture was stable for one day. For spraying 800 mg KI and 800 mg starch were dissolved in 25 mL of water, respectively. Both solutions were mixed and diluted with 10 mL of ethanol.

The chlorinated TLC-plate was dipped for 2 sec in Wuster's blue reagent, forming deep blue zones on a light blue background. Dipped plates were scanned by

use of a diode-array scanner (TIDAS TLC 2010 system J&M company, Aalen, Germany) [5]. Scanning should be done within 6 hours after dipping in the wavelength range from 550 to 615 nm. Blue-brown zones are formed on a light dark background, if the chlorinated plate is dipped for 1 sec in starch/iodine reagent. The colours remain stable for days. The zones were scanned in the wavelength range from 490 to 610 nm. Scanning of a single track was done for 550 spectra in the wavelength range from 200 to 1000 nm in 55 seconds.

### Results and Discussion

Figure 3.5-2 shows a starch/iodine stained plate. Pure milk was applied on track 1. Track 2 to 8 show milk samples, spiked with different amounts of melamine. The milk sample on track 2 was spiked with 160 ng and the sample on track 8 with 4 ng melamine. 1  $\mu$ L of water diluted milk (1+1,V/V) was applied on each track.

In Figure 3.5-3 and 3.5-4, eight milk samples were applied on the TLC-plate. On each track 80 ng of melamine were separated. The plate in Figure 3.5-3 was stained using the starch/iodine reagent. The plate in Figure 3.5-4 was stained using Wuster's blue reagent.

The amount of 80 ng melamine in 0.5  $\mu$ L milk is 160 ng in 1  $\mu$ L pure milk, or 160 mg melamine in 1L of milk. The statistically defined quantification limit is 25 ng or 50 mg melamine in 1L of pure milk.

For quantification purposes the light absorption (A) was measured directly on plate, using equation (1).

$$A(\lambda, k = 1) = \left( \frac{J_0}{J} - 1 \right) \quad (1)$$

In this equation  $J_0$  stands for the reflected light intensity of a clean TLC-plate and  $J$  refers to the reflected light of the sample. A single track of the TLC-plate was scanned, measuring 550 spectra in the wavelength range from 200 to 1000 nm. A separation distance of 1 cm was scanned in 100 spectra. The spectral intensity was calculated using equation (1). The intensity distribution of a single track drawn with the separation distance is called "densitogram".



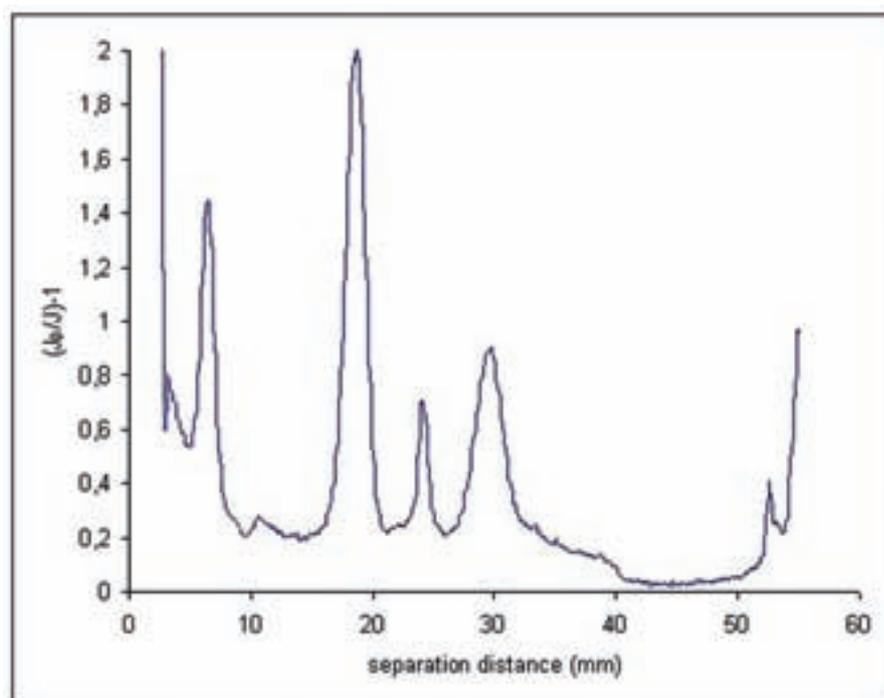
**Fig. 3.5-2:** shows a plate stained with starch/iodine reagent. On the first track a milk sample without melamine is shown



**Fig. 3.5-3:** shows eight melamine spiked milk samples (each with 1  $\mu$ L applied), stained with starch/iodine reagent



**Fig. 3.5-4:** shows eight melamine spiked milk samples (each with 1  $\mu$ L applied), stained with Wuster's blue reagent



**Fig. 3.5-5:** shows the densitogram of melamine spiked milk sample. The melamine signal (containing 80 ng) can be seen at 18.7 mm separation distance. The plate was dipped in Wuster's blue reagent and evaluated in the wavelength range from 550 to 615 nm

Figure 3.5-5 shows the absorption densitogram of a Wuster's blue stained milk sample, which contains 80 µg/mL of melamine. The melamine peak appears at 18.7 mm separation distance and shows an Rf-value of  $R_f = 0.30$ . A huge signal at the point of application can be seen at 3 mm separation distance. The main milk content did not move with the mobile phase and remained at the point of application. The front signal can be seen at 55 mm separation distance. The milk signals were scanned below 10 mm and above 21 mm separation distance.

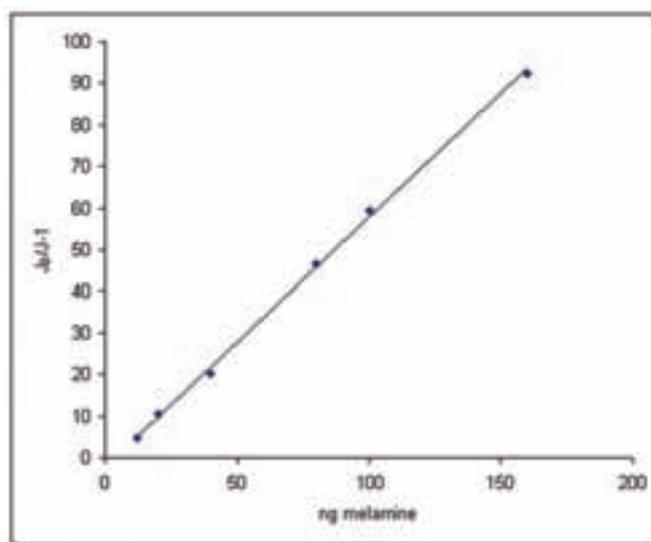
Accuracy was tested using a spiked milk sample diluted with water to the desired concentrations to compare them with the same spiked milk sample diluted with milk. The same sensitivity of the calibration curve was calculated (either dissolved with milk or water) for both staining methods. This indicates that milk does not interfere with the melamine zone.

The calibration plot Figure 3.5-6 shows linearity for both staining methods in the range from 4 ng to 160 ng melamine, evaluated using the absorption formula [5, 6]. The statistically evaluated limit of detection (LOD) for both methods is 15 ng (30 mg melamine/L milk) [7]. The statistically evaluated limit of quantification (LOQ) for both methods is 25 ng (50 mg melamine/L milk) [7]. The standard deviation of spiked milk samples over all measurement steps with a melamine level of 20 ng/zone for Wuster's reagent is 8.9% and for the starch/iodine reagent 7.1%.

Eight samples were applied in parallel on a 10 by 10 cm TLC-plate. The total measurement time for 8 samples was 65 minutes, including all sample pre-treatment steps. The method is suitable for melamine screening in milk and milk powder down to 50 mg melamine/L milk at a low cost level.

## References

- [1] "Melamine. The American Heritage Dictionary of the English Language: Fourth Edition 2000". Retrieved on 2008-09-28
- [2] Jane Macartney (22 September 2008). China baby milk scandal spreads as sick toll rises to 13,000", The Times
- [3] Ishiwata, H.; Inoue, T.; Yamazaki, T.; Yoshihira, K. "Liquid-chromatographic determination of melamine in beverages", J. Assoc. Off. Anal. Chem. (1987) **70**, 457-460
- [4] J.V. Sancho, M. Ibanez, S. Grimalt, O.J. Pozo, F. Hernandez, „Residue determination of cyromazine and its metabolite melamine in chard samples by ion-pair liquid chromatography coupled to electrospray tandem mass spectrometry“, Analytica Chimica Acta (2005) **530**, 237-243 (2005)
- [5] Bleichert, M.; Eckhardt, H.-S.; Klein, K.-F.; Spangenberg, B., "A simple and reliable method for quantification of glucosamine in nutritional supplements", J. Planar Chromatogr. TLC (2008) **21**, 55-59
- [6] B. Spangenberg, „Does the Kubelka-Munk Theory describe TLC evaluations correctly?“ J. Planar Chromatogr. (2006) **19**, 332-341
- [7] Funk, W., Dammann, V., Donnevert, G., Quality Assurance in Analytical Chemistry, 2. ed., Wiley-VCH 2007, 34 – 36, Weinheim Germany



**Fig. 3.5-6:** shows the calibration curve of melamine spiked milk, stained with starch reagent and measured in the wavelength range from 490 to 610 nm. Compared were the reflected light intensity ( $I$ ) and the reflected light intensity of a clean plate surface ( $I_0$ )

## Internationales Forschungsmarketing der Forschungsgruppe NET Nachhaltige Energie- technik in Nordamerika

### Prof. Elmar Bollin

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

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

**1954:** Geboren in Lörrach  
Studium Maschinenbau an der Technischen Hochschule Karlsruhe  
**1981:** Abschlussdiplom  
**1982–92:** Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer Institut  
für Solare Energiesysteme Freiburg  
**Seit 1993:** Professur an der Hochschule Offenburg  
**Seit 2000:** Mitglied des Instituts für Angewandte Forschung (IAF)  
der Hochschule Offenburg

**Lehrgebiete:** Solartechnik, Regelungstechnik, Gebäudeautomation  
**Forschungsgebiete:** Solarthermische Großanlagen, Photovoltaische  
Inselversorgung, Energiemanagement in Gebäuden



### 3.6 Internationales Forschungsmarke- ting der Forschungsgruppe NET Nachhaltige Energietechnik in Nordamerika

Prof. Elmar Bollin

#### Introduction

Die Forschungsgruppe Nachhaltige Energietechnik NET unter der Leitung von Prof. Elmar Bollin ist Partner im Forschungsverbund *zafh.net* (Zentrum für angewandte Forschung an Fachhochschulen – Nachhaltige Energietechnik). Im Sommer 2008 wurde der *zafh.net* – Verbund vom Bundesministerium für Bildung und Forschung BMFT ausgewählt im Rahmen der Bundesinitiative „Research in Germany – Land of Ideas“ an verschiedenen Standorten Nordamerikas für Deutschland als Forschungsstandort für innovative Zukunftstechnologien zu werben.

Mit der Initiative „Werbung für den Innovationsstandort Deutschland“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) wird seit November 2006 der Forschungsstandort Deutschland unter der Marke „Research in Germany – Land of Ideas“ international vermarktet. Im Programm unter dem Thema „Technologieumfeld Umweltechnologien“ hat sich die Forschungsgruppe „Zentrum für angewandte Forschung an Fachhochschulen – Nachhaltige Energietechnik“ (*zafh.net*) mit einem Antrag über nachhaltiges Gebäudemanagement beworben. Vorrangig sollen die Ergebnisse des *zafh.net*, das vor allem auf dem Gebiet „Energieeffizienz in Ge-

bäuden und Kommunen“ arbeitet, international vermarktet sowie der Bekanntheitsgrad der Hochschulen verbessert und neue internationale Projekte initiiert werden. Zusammen mit den Projektpartnern Hochschule für Technik in Stuttgart, Hochschule Biberach, der Koordinierungsstelle für Forschung und Entwicklung an Fachhochschulen des Landes Baden-Württemberg und der Landesmarketing – Agentur „Baden-Württemberg International“ gehört das Netzwerk damit neben dem Forschungszentrum Karlsruhe, Fraunhofer Institut für Grenzflächentechnik, der RWTH Aachen und dem Helmholtz-Zentrum zu den zehn deutschen Forschungsnetzwerken im Bereich Umweltechnologien, die bei der Ausschreibung des BMBF erfolgreich waren.

Zu den Aktivitäten des Forschungsnetzwerks innerhalb des aktuellen BMBF-Programms gehört die Einrichtung einer Internetplattform für den transatlantischen Wissenstransfer und die Bereitstellung von Daten zu durchgeführten Projekten der *zafh.net*-Partner. Die Plattform soll als Referenz für den Aufbau von Kooperationen dienen. Interessierte Planer, Architekten und Entscheidungsträger können dort ihr Anliegen vorbringen und von den *zafh.net*-Experten Antworten und weitere Informationen zu relevanten Themen erhalten. Zusammen mit dem im Auslandsmarketing erfahrenen Partner „Baden-Württemberg International“ bw-i wurde der Kooperationschwerpunkt Nordamerika gewählt, da nach Meinung der Experten in den



Abb. 3.6-1: Prof. Bollin referiert über den Forschungsverbund *zafh.net* im MIT Faculty Club in Boston



**Abb. 3.6-2:** Die *zafh.net*-Referenten waren im Anschluss an die Symposien in Boston, Atlanta, Toronto und Chicago als Experten im Bereich Green Buildings gefragt

#### Über den Forschungsverbund *zafh.net* und NET

Das *zafh.net* verbindet Hochschulen und Forschungseinrichtungen in Baden-Württemberg auf dem Feld der Gebäudeenergieforschung und wurde mit Fördermitteln der Landesstiftung Baden-Württemberg im Jahr 2002 gegründet. Heute ist die Forschungseinrichtung eines von sieben Exzellenzzentren in Baden-Württemberg und integriert die Kompetenzen der Fachhochschulen Stuttgart, Biberach, Offenburg sowie weiterer assoziierter Partner u. a. in Reutlingen, Rottenburg, Ulm, um Energiekonzepte für Gebäude und Regionen zu entwickeln.

Die Forschungsgruppe Nachhaltige Energietechnik NET um Prof. Bollin ist seit 1999 an der Hochschule Offenburg mit dem Monitoring solarthermischer Großanlagen und Gebäude im Südwesten Deutschlands befasst. Die NET-Gruppe widmet sich ferner der Entwicklung innovativer Konzepte für das nachhaltige Betreiben von Gebäuden unter Nutzung moderner kommunikationstechnischer Lösungen. Im Rahmen der *zafh.net*-Aktivitäten wurde ein Kommunikationskonzept zur Installation eines hochschulübergreifenden Netzwerks entwickelt und zur Realisierung eines intelligenten Gebäudemanagements umgesetzt. Ein besonderer Schwerpunkt liegt in Offenburg an der Entwicklung innovativer, intelligenter Betriebskonzepte für Gebäude unter Einbindung von Simulationswerkzeugen und Wetterprognosen.

nächsten Jahren eine enorme Entwicklung des nordamerikanischen Markts für ökologische Technik zu erwarten ist. Im Bereich der Energieeinsparung und der Nutzung erneuerbarer Energiequellen wird in Nordamerika ein umfangreiches Potenzial gesehen. Die Erfahrungen aus der rasanten Entwicklung der nachhaltigen Energietechnik in Deutschland, derzeitiger Marktführer in diesem Bereich, sind bei der Entwicklung von nachhaltiger Energietechnik in Nordamerika gefragt.

Im Zeitraum Dezember 2008 bis Februar 2009 wurden inzwischen unter der fachlichen Leitung von Prof. Elmar Bollin vier Fachsymposien zum Thema Sustainable Energy Technology in Boston, Atlanta, Chicago und Toronto veranstaltet. Zusätzlich nahm das *zafh.net* an der Jahrestagung 2009 der American Association for the Advancement of Science AAAS in Chicago im Februar 2009 (Abbildung 3.6-1) und der Greenbuild-International-Konferenz und -Ausstellung 2008 in Boston teil (Abbildung 3.6-2).

Nach der erfolgreichen Durchführung von vier Symposien sowie einem Messeauftritt auf der AAAS in Chicago fasst Prof. Elmar Bollin seine Eindrücke wie folgt zusammen:

- Die am Standort Deutschland entwickelte und validierte Nachhaltige Energietechnik stößt in Nordamerika und besonders in den USA auf großes Interesse. Wichtig dabei ist, dass es sich um konkrete Maßnahmen zur Energieeinsparung und zur effizienten Nutzung erneuerbare Energiequellen handelt. Die Offenburger Forschergruppe NET unter Leitung von Prof. Elmar Bollin konnte anhand realisierter Beispiele wie dem Energiemanagement des Freiburger Solarinfocenters oder zahlreicher langzeitbetreuter Solargroßanlagen zur Gebäudeheizung und -kühlung nachweisen, dass sich nachhaltige Energietechnik heute bezahlt macht und eine zuverlässige Komponente der Energieversorgung ist.
- Speziell in den USA ist eine Aufbruchstimmung spürbar, die nun, getragen von Obamas Stimulations-Finanzpaket, das enorme Potenzial der effizienten Energieversorgung und der Nutzung erneuerbarer Energiequellen bei der Energieversorgung des Landes angeht. Hier können die Erfahrungen aus Deutschland helfen den Einstieg zu erleichtern und Vertrauen in die neuen Technologien schaffen.
- Im Rahmen eines AAAS-Konferenzauftretts von Nobelpreisträger Al Gore wurde deutlich, dass es jetzt auf die junge Generation der Amerikaner ankommt, die gesetzten Ziele der nachhaltigen Entwicklung aufzunehmen und im Alltag des Wissenschaftlers, Ingenieurs und Immobilienmanagers umzusetzen. Hier ging ein deutlicher Appell Al Gore's an die Konferenzteilnehmer: We need your help!
- Wie auf der Konferenz bekannt wurde, ist der CO<sup>2</sup>-Ausstoß in den Jahren 2000 bis 2007 im Vergleich zu den Jahren 1990 bis 1999 dreimal so schnell angestiegen. Dennoch wird die Energiediskussion in den USA bisher noch dominiert von der Frage der Wirtschaftlichkeit: Hier muss sich in den nächsten Monaten ein Wandel vollziehen, der neben einer kurzfristigen Wirtschaftlichkeit einer Maßnah-

me ein langfristiges Denken im Sinn der Nachhaltigkeit berücksichtigt.

- Die überaus positiven Reaktionen auf die Symposien und Messeauftritte des zafh.net-Verbunds in Nordamerika werden in den nächsten Monaten zu einem verstärkten Austausch an Fachwissen im Bereich der Nachhaltigen Energietechnik führen. Zahlreiche Wirtschaftsunternehmen, Kommunen und Institutionen haben bereits Interesse an einer Kooperation geäußert. Spätestens im November 2009 wird die zafh.net-Gruppe wieder auf der GreenBuild in Phoenix in den USA präsent sein!

#### Referenzen

- [1] Jesus da Costa Fernandes, Thomas Feldmann, Elmar Bollin: Posterpräsentation und Paper „Bürogebäude mit Zukunft – Energetische Bewertung des Solar Info Center (SIC) Freiburg“, 3. Forum Nachhaltige Energiewirtschaft der Fachhochschulen in Baden-Württemberg, Hochschule Ulm, 9. April 2008
- [2] Thomas Feldmann, Jesus da Costa Fernandes, Elmar Bollin: Vortrag und Paper „Optimierung des Gebäudebetriebs durch die Auswertung von Wetterprognosen“, 3. Forum Nachhaltige Energiewirtschaft der Fachhochschulen in Baden-Württemberg, Hochschule Ulm, 9. April 2008
- [3] Thomas Feldmann: „Intelligente Anlagensteuerung: Wetterprognosen“, ZENO-Zeitschriften für nachhaltiges Bauen, Band 1/2008, Juli 2008
- [4] Jesus da Costa Fernandes, Thomas Feldmann, Elmar Bollin: Energie optimiertes Bauen, Teilkonzept 3: Langzeitmonitoring des Neubauvorhabens Solar Info Center Freiburg, Phase II, Monitoring/Betrieb, Abschlussbericht, TIB/UB Hannover Förderkennzeichen BMWi0335007U, Offenburg 2008
- [5] Jesus da Costa Fernandes: „Energie-monitoring und innovative Gebäudeautomation ermöglichen energieeffizienten Gebäudebetrieb, zum Beispiel: Solar Info Center Freiburg“, Fachvortrag und Posterpräsentation beim EnOB-Symposium in Dresden, 1./2. Oktober 2008
- [6] Elmar Bollin, Ursula Eicker, Martin Becker et al.: „Symposia Sustainable Energy technology“, German Initiative for Partnership in Green Technologies – Centre of Applied Research – Sustainable Energy Technology, Tagungsbroschüre zu den Fachsymposien in Boston (USA) am 9.12.2008 und in Atlanta (USA) am 11.12.2008
- [7] Energietag Offenburg, Projektpräsentation „Natürliche Gebäudeklimatisierung in Klassenzimmern“, Offenburg, 20. September 2008
- [8] Greenbuild International Conference and Expo 2008, Boston/USA, 19.-21. November 2008, Forschungsvertreter auf dem Stand der Baden-Württemberg International

### 3.7 Natürliche Gebäudeklimatisierung – Potenziale für den Klimaschutz

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

#### Einleitung

Eine Besonderheit des Ende Januar 2008 abgeschlossenen Langzeitmonitoring des Solar Info Center Freiburg (Förderkennzeichen BMWi 0335007U) ist die Erweiterung des Lüftungsbetriebs mit dem gelungenen Einsatz des an der Hochschule entwickelten Konzepts einer intelligenten dynamischen Betriebsführung (idB) unter Nutzung von Expertenwissen, Simulationsrechnungen und Prognosen. Im ersten Testbetrieb im Sommer 2006 konnte in einem Teilbereich des Solar-Info-Center-Gebäudes der Energiebedarf für die Dachventilatoren um 38 % gesenkt werden. Nach Auswertungen des Testbetriebs wurde das System im Jahr 2007 für den Betrieb im gesamten Gebäude angepasst. Die Mehrkosten des Betreibers für die Nutzung dieser Optimierung belaufen sich hauptsächlich auf den Bezug von Wetterdaten eines Wetterdienstes.

Die folgende Abbildung 3.7-1 zeigt den Verlauf des Abluftdrucks zweier Dachlüfter als Carpet-Plot. Es handelt sich dabei um die zentralen Dachlüfter eines Gebäudekerns im Solar-Info-Center-Gebäude. Die Nachtlüftung arbeitet im konventionellen Betrieb oberhalb einer Zonentemperatur von 21°C und bei maximaler Intensität (obere Teilgrafik, Schacht C1). Als weitere Bedingungen ist ein Temperaturunterschied von 3 K zur Außentemperatur vorgesehen und die Außentemperatur darf 12°C nicht unterschreiten.

Die Auswirkungen der Entwicklungsarbeiten an der optimierten Nachtlüftung können durch den Verlauf des Abluftdrucks von Schacht C1 (obere Teilgrafik) und Schacht C2 veranschaulicht werden (Zeitraum: 31.03. – 1.10.2006). Die optimierte Nachtlüftung wurde erstmals für Schacht C2 eingesetzt. Deutlich geringere Lüftungsintensitäten (Farbwechsel) und Betriebszeiten (Abschnitte mit Blauanteilen) führten im Sommer zu einer Verringerung von etwa 38 % beim Stromverbrauch des Dachlüfters. Der

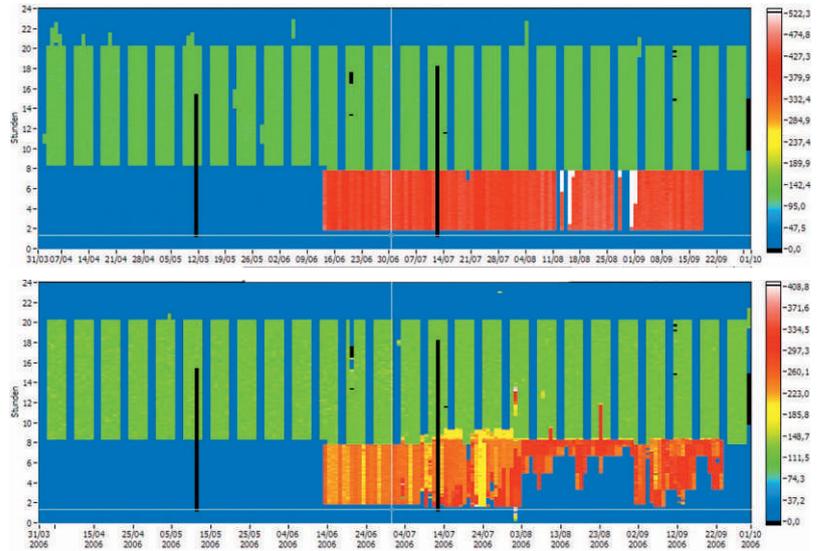


Abb. 3.7-1: Abluftdruck der Ventilatorschächte im Gebäudekern C des SIC Freiburg

Nachtlüftungsbetrieb ist in den Carpet-Plots an den gelb bis rot dargestellten Druckwerten leicht zu identifizieren (Stundenwerte des Tages sind an der linken Achse aufgetragen).

Der Vorteil der wetterprognosegestützten Optimierung ist ein der jeweiligen Wetersituation angepasster Betrieb der Nachtkühlung. Elektrische Lüfterenergie wird nur dann eingesetzt, wenn sie laut Wetterprognose den größten Nutzen verspricht. Die Auswirkungen konnten sehr gut in Abbildung 3.7-2 dokumentiert werden.

Die Teilgrafiken zeigen den Druckverlauf im Ventilatorschacht C2 vom 31.03.2007 – 1.10.2007 (oben) und 31.03.2008 – 1.10.2008 (unten). Während in 2007 wetterbedingt in der

Nacht weniger gelüftet wurde, wurde in 2008 ab Mitte Juni sehr intensiv gelüftet.

Die Forschungsgruppe NET (Nachhaltige Energietechnik) der Hochschule Offenburg setzt die Entwicklung der Nutzung von Wetterprognosen bei der Betriebsführung von Gebäuden fort und nutzt die sommerliche Nachtkühlung mit zentralen Abluftsystemen im Folgeprojekt „Natürliche Gebäudeklimatisierung in Klassenzimmern“. Das zum April 2008 gestartete Projekt ist ein von der Stadt Offenburg und dem Badenova-Innovationsfonds für Klima- und Wasserschutz getragenes Forschungsprojekt. Energieeffiziente Verfahren sollen hier zum Einsatz kommen, die weitgehend ohne aktive Kühlaggregate auskommen und so einen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Drei zentrale

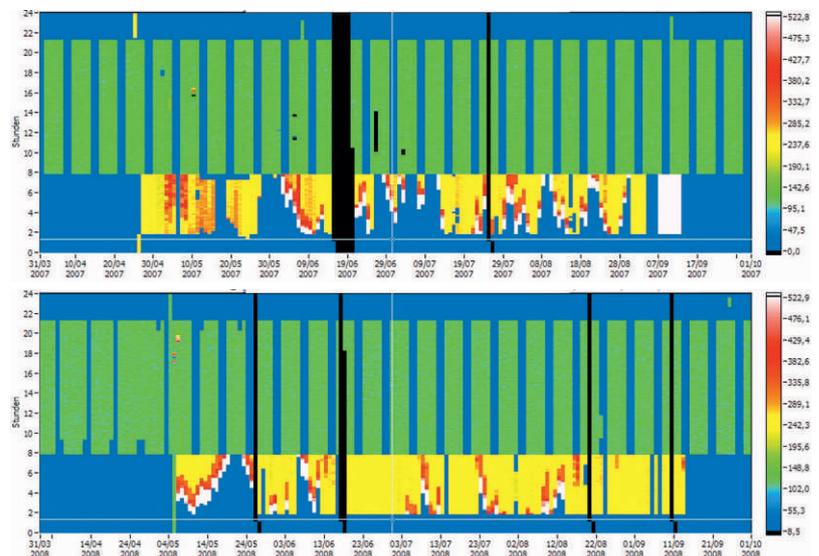


Abb. 3.7-2: Abluftdruck des Ventilatorschachts C2 des SIC Freiburg

Aspekte prägen hier die natürliche Gebäudeklimatisierung:

- Vermeidung unnötigen Wärmeeintrags durch Verschattung
- Konsequenter Wärmeaustag durch Nachtlüftung
- Neue Verfahren der Gebäudeautomation wie die Nutzung von Wetterprognosen

Ergänzt werden diese Maßnahmen durch den Einsatz von Spezialgläsern und Baustoffen sowie dezentraler Belüftungssysteme. Sollten die Maßnahmen nicht ausreichen, kann die zum Erreichen von Zielwerten erforderliche Kühleinheit deutlich kleiner dimensioniert werden. An fünf ausgewählten Schulen sollen während der dreijährigen Projektlaufzeit technische und bauliche Maßnahmen umgesetzt werden. Als stark belastet eingestufte Klassenzimmer werden im Rahmen eines Langzeitmonitoring überwacht und eine technische und wirtschaftliche Bewertung der Maßnahmen durchgeführt. Langfristiges Ziel des Vorhabens ist die Ausarbeitung eines Leitfadens, der bewertete Empfehlungen zur individuellen Anpassung des sommerlichen Wärmeschutzes von Schulgebäuden enthalten soll.

Erste Messkampagnen wurden im Sommer 2008 in thermisch stark belasteten Räumen von drei Schulen gestartet. Mit Kleindatenloggern wird seit Anfang Juni 2008 die Raumlufttemperatur, relative Luftfeuchte und die Lichtintensität in ausgewählten Räumen aufgezeichnet. Langfristig sollen Raumklimamessungen über die Gebäudeautomation erfolgen.

Auswertungen des Sommers dienen der Erfassung von Raumklimaverläufen vor der Durchführung von Maßnahmen. Bereits im Sommer 2008 konnten Auswir-

kungen von Empfehlungen zum Jalousienbetrieb und zum Lüftungsverhalten festgestellt werden. Der im Vergleich zu vergangenen Jahren eher kühle Sommer ließ jedoch keine Rückschlüsse auf das Verhalten bei anhaltend starker Wärmelast zu.

Abbildung 3.7-4 zeigt am Beispiel des Klassenraums 302 in der Theodor-Heuss-Realschule (THR) den Verlauf von Raumtemperatur und Lichtintensität. Die Daten für Globalstrahlung und Außentemperatur wurden der Wetterstation der Hochschule Offenburg entnommen. Im August wurde an dieser Schule die neue Jalousienanlage in Betrieb genommen. Die Nutzung der Verschattung zeigte bereits eine deutlich verringerte Aufwärmung des Klassenraums im Vergleich zum Vormonat. Die Raumtemperaturen erreichen im Tagesverlauf deutlich geringere Spitzenwerte. Die zentrale Abluftanlage war noch nicht installiert und soll zum Frühjahr/Sommer 2009 eingebunden werden. Vergleichbare Auswirkungen zeigte auch die Inbetriebnahme der Jalousienanlage bei der Erich-Kästner-/Anne-Frank-Schule. Während zwei Schulen auf eine Gebäudeautomation mit künftiger Einzelraummessung zurückgreifen können, wird an der Grund- und Hauptschule Weier eine nichtautomatisierte Strategie zur Überhitzungsminderung zum Einsatz kommen. Der Hausmeister erhält von der Hochschule einen Betriebsplan für heiße Wetterperioden. Dies betrifft insbesondere den händischen Betrieb der Jalousienanlagen, rechtzeitiges Öffnen und Schließen der Fenster (insbesondere Oberlichter) sowie den zentralen Abzug der angestauten warmen Luft über die Lichtkuppeln der Rauch- und Wärmeabzugsanlage im zentralen Flurbereich des 1. OG. Die Klimamessungen erfolgen mit Hilfe dezentraler Mess- und Datenübertragungssysteme.

Es steht außer Frage, dass diese ersten Maßnahmen zunächst keine Innovation darstellen. Bisher kommen in den Schulgebäuden viele bekannte Lösungen nicht zum Einsatz, da sie Sicherheitsvorgaben entgegenstehen oder durch den Gebäudeschutz behindert werden. Die konsequente Nutzung dieser Kenntnisse soll mit Hilfe moderner Werkzeuge der Automation und Kommunikation ermöglicht werden und so zu deutlich besseren klimatischen Bedingungen in Klassenräumen führen.

Für den weiteren Projektverlauf ist die Auswertung der Messkampagnen an fünf Schulen im Sommer vorgesehen. Hierzu sollen Einzelraummessungen an drei von fünf Schulen über die Gebäudeautomation möglich sein. Die Messpunkte werden um CO<sub>2</sub>-Messungen zur Bestimmung der Luftqualität in Klassenzimmern erweitert und die Errichtung von mindestens zwei Wettermessstationen geplant. Sofern bereits umgesetzt, werden die vorgeschlagenen Betriebskonzepte für Verschattung und Nachtlüftung geprüft und bewertet.

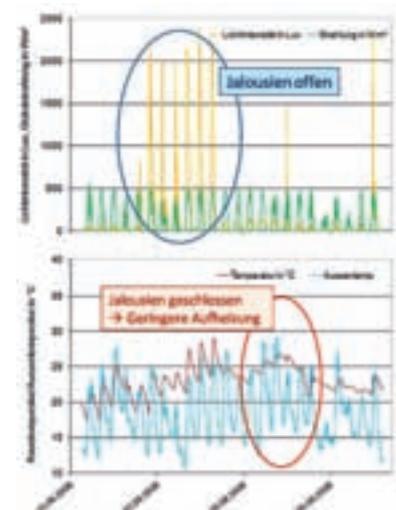


Abb. 3.7-4: Auswirkung des Jalousienbetriebs auf die Aufwärmung im Raum 302 der THR



Abb. 3.7-3: Offenburger Schulgebäude im Projekt, Links: Erich-Kästner-/Anne-Frank-Schule, Mitte: Grund- und Hauptschule Weier, Rechts: Theodor-Heuss-Realschule

# A high accurate numerical solution for the conductive heat transport in a circular cylinder with applications in automotive transportation and aerospace applications

**Prof. Dr. Dan Curticapean**

Fakultät Medien und Informationswesen (M+I)  
 Studiendekan Medientechnik/  
 Wirtschaft+Praktikantenleiter Fakultät Medien und Informationswesen (M+I)

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

**1964:** Geboren

**1983:** Studium der Physik an den Universitäten Bukarest und Temesvar, Abschluss 1987

Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Temesvar und der Hochschule Offenburg  
 Freiberuflicher Dozent

**2002:** Promotion am Laboratoire des Systèmes Photoniques, École Nationale Supérieure de Physique de Strasbourg, Université Louis Pasteur, Strasbourg

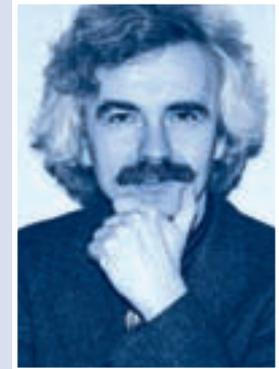
**2003:** Projektmanager in Forschung und Entwicklung bei HYDAC ELECTRONIC GMBH Saarbrücken

**Seit 2004:** Mitglied der Optical Society of America (OSA)

**Seit Oktober 2006:** Professor für Medientechnik an der Hochschule Offenburg, Fakultät für Medien und Informationswesen

**Seit 2008:** Session Chair and Committee Member „Photonics in the Automobile – Photonics Europe 2008 Strasbourg (EPE118)“, Mitglied der SPIE, Mitglied des Instituts für Angewandte Forschung (IAF) der Hochschule Offenburg

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



## 3.8 A high accurate numerical solution for the conductive heat transport in a circular cylinder with applications in automotive transportation and aerospace applications

Prof. Dr. Dan Curticapean  
 As. Prof. Dr. Dr. Adrian Neculae

Der Mitautor Adrian Neculae lehrt und forscht im Bereich Festkörperphysik an der West-Universität zu Temeschwar am Lehrstuhl für experimentelle Physik.

Es wird eine analytische Lösung der Wärmedifferentialgleichung vorgestellt, die zur Temperaturüberwachung unter erschwerten Bedingungen, wie sie etwa in der Automobil- oder Luftfahrtindustrie auftreten können, dient. Diese Lösung ist sowohl einfach zu implementieren als auch sehr präzise.

An enormous variety of industrial processes (welding, splicing, annealing, thermal insulation, metal and glass manufacturing, condition monitoring etc.) deals with the control of the heat transfer problem.

A solution for radial heat transport inside a circular cylinder submitted to Dirichlet type boundary conditions is presented. Two cases are considered: a) an infinite cylindrical body heated from outside. The outer border temperature of the cylinder is maintained at the value  $T_H$  and

the temperature inside the cylinder at the beginning of the heating process,  $T_C$ , is constant. b) an infinite cylindrical body heated from inside with a co-axial cylinder.

At the beginning of the heating process the temperature of the heating cylinder is  $T_H$  and the main cylinder is considered at the room temperature,  $T_C < T_H$  (see Figure 3.8-1).

The conductive heat transport equation in cylindrical co-ordinates has the general form:

$$\frac{\partial T(r,t)}{\partial t} = a \left( \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial T(r,t)}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 T(r,t)}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2 T(r,t)}{\partial z^2} \right)$$

Considering the mentioned Dirichlet boundary conditions, an analytical solu-

tion of the temperature T distribution was obtained:

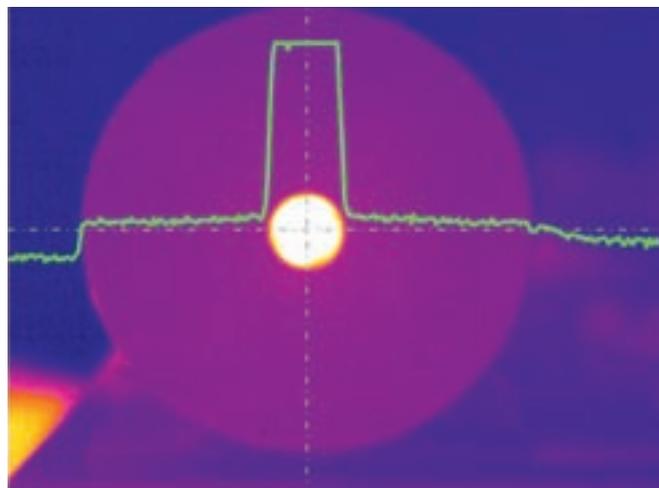
$$T(\xi,t) = T_C + \left[ \sum_{n=1}^{\infty} K_n e^{-\lambda_n^2 t} \cdot J_0(\lambda_n \cdot \xi) + 1 \right] \cdot (T_H - T_C)$$

where  $J_0(\lambda_n \cdot \xi)$  are the zero order Bessel functions with an infinite number of solutions  $\lambda_n$ . The constants  $K_n$  are yielded by the boundary condition considered for N uniformly distributed points on the cylinder radius. At a fixed point k we have:

$$\sum_{n=1}^N K_n \cdot J_0(\lambda_n \xi_k) = -1, \quad k = \overline{0, N-1}$$

where  $\xi_k = \frac{k}{N}$  is the dimensionless

co-ordinate of the k point. We obtain a linear system of N equations, which can



**Fig. 3.8-1:** Experimental measurements for the initial temperature profile using an IR camera

be written in the matricial form as follows:

$$\begin{pmatrix} K_1 \\ K_2 \\ \dots \\ K_N \end{pmatrix} \begin{pmatrix} J_0(\lambda_1 \cdot \xi_1) & J_0(\lambda_2 \cdot \xi_1) & \dots & J_0(\lambda_N \cdot \xi_1) \\ J_0(\lambda_1 \cdot \xi_2) & J_0(\lambda_2 \cdot \xi_2) & \dots & J_0(\lambda_N \cdot \xi_2) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ J_0(\lambda_1 \cdot \xi_N) & J_0(\lambda_2 \cdot \xi_N) & \dots & J_0(\lambda_N \cdot \xi_N) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \\ \dots \\ -1 \end{pmatrix}$$

Satisfactory results with an accuracy of less than 1% for the initial thermal conditions was obtained for a sum of  $N \geq 500$  terms, which means that we are dealing with a linear system in terms of zero order Bessel function of 500 equations and 500 unknowns.

In order to confirm the validity of the hypothesis used in the model, a set of comparisons with experimental measurements and simulations performed with other codes are presented in the Figure 3.8-2 and shows that the computed curve and the experimental values follow the same behavior but with a considerable time shift. The differences can be explained by the error associated with the thermal inertia of the thermocouple and the delay in temperature recording from the thermocouple. A more sophisticated setup is necessary, composed of in situ temperature sensors distributed at different positions inside of the cylinder associated with a multi-channel high speed data acquisition system capable to acquire a sufficiently large number of measurements in the first seconds of the thermal process. We compared our results with simulations performed with an advanced FEM code, ANSYS, very well adapted to the thermal transfer problems but not very easy to handle and hardly accessible for a common user. The FEM simulations for temperature evolution at the interface between the cylinders are represented by boxes in Figure 3.8-2 and are in perfect agreement with our results.

The solution of the temperature field distribution for the case b is presented in the Figure 3.8-3.

**References**

[1] Dan Curticeanu, Adrian Neculae, "Temperature measurement using optical fiber with applications to automobiles considering a high accurate numerical solution for the conductive heat transport in a circular cylinder" – Proceedings of SPIE - Volume 7003 Optical Sensors 2008, 70032K, 2008 ISBN: 9780819472014

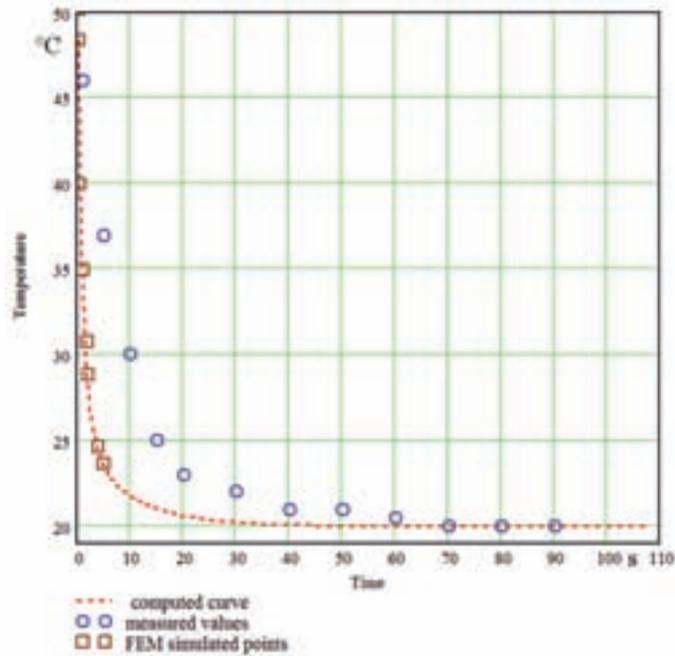


Fig. 3.8-2: Comparison between experimental measurements, FEM simulated points and the computed solution at  $r = R_0$ .

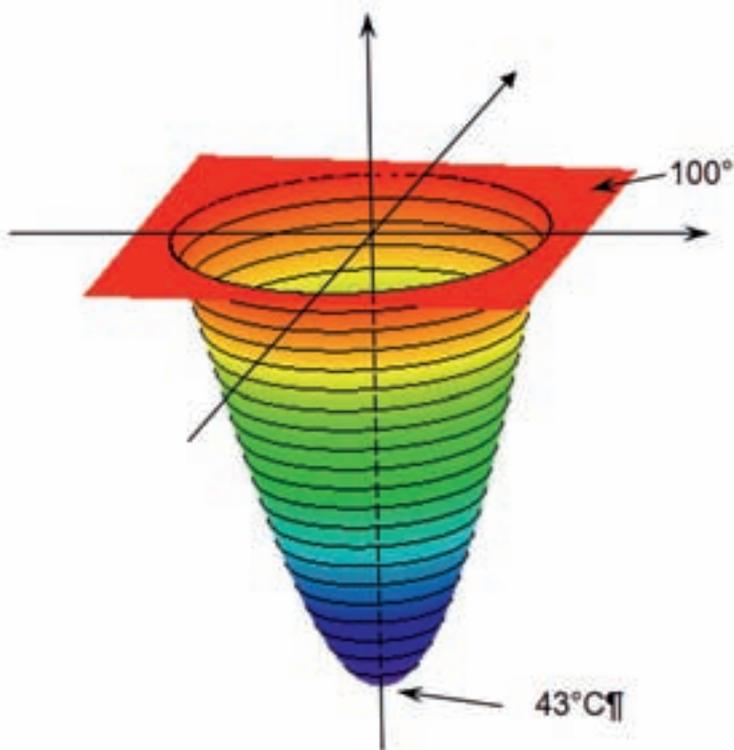


Fig. 3.8-3: Radial temperature distribution in an infinite cylindrical body heated from outside at  $t = 5 \text{ s } N = 500$

### 3.9 Live aus Nogaro – Internet-Berichterstattung mit positiver Öffentlichkeitsresonanz

Prof. Dr. Dan Curticapean

#### Abstrakt

„Live aus Nogaro“ oder „Ein bisschen Formel 1 für Studenten.“ Nun ja, nicht ganz: Bei der Formel 1 verbraucht ein Rennstall ca 200.000 Liter Benzin pro Saison [1], bei dem Rennen in Nogaro jedoch steht genau ein Liter Sprit zur Verfügung. Und noch etwas unterscheidet die beiden Wettbewerbe: In der Formel 1 gibt es keine Vorschrift für die Mindestgeschwindigkeit, im Gegensatz zum Shell Eco-Marathon, wo eine Mindestgeschwindigkeit von 30 km/h vorgeschrieben ist.

In diesem Jahr kam das Rennfeeling durch die Live-Übertragung des Rennens im Internet noch besser an. Eine Gruppe von 16 Studenten aus verschiedenen Semestern der Fakultät Medien und Informationswesen zusammen mit sechs Betreuern und wissenschaftlichen Mitarbeitern der Fakultät Medien- und Informationswesen hatten sich als Ziel gesetzt, dieses Ereignis live und – in Anbetracht der Beteiligung der Hochschule am Rennen – möglichst neutral ins Internet zu senden.



Abb. 3.9-1: Die Anspannung steigt – kurz vor dem Start in der UrbanConcept-Klasse

Die Herausforderung war groß, denn zwar gab es schon etliche Live-Internetübertragungen (man denke zum Beispiel an die Mondfinsternisse oder den Fiber Optics Workshop), aber all diese Events fanden im Haus statt und somit waren die Technik und die Infrastruktur schon vor Ort vorhanden. Diesmal jedoch waren wir über 1100 km von der Hochschule entfernt, und keiner wusste genau, was uns dort erwartet. Mit akribischer Perfektion hatte Georg Huber alles vorbereitet: die Technik, den Transport, den Internetzugang, die Plattform zum Streamen, die Kommunikation, die Übertragungsfrequenzen, die Ver-

pfehlung und alles, was für eine erfolgreiche Live-Sendung dazugehört. Die Erfahrung, die Herr Huber in seinem Praxissemester beim ZDF als Aufnahmeleiter während der Tour de France und im „heute-Journal“-Studio sammeln konnte, haben sich zu unserem großen Vorteil erwiesen.

Der Internetzugang vor Ort offenbarte sich als eine wahre Herausforderung, aber auch die Verteilung der Außenkameras ließ sich mit einer Verlegung von ca. 3,5 km Kabel um die Rennstrecke in einer Rekordzeit von 8 Stunden lösen.



Abb. 3.9-2: Massenstart in der UrbanConcept-Klasse

In einer kleinen halbstündigen Generalprobe – eine Medientechnikvorlesung für die Studenten des ersten Semesters – konnten die letzten Schwierigkeiten erkannt werden.

Dann war es so weit: Am Donnerstag, den 21. Mai, gingen wir auf Sendung und berichteten bis Samstag in über 25 Stunden über die beiden Rennklassen UrbanConcept und Prototyp.

Der Stream wurde von Nogaro aus komprimiert und an die Internetplattform Mogulus nach New York versandt. Von dort aus wurde er durch einen Flash-Stream weltweit übertragen. Alle Zuschauer unserer Sendung, selbst die vor Ort in Nogaro, hatten den Stream dann direkt aus New York bezogen. Diese Lösung hat sich als sehr elegant erwiesen, da Probleme mit Bandbreitenbegrenzungen dadurch gelöst wurden. Ohne diese Lösung hätten wir weltweit einige Spiegelserver einrichten müssen. Ein weiterer Vorteil der Flash-Technik war die große Endnutzer-Kompatibilität und die Möglichkeit, die fertigen Beiträge sowie Zusammenfassungen als Video-on-Demand-Angebot einzurichten. Die Highlights und ausgewählten Beiträge sind unter <http://live.eco-marathon.de> zu sehen.

Die insgesamt 25 Stunden Sendezeit wurden weltweit von mehr als 3500 Zuschauern besucht, die über 120.000 Minuten bei unseren Beiträgen verweilten. Die meisten Zuschauer kamen aus den Ländern Deutschland, Frankreich, der Schweiz und den Niederlanden, aber auch aus Ungarn, Australien, den USA, Schweden, Italien, England, Chile, der Slowakei und anderen Ländern.

Über die Professionalität der Arbeit unseres Teams staunten nicht zuletzt die Mitarbeiter des französischen Senders „France 1“ und die des SNG, die im Auftrag von BBC vor Ort waren.

Shell Deutschland berichtete uns, dass sich aufgrund unserer Berichterstattung zwei weitere neue Teams für den neuen Shell Eco-Marathon im nächsten Jahr am Euro-Speedway Lausitz anmelden möchten. Nicht zuletzt waren wir glücklich, über den ersten Platz des Schluckspechtteams mit 3198 km/l berichten zu können.

#### Referenzen/References

- [1] ZDF „Umwelt“ Sendung vom 21.05.2006



**Abb. 3.9-3:** Kamerateam unterwegs in der Boxengasse



**Abb. 3.9-4:** Barbara Gamalski, Leiterin der Abteilung Kommunikation von Shell Deutschland, während einer Live-Sendung im Gespräch mit den Moderatoren Benedikt Huster und Ryotaro Kajimura



**Abb. 3.9-5:** Aufnahme des Autors aus dem Safetycar bei einer Verfolgungsjagd auf den Schluckspecht bei „Tempo“ 30 km/h

# Non-Esterified Plant Oils as Fuel-Engine Characteristics, Emissions and Mutagenic Effects of Particulate Matter

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

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

**1952:** Geboren in Todtnau i. Schwarzwald  
**1972–1977:** Studium des Maschinenbaus an der Universität Karlsruhe (TH)  
**Bis 1982:** Wissenschaftlicher Angestellter am Institut für Thermische Strömungsmaschinen der Universität Karlsruhe  
**1982:** Promotion an der Universität Karlsruhe  
**1982–1984:** als Feodor-Lynen-Stipendiat der A.-v.-Humboldt-Stiftung Gastwissenschaftler an der Yale University, New Haven/Ct., USA  
**1985–1993:** leitende Positionen in mittelständischen Unternehmen des Maschinenbaus in Spanien und Deutschland  
**Seit 1993:** Professor für Energietechnik und Strömungsmaschinen an der Hochschule Offenburg, Fachbereich Maschinenbau  
**Seit 1998:** Mitglied des Instituts für Angewandte Forschung (IAF) der Hochschule Offenburg  
**1998/99:** Gastprofessor an der Yale University. Mitglied verschiedener Normenausschüsse  
**2000–2007:** Gründer und Studiengangleiter des auslandsorientierten Master-Studiengangs „Energy Conversion & Management ECM“  
**Bis 2007:** Geschäftsführer des Kuratoriums der Hochschule Offenburg  
**Seit 2007:** Beurlaubt zur Geschäftsführertätigkeit in einem mittelständischen Unternehmen



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

## 3.10 Non-Esterified Plant Oils as Fuel-Engine Characteristics, Emissions and Mutagenic Effects of Particulate Matter

Dipl.-Ing. (FH) Benjamin Dorn  
Prof. Dr.-Ing. Richard Zahoransky  
Prof. Dr. Christiane Zell

Der Mitautor B. Dorn ist ein Absolvent unserer Hochschule und ist heute Geschäftsführer bei POELTEC Pflanzenöl GmbH, 77694 Offenburg

### ZUSAMMENFASSUNG

Pflanzenöle können einen gewissen Beitrag für eine erneuerbare, nahezu CO<sub>2</sub>-neutrale Kraftstoffversorgung leisten. Die nicht-veresterten Pflanzenöle haben im Gegensatz zu veresterten Ölen eine günstige Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz. Deshalb werden hier die naturbelassenen, aber raffinierten Pflanzenöle auf ihre Eignung als Kraftstoff in Dieselmotoren und deren Emissionen detailliert untersucht. Versuche wurden mit drei verschiedenen Dieselmotoren durchgeführt.

### ABSTRACT

Plant oils may be used as a sustainable, nearly CO<sub>2</sub> neutral fuel for diesel engines. This work investigates experimentally the particulate and gaseous emissions of diesel engines fuelled with non-esterified, pure plant oils with the quality standard of DIN V 51605 (Weihenstephan RK-Qualitätsstandard 05/2000). The data are collected from three engines:

- Common rail passenger car engine from Opel AG
- Truck engine from VOLVO
- Truck engine from MAN AG

The emissions of the MAN engine have been used to perform AMES tests to analyze possible health impacts of plant oil operation.

The experimental data show a reduction of particulate matter compared to traditional gasoil which may yield up to 50 % for engines which are correctly adjusted to plant oil operation. The particulate matter shows same primary particle sizes but the agglomerates as collected on TEM grids are different – the plant oil soot particles tend to form larger aggregates [4]. The gaseous emissions of CO and hydrocarbons HC are generally lower compared to the operation with gasoil. However, the NO<sub>x</sub> emissions are slightly higher. This may be contributed to the measured higher combustion chamber pressures and temperatures when fuelled by plant oils.

Emission samples have been extracted from ESC cycles of 13 step tests to perform the AMES test which give indication on carcinogen substances. The AMES test results gave no indication of mutagenic effects exceeding the detection limits. No significant differences could be found comparing the emissions of plant oil and gasoil operation. Thus, it can be stated that the emission from plant oil operation does not have a

health impact different to traditional gas oil. This is in contrast to some other publications – a deeper insight shows that these investigations did not properly modify the engine for plant oils. It is mandatory to make the engine modification to pre-warm the plant oils to 90°C prior to injection. The engine's warm-up phase needs special care to avoid any coking at the injection system and combustion chamber surfaces. The publications, where a higher health risk was claimed to be found in the exhaust of plant oil fuels, did not pre-warm the plant oils – cold plant oils have been injected in the combustion chamber instead. This results in incomplete atomization and incomplete combustion with a lot of hazardous emission species. Such an operation will damage the engine after relatively short times and is, therefore, not realistic.

The investigated fuels had some influence on the engine characteristics. Higher temperatures and pressures in the cylinder have been detected for some plant oils compared to gasoil. This increase is explained by the higher oxygen content within the plant oils.

### INTRODUCTION

The known fossil fuel reserves decrease, whereas the consumption increases. Part of the fuel consumption can be covered by plant oils. There are over 200 oil plants known which may also grow in arid areas. Thus, even poor, third world countries may grow sustainably there

own energy demand. In Europe, there are numerous co-generation plants with plant oils (mainly palm oil) in operation and some logistic enterprises operate their whole fleets of trucks with pure plant oils. The use of food plants for fuel production and the possible ecological impacts triggered an ethic discussion, which is not subject of this investigation.

### PLANT OILS AS DIESEL ENGINE FUEL

The air temperature after compression is approx. 450 to 550°C for most diesel engines. This temperature range is sufficient for plant oils which have an ignition temperature of approx. 200 to 300°C. However, the kinematic viscosity of plant oils with approx.  $\eta = 80 \text{ mm}^2/\text{s}$  at room temperature is much higher compared to gas oil with approx.  $5 \text{ mm}^2/\text{s}$ . The high viscosities of plant oils cause high mechanical stress to the injection system and the atomization is poor, providing large fuel droplets, incomplete combustion, coking in the combustion chamber and thus damages to the injection components, cylinder and piston rings.

Basically two techniques are known to adjust plant oils to advanced diesel engines:

- Chemical modification of the plant oils
- Engine adjustments to pure plant oils

To a.: Esterified plant oils have a viscosity which is similar to gas oils. Methyl esters of the oils can be used without further engine modifications. Two disadvantages are known. One is the energy consumption of the chemical process and the other is the chemical instability of some sealing materials against esters, which act as solvents. Special sealings are required in the engine for esterified oils. This paper deals exclusively with pure plant oils. Esterified oils are not considered any more.

To b: The plant oil's viscosity decreases with increasing temperatures. At 80 to 90°C, the viscosity drops below  $10 \text{ mm}^2/\text{s}$  [2] which is suitable even for modern common rail injection systems. Consequently, the pure plant oils must be heated prior to the pump and the injection. Above mentioned damages are avoided and the engines can be operated permanently. Several engine manu-

facturers allow the usage of pure plant oils, provided that a reliable pre-warming system is installed.

Several techniques are known to master the cold start, the challenging phase when plant oil is used. Detailed technical information to modification techniques for plant oils are found in [3]. The two-tank system has been proven in the last years as most simple, most economic and most reliable solution. The cold engine is always started by normal gasoil. If the engine is warm enough, the plant oil is heated by a heat exchanger installed in the loop of the cooling water. But the engine must be operated in the last minute by gasoil to flush the injection system and fill it with the gasoil for the next cold start. A disadvantage is the additional tank for the gasoil.

### INVESTIGATED ENGINES

The specifications of the three diesel engines under investigation are listed in tables 1, 2 and 3.

The OPEL engine in the lab of the University of Applied Sciences Offenburg served for the basic investigations on the impacts of plant oil on engine behaviour and emissions. The VOLVO truck served for test cycles in real traffic operation and to get information on the behaviour of the after-treatment system for plant oil fuels. The MAN engine emissions was dedicated for the AMES tests to gain information on the health impact. All engines have been converted correctly to plant oil operation.

Manufacturer	GM Opel
Type	Diesel engine 1.7 CDTI ECOTEC®
Number of cylinders	4 in line
Volume	1,686 cm <sup>3</sup>
Valve number	16
Diverse	Common rail injection, EGR
Bore / stroke	79.0 / 86.0 mm
Compression relation	18.4 : 1
Max. output	74 kW at 4400 rpm
Max. torque	240 Nm at 2,300 rpm

**Table 1:** Opel 1.7 CDTI ECOTEC®, laboratory engine of the University of Applied Sciences Offenburg

Manufacturer	VOLVO Euro 5
Type	Diesel engine VOLVO FH 480
Number of cylinders	6 in line
Volume	12,800 cm <sup>3</sup>
Diverse	Pump nozzle injection Intercooled turbo compression
Compression relation	
Max. output	353 kW
Max. torque	2300 Nm

**Table 2:** VOLVO FH 480, installed in VOLVO FH13 truck

Manufacturer	MAN Euro 4
Type	Diesel engine D2066 LF36
Number of cylinders	6 in line
Volume	10,520 cm <sup>3</sup>
Diverse	Common rail, EGR and DPF
Max. output	324 kW kW

**Table 3:** MAN D2066

## TEST SET-UPS

### Dynamometer for Opel 1.7 CDTI

The engine was equipped with the aggregates and electronics as in the passenger car. An asynchronous generator is used as brake. This e-machine acted also as starter. The fuel system involved a tank for gasoil, a tank with auxiliary pump for the plant oil, filters, volume flow meter, fuel pump, heat exchanger for plant oil, high pressure pump and injectors. The extraction tubes were heated up to approx. 200°C avoiding condensing effects. Figure 3.10-1 shows the arrangement of the extraction positions and temperature sensors in the exhaust system, figure 3.10-2 is a photo of the dynamometer. The dynamometer is described already in [4, 11].

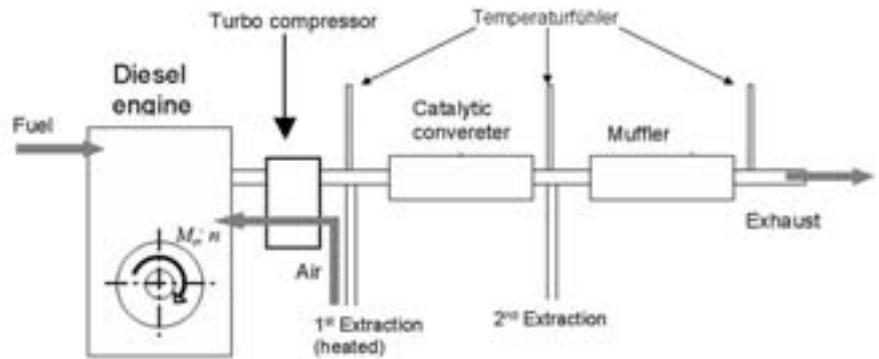


Fig. 3.10-1: Exhaust system with extractions and sensors

### VOLVO FH 480, installed in VOLVO FH13 Truck

The goal of the measurements in the operating truck was the emission data collection, i.e. gaseous and particulate emissions in real traffic cycles.

### Dynamometer for MAN engine

The state of the art dynamometer for the MAN engine is completely equipped including all necessary sensors and extraction installations for the exhaust samples to perform the AMES tests.

## MEASUREMENT TECHNIQUES

### General engine data

All conventional engine data like speed of revolution, torque, temperatures (exhaust, cooling water, inlet air) and fuel volume flow were recorded.

### PRESSURE INDICATION

One cylinder of the OPEL engine was equipped with a piezo-electric pressure indication sensor which was installed instead of the glow plug. The AVL Indimaster 6704 analyzed the induced pressures. Thus, the indicated mean pressure  $p_i$  is obtained versus the crank angle, serving as basis for  $p_i$ -V-diagrams and others.

### EMISSION GAS ANALYSIS

The DiGas 440 of AVL measured the gaseous emissions. The gas was conditioned: The gas was cooled to separate the condensed liquid from the gases. A filter separated practically all particles. A gas blower increased the gas pressure and the gas was then guided into the gas analyzer after two additional particle filters. The gas data were continuously re-

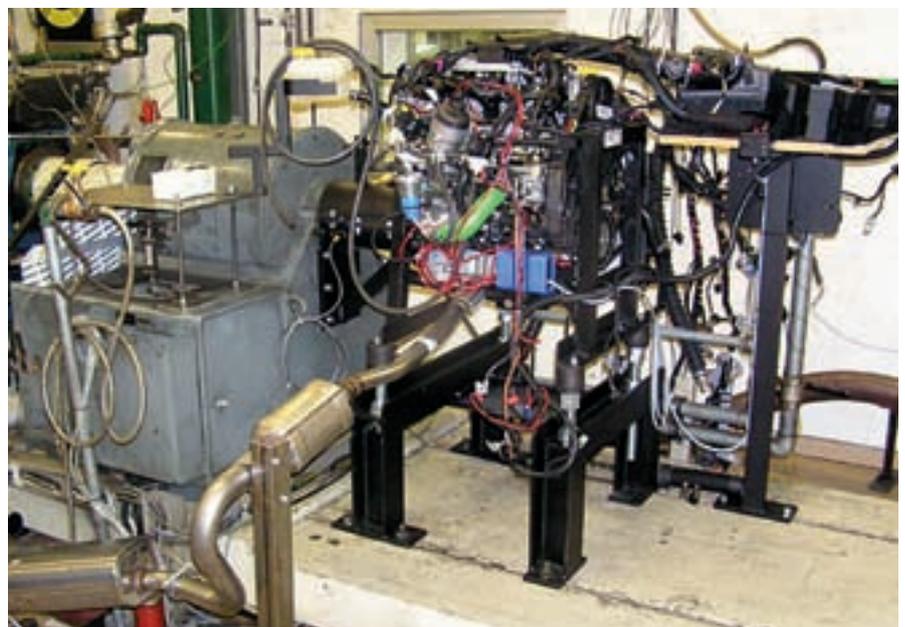


Fig. 3.10-2: EURO 4 Diesel engine connected to the engine dynamometer of the University of Applied Sciences Offenburg

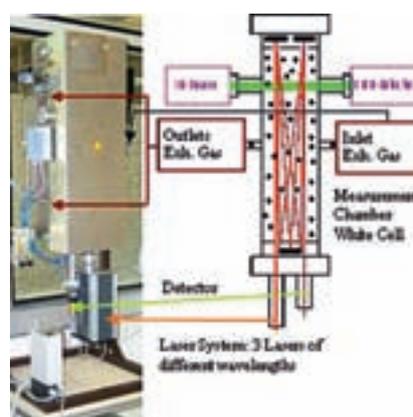


Fig. 3.10-3: LPME System WIZARD DQL [6]

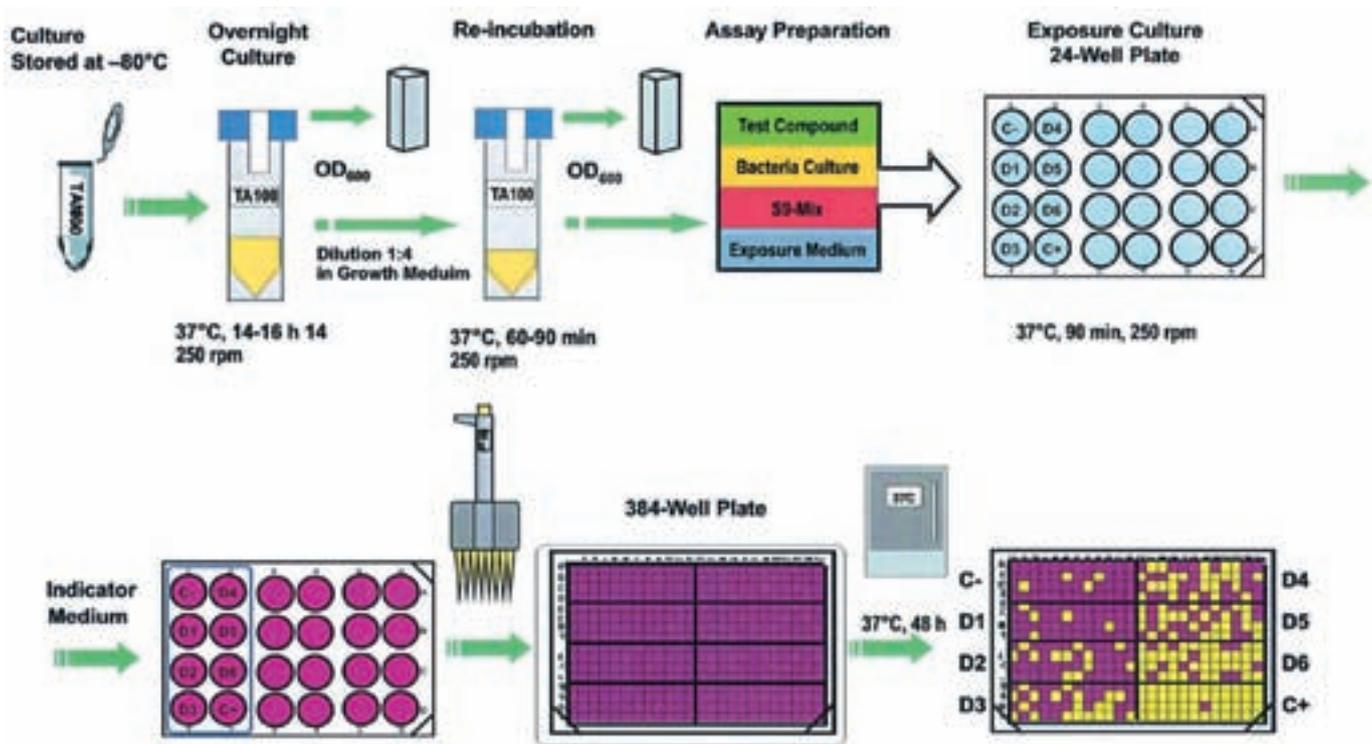


Fig. 3.10-4: Visualisation of the AMES fluctuation test [7]

corded at 1 Hz. The starting procedure with warm up phase and auto calibration of DiGas 440 was respected. The exhaust gases CO, CO<sub>2</sub>, hydrocarbons HC, O<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> were recorded.

#### PARTICULATE EMISSION Long Path Multi-Wavelength Extinction LPME

The LPME technique to measure on-line the particle mean diameter and the particle concentration in the hot, undiluted exhaust is described in detail in [4, 5]. Figure 3.10-3 explains the set-up.

#### Transmission Electron Microscope TEM

The particles have been captured in the exhaust flow on grids which have been analyzed in the Institute of Electron Microscopy of the University Karlsruhe.

#### Gravimetry

Gravimetric measurements were taken by all engines according to the normalized procedure.

#### AMES TEST

The AMES test -developed in the seventies by B. Ames- is aimed to identify mutagenic substances. Test media are special bacteria mutants of "Salmonella typhi-mu-rium" with histidin deficiency. The applied auxotrope mutants are not

able to synthesize histidin so that they can not multiply on histidin free nutrition. Mutagenic substances may cause mutations which enable the bacteria again to synthesize histidin. These "His-revertants" can multiply again in histidin free environment. The number of revertants after an incubation of 48 hours is a measure for the mutagenic effect of the substance under investigation.

The applied AMES fluctuation assay is from the company Xenometrix GmbH. The test sequence is visualized in figure 3.10-4. The following test phylums have been used for the different mutagenics:

- TA 98 to detect screen thrust mutagenics
- TA 100 to measure base exchange mutagenics
- TA Mix (generic development of Xenometrix)

The change of the nutrition's pH value is an indication for the change of the histidin concentration. The pH indicator measures thus the concentration of the revertants on the micro plate.

There are two AMES techniques acknowledged by the OECD:

- Conventional technique with incubators and agar plates
- AMES fluctuation assay with micro plates and agar plates

The advantages of the applied fluctuation test are:

- Controlled quality of the "Salmonella typhimurium" phylums
- Available ready to use reagents
- Only 30 mg of the test substance is sufficient
- Fast test procedure
- Feasible automation by use of micro titration plates

#### MEASUREMENTS RESULTS

The following data of the individual engines were measured for different conventional and plant oil fuels:

- Exhaust gas composition
- Particulate matter emission
- Thermodynamic data in the combustion chamber (indicated pressures and derived data)
- Search for mutagenic substances in the particulate matter by the AMES test

#### OPEL 1.7 CDTI ECOTEC®

Some measurement results of the Opel engine are published in [4].

### Exhaust gas analysis

Table 4 is representative for gaseous emissions. The differences between the different fuels were low and sometimes in the measurement uncertainties.

2300 rpm 47 kW	CO	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	HC	NO <sub>x</sub>
	ppm vol	ppm vol			
Gas oil	0	8,3	9.2	0	652
Rape seed oil	0	8,7	9.3	0	670
Sun flower oil	0	8,7	9.0	0	716
Soya oil	0	8,5	9.5	0	720
Peanut oil	0	8,6	9.4	0	779

**Table 4:** Opel engine; results of the gas analysis at 2300 rpm and 47 kW at lambda  $\approx$  1.6; the HC and CO concentrations were below the measurement limits

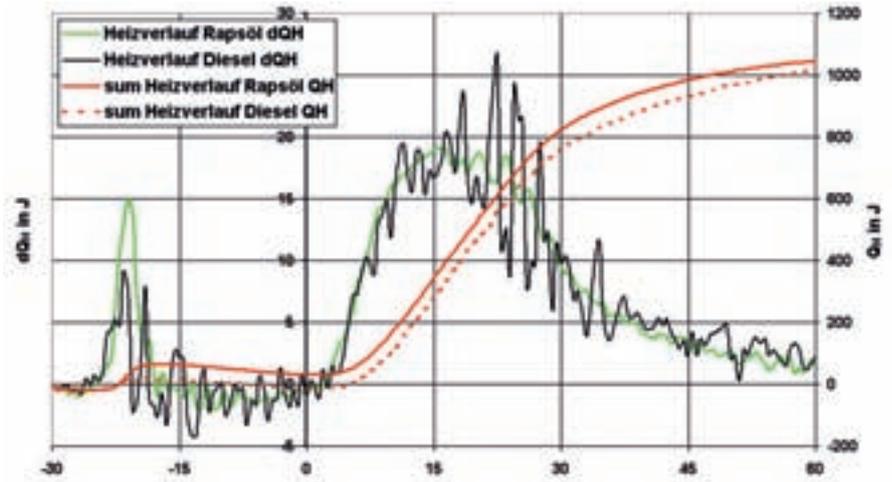
The exception was the NO<sub>x</sub> emission where the gas oil delivers lowest values for all load conditions.

### Pressure indication

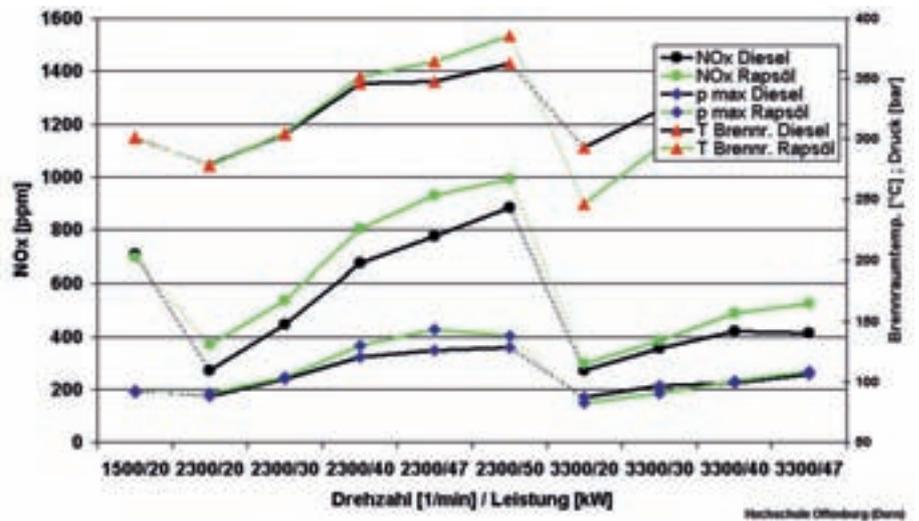
The absolute cylinder pressure for plant oil was consistently higher for the plant oils in all load conditions of the engine. The differences were as high as 10 %, i.e. 125 bar in peak pressure for gas oil versus 138 bar for sun flower, rape seed and peanut oils (see [4], figure 3.10-6). This effect is contributed to the oxygen content in the plant oil molecules which lead to higher combustion temperatures – the same effect which is responsible for higher NO<sub>x</sub> values in the exhaust. Figure 3.10-5 traces the measured heat release over the crank angle at 2,300 rpm and 50 kW for rape seed oil and gas oil. The combustion with rape seed oil was faster than with gas oil. As a result, the pressure of rape seed and other plant oils exceeded the one of gas oil in the combustion chamber [4].

Figure 3.10-6 summarizes the main engine data temperature and pressure in the combustion chamber and NO<sub>x</sub> emission versus the speed of revolution and the power for the two fuels conventional gas oil and rape seed oil.

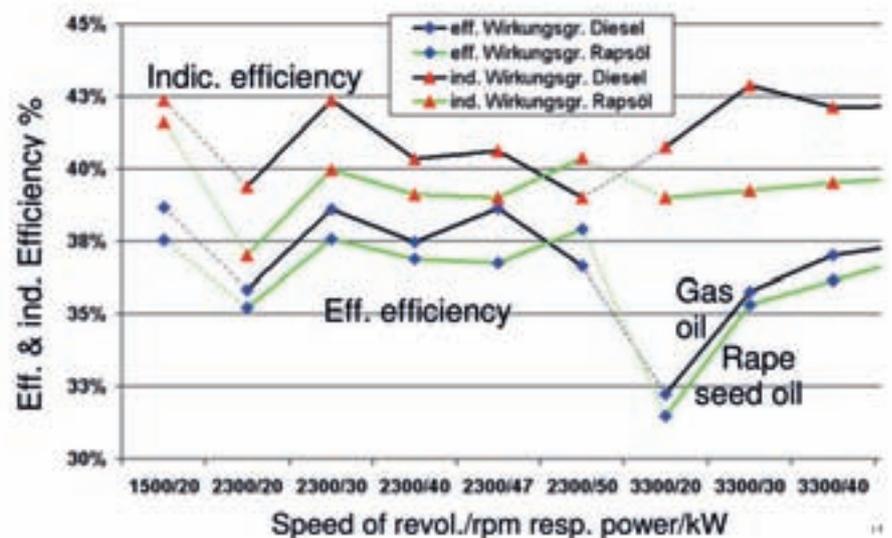
The efficiencies with gas oil were higher compared to rape seed oil, figure 3.10-7. This can be explained to a certain extent by the engine optimization to gas oil; the injection sequence was not modified in the frame of these investigations. The in-



**Fig. 3.10-5:** Heat release with rape seed oil and gas oil



**Fig. 3.10-6:** Comparison of fuels: Gas oil and rape seed oil. Temperature and pressure in combustion chamber and NO<sub>x</sub> emission

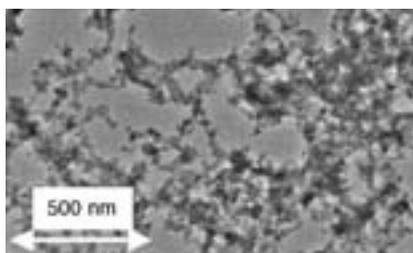


**Fig. 3.10-7:** Comparison of fuels: Gas oil and rape seed oil. Efficiencies

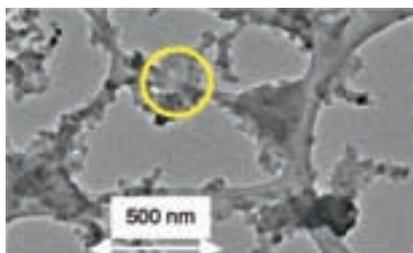
jection should be shifted to an earlier time according to experiences with plant oils. The mass specific calorific value of plant oil is lower than that of gas oil, but the density is higher so that there should be no major effect due to this difference.

### Particulate matter emission

The sizes of the primary soot particles are the same as outlined in [4, 5]. Recent measurements reveal some differences in the particle behaviour which can be seen in the TEM pictures of figures 3.10-8 and 3.10-9. These particles have been collected at the same engine condition at 2300 rpm and 47 kW, but with different fuels. Conventional gas oil emitted the particles shown in figure 3.10-8 and rape seed generated particles of figure 3.10-9.



**Fig. 3.10-8:** TEM picture of particles emitted from gas oil fuel. OPEL engine at 2300 rpm and 47 kW



**Fig. 3.10-9:** TEM picture of particles emitted from rape seed oil fuel. Opel engine at 2300 rpm/47 kW

The primary particles emitted by gas oil fuel formed more chain like aggregates whereas the rape seed oil particles formed more compact, baked together aggregates, i.e. less chain like. The similar effect was found for other plant oils. However, this effect must be investigated further as there might be secondary influences like humidity which may cause these differences. It is too early to speculate that the different particle agglomerates cause a different biological impact.

### MAN ENGINE D2066 LF36

The MAN engine was operated in the European Stationary Cycle ESC which

was also selected in [9] so that a direct comparison is feasible.

### Emissions

The emissions of the two fuels rape seed oil and gas oil have been investigated. The results of the limited exhaust gas components in the ESC cycle are listed in table 5: CO, NO<sub>x</sub>, hydro carbons HC and particulate matter PM. A similar effect as in the OPEL engine was observed. The NO<sub>x</sub> emission was higher by approx. 10 %, whereas the other exhaust components were appreciably lower for rape seed oil as fuel.

ESC cycle	CO	NO <sub>x</sub>	HC	PM
	g/kWh			
Gas oil	0.11	3.0	0.029	0.033
Rape seed oil	0.03	3.4	0.017	0.013

**Table 5:** Comparison of exhaust gas components during ESC cycle of gas oil and rape seed oil as fuel

### AMES tests

This engine served primarily for the sample collection of the particulate matter for the AMES tests. Particulate emissions have been collected from rape seed fuel emissions and gas oil emissions at 3,300 rpm and 50 kW. The exact AMES procedure is described, e.g. in [8]:

- Samples were extracted in dichlor methane (DMC)
- The extraction took place in a soxhlet apparatus at 75°C and for a period of 9.5 Stunden.
- 70 ml DMC are applied per sample
- The extracts are dissolved after vacuum evaporation in 3.68 ml dimethyl sulfoxide (DSMO)

The following concentrations could be calculated by the difference of the filter weights:

Rape seed oil: 0.3 g/l  
Gas oil: 0.175 g/l

These concentrations were used as initial solutions for the mutagenic Ames tests. The bacteria phylums TA 98, TA 100 und TA MIX were applied for the investigations. They were tested with and without S9-Mix.

The extracts were diluted in several steps, always by a factor of 3.5 for the Ames tests, table 6. The concentrations have

been selected according the comprehensive AMES investigation by the "Technologie und Förderzentrum Bayern" [10]. Different substances as positive check were used specific to the phylum, table 7. The solvent DSMO served as negative check.

Dilution-step	Dilution	Concentration rape seed oil extract	Concentration gas oil extract
		g/l	g/l
1	1	0.30	0.175
2	0.286	0.086	0.05
3	0.0816	0.024	0.014
4	0.023	0.007	0.004
5	0.0067	0.002	0.001
6	0.0022	0.0006	0.0003

**Table 6:** Dilution steps of PM for AMES tests

Phylum	Positive check
TA 98 -S9	2-NF, 2000 ng/ml (2-Nitrofluoren)
TA 100 - S9	4-NQO, 100 ng/ml (4-Nitroquinolin-N-Oxid)
TA Mix -S9	4-NQO, 500 ng/ml
+S9, all phylums	2-AA 5000 ng/ml (2-Amino-anthrazen)

**Table 7:** Substances for positive check

Figures 3.10-10 to 3.10-13 visualize for one test series the number of revertants for the PM emitted by plant oil and gas oil fuels with bacteria phylums TA100 - S9 and TA100 + S9 with the different dilution steps. The tests with the other phylums listed in table 7 showed quite similar results.

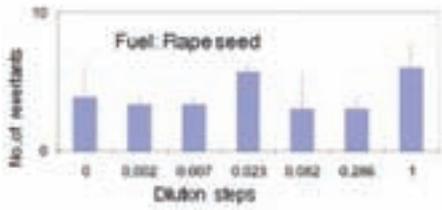


Fig. 3.10-10: Number of revertants with bacteria phylums TA 100 - S9 for PM from rape seed oil fuel

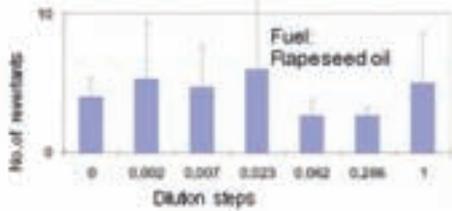


Fig. 3.10-11: Number of revertants with bacteria phylums TA 100 + S9 for PM from rape seed oil fuel

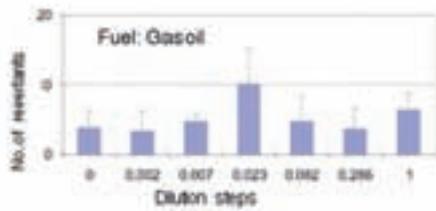


Fig. 3.10-12: Number of revertants with bacteria phylums TA 100 - S9 for PM from gas oil fuel

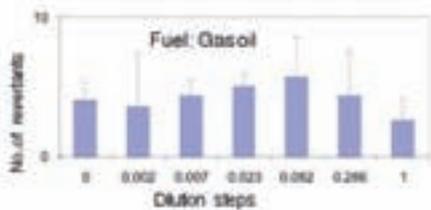


Fig. 3.10-13: Number of revertants with bacteria phylums TA 100 + S9 for PM from gas oil fuel



Fig. 3.10-14: Test vehicle VOLVO truck FH 480

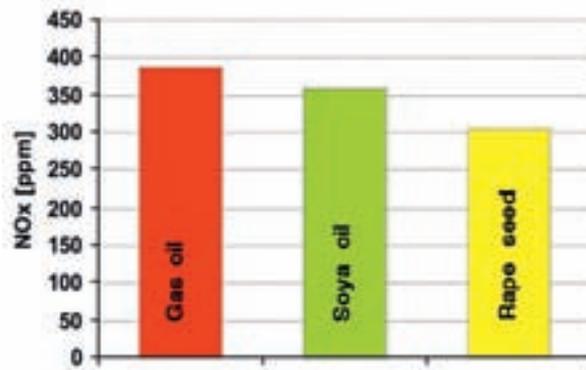


Fig. 3.10-15: Averaged NO<sub>x</sub> emission of the VOLVO truck during one city traffic cycle

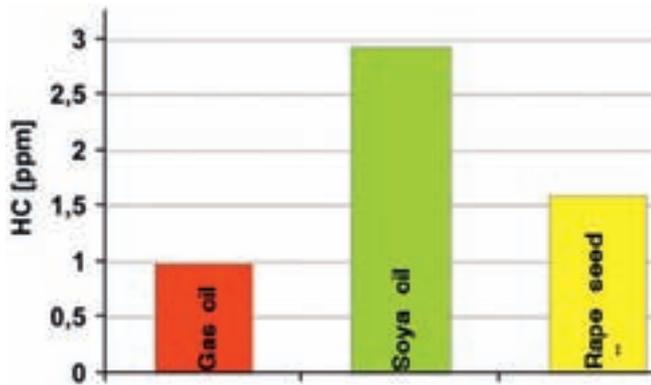
The number of revertants suggests that the number of revertants may be slightly higher for PM from gas oil emissions. However, all samples are in the range of the negative control sample. Furthermore, a dose effect could not be detected as the different dilution samples did not reveal any significant change in the detected revertant number. Therefore, no quantitative statements to different health impacts of the different fuels can be made. But it can be stated that there is no significant difference between the biological hazard of the emitted particulate matter. This may be true for all complete combustion processes as the nature of the soot is the same. However, strong differences may reveal in the emitted PM from incomplete combustion. The different particle characteristics are visualized in [4, 11]. The publication [9] reports AMES tests from a diesel engine operated by plant oil, but without pre-warming the plant oil. The caused

incomplete atomisation of the fuel and thus incomplete combustion must have generated PM emissions with a high content of unburned HC molecules of different nature as reported in [10]. Consequently, the AMES tests in [9] revealed high numbers of revertants, i.e. high mutagenic effects. A non-modified diesel engine can not be operated for a longer period of time with plant oil due to coking. Therefore, the results of [9] are of no relevance. A deeper discussion can be found in [12].

#### VOLVO TRUCK

The test vehicle is shown in Figure 3.10-14. The truck was operated in real city traffic. The route was repeated during the day.

The NO<sub>x</sub> and HC emissions have been measured during the tests. Figures 3.10-15 and 3.10-16 summarize the averaged results per driving cycle for gas oil, soya oil and rape seed oil as fuels.



**Fig. 3.10-16:**  
Averaged HC emission  
of the VOLVO  
truck during one city  
traffic cycle

### Summary

The emissions of three different diesel engines operated with gas oil and plant oils have been measured and compared. The emissions from plant oil operations achieved generally lower values compared to the operation with conventional fuel. The CO, HC and PM emissions were appreciably lower. NO<sub>x</sub> is the exception – this emission was typically 10 % higher for plant oils compared to gas oil.

The AMES test revealed no significant difference in the mutagenic effect of the emitted particulate matter. Even so the concentration of the PM was selected like in a previous investigation with a tractor engine [10], the number of detected revertants (measure of mutagenic effect) was not above the negative control substance. This is in contrast to [10] where enough revertants have been found. It may be due to the better engines in this investigation (EURO 4 and EURO 5 engines). Anyway, the emissions from plant oil fuels did not exhibit real differences to the gas oil emissions in results of the AMES tests.

There are only few AMES investigations of PM emissions of diesel engines reported. The investigation [9] is not relevant as it deals with cold injected plant oil which will damage the engine in a short time. The mutagenic effect of the emitted particles is only high for incomplete combustion (see also [4]). Comprehensive investigations with correctly modified diesel engines for plant oils are described in [10] and [13]. They come to the conclusion that the mutagenic effects of rape seed oil fuel emission is by a factor of 2.5 to 1.1 lower than the effect found with conventional gas oil. Thus, the health impact should be lower with rape seed oil.

### Literature

- [1] Energy Watch Group, WEO World Energy Outlook, 2008
- [2] C. Wehmann, Diploma Thesis, University of Applied Sciences Offenburg, D-77654 Offenburg, 2006
- [3] Website POELTEC [www.poeltec.de](http://www.poeltec.de)
- [4] B. Dorn, C. Wehmann, R. Winterhalter, R. Zahoransky, Particle and Gaseous Emissions of Diesel Engines Fuelled by Different Non-Esterified Plant Oils, SAE-NA Techn. Papers Series 2007-24-0127, 2007
- [5] E. Laile, R. A. Zahoransky, M. Mohr, M. Claussen, Optical on-line time resolved particle measurements in the exhaust gas of diesel engines for different test cycles, SAE-NA Techn. Papers Series 2003-01-56, 2003
- [6] WIZARD DQL, company leaflet, WIZARD Zahoransky KG, D-79674 Todtnau, 2000
- [7] Company leaflet, Xenometrics, AMES II Mutagenicity Assay Technical Documentation
- [8] ARGUK Umweltlabor GmbH; <http://arguk.de/images/BaP.gif>, 2008
- [9] J. Büniger, J. Krahl et al.; Strong mutagenic effects of diesel engine emissions using vegetable oil as fuel; Archives of Toxicology, 2007
- [10] K. Thuncke et al., Mutagenität der Partikelemissionen eines mit Rapsöl- und Dieselkraftstoff betriebenen Traktors, Berichte aus dem TFZ 14, Technologie- und Förderzentrum Bayern, ISSN 1614-1008, Straubing, 2007
- [11] R.A. Zahoransky, B. Dorn; Influence of different biological fuels on particle emissions of diesel engine; 9th ETH-Conference "Combustion Generated Nanoparticles" (Conference CD), Zürich, Aug. 2005
- [12] B. Dorn et al., Pflanzenöle als Kraftstoff und deren Abgas- und Partikelemissionen beim Pkw und Lkw, Abschlussbericht Projekt UPAK, University of Applied Sciences Offenburg, [www.biokraftstofforschung.de](http://www.biokraftstofforschung.de), 2007
- [13] H. Krist et al., Prüfung der Mutagenität von Inhaltsstoffen partikulärer Abgasbestandteile im AMES-Test, Bericht des BIFA Umweltinstituts, 2007

### Acknowledgement

The financial support of the E-emissions in results of the AMES Werk Mittelbaden AG by its fund „Ökologie- und Innovation“ is highly appreciated. Additionally, the companies „Autohaus Linck/Offenburg“ and „Haas-Nutzfahrzeuge“ contributed by providing engines for this investigation.

### Contact

Benjamin Dorn  
POELTEC GmbH  
Goethe-Strasse 18  
D-77654 Offenburg  
e-mail: [dorn@poeltec.de](mailto:dorn@poeltec.de)

**HYDRO**

precision in aircraft support

**Willkommen beim Marktführer in Aircraft und Engine Support**

HYDRO: Unser Team mit weltweit 350 hoch qualifizierten Mitarbeitern ist spezialisiert auf Projekte und Produkte für die Wartung, Produktion und Montage von Flugzeugen und Flugzeugtriebwerken. Wir sind international anerkannter Branchenmarktführer. Unsere Kunden sind weltweit alle bedeutenden Flugzeughersteller, Airlines, Flughäfen und Flugzeugwartungsbetriebe. Wir bieten Zukunft in der Region.

**DIPL.-INGENIEUR/-IN**

In einem jungen 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](http://www.hydro.aero)

0107

**KLB**  
LÖSUNGEN IN METALL**Wir sind Spezialist für ...**

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

**und Partner unserer Kunden weltweit in den Bereichen:**

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

**KLB Blech in Form GmbH - Ihr Systemlieferant von der Idee bis zur Endmontage** | Holzmattenstraße 1-3 | 79336 Herbolzheim | [www.klb-kuri.de](http://www.klb-kuri.de)

**Kunststoff-Folien**  
und Erzeugnisse  
aus umweltfreundlichen  
und wiederverwertbaren  
Werkstoffen

**TEXPAK**  
**KUNSTSTOFFWERK LAHR GMBH**

Tullast. 5 • 77933 Lahr • Telefon 078 21/94 75-0 • Telefax 078 21/94 75-50  
[www.kunststoffwerk-lahr.de](http://www.kunststoffwerk-lahr.de) info@tp-kwl.com

### 3.11 Hybrid Drive Systems for Industrial Application

Prof. Dr.-Ing. Richard Zahoransky

Dipl.-Ing. (FH) Frank Böhler

Prof. Dr.-Ing. Marcus Geimer

Cand.-Ing. Julien Sautoire

Dipl.-Ing. Phillip Tiebes

The co-authors Geimer, Sautoire and Tiebes are from the Institute of Vehicle Science and Mobile Machines, University Karlsruhe (TH), Böhler is affiliated to the company Heinzmann GmbH & Co. KG

#### Zusammenfassung

Hybridantriebe bieten nicht nur im automobilen Bereich Vorteile, vielmehr kann dieses Prinzip im industriellen Bereich seine Vorteile sogar viel besser nutzen. Im Vergleich zu den etablierten Antriebssystemen sprechen zunächst die erhöhte Systemkomplexität, die Entwicklungskosten und das generelle Risiko beim Einsatz neuer Technologien gegen den Hybridantrieb, jedoch punktet dieser mit Einsparungen beim Kraftstoffverbrauch, beim reduzierten Aufwand der Abgasnachbehandlung und bei der zusätzlichen Flexibilität für die Anwendung. So kann sich der Hybridantrieb in der Industrie durchaus rechnen, insbesondere, wenn schnelle Lastwechsel vorliegen

#### ABSTRACT

Hybrid drives for automotive application are extensively discussed. In contrast, the company HEINZMANN, the University of Karlsruhe and the University of Applied Sciences Offenburg concentrate on hybrid drives for industrial, off-road purposes in a joint project. These applications promise a much higher fuel saving potential, particularly if highly frequent load cycles are present. Hybrid drive systems offer additional advantages including reduced exhaust aftertreatment requirements due to engine downsizing, better engine dynamics, emissions and noise reduction.

„Mild hybrid“ technology is currently the most promising version of hybrid technology for industrial applications. It combines an electric motor with a combustion engine. The electric motor is mounted directly on the crank shaft (substituting the flywheel) so that a very compact design is achieved.

The electric motor has three functions: Boost, energy regeneration, start-stop.

Combining the combustion engine with an electric motor on one shaft enhances greatly the performance: The combustion engine has its maximum torque at high speeds, whereas the electric motor provides maximum torque at low speeds. The addition of both units results in a powerful characteristics with high torque particularly in the starting phase at low speeds.

The paper presents the system architecture and the different applications with different engines of DEUTZ, VOLKSWAGEN-Industrial Engines and others. Heinzmann hybrid motors are installed in fork lifts and in construction equipment. The load profiles of these applications are most promising for the mild hybrid concept. Both load profiles are characterized by fast load changes with a high frequency of acceleration and braking. The braking energy is regenerated and stored in the battery. This energy is then used for acceleration periods by the electric motor. A lithium-ion battery is used. This type of battery can withstand the high frequency of charging/discharging cycles. Such micro cycles can work with a relatively low battery capacity of 4 to 8 Ah. The combustion engine can be downsized, as the short load peaks are taken over by the electric motor.

Heinzmann's electric motors are available in power sizes up to 50 kW permanent power. They are of the latest brushless synchronous permanent magnets (embedded magnets) design. The system efficiency of motor and inverter exceeds 90 % over a large speed and torque range. It was found that the motor with a permanent power of 15 kW power and a peak power of 30 kW (for two minutes) is by far most asked for as it fits the majority of fork lifts and construction equipment like wheel loaders and excavators. A voltage level of 400 V is chosen for the electric motor to keep the currents low, resulting in a compact motor design.

Real operation cycles of the industrial vehicles are measured as a basis for the analysis of the fuel consumption of hybrid engines with regeneration. The fuel saving potential is analyzed. Based on the real practical data, the simulation software is developed to get reliable da-

ta for wide ranges of possible hybrid applications. The potential fuel savings will be presented for the different load profiles of working engines, in comparison to the experimental data.

#### Basis

HEINZMANN GmbH & Co. KG is a leading supplier of mechanical and electronic control systems for diesel, gaseous fuel and dual fuel engines as well as for gas, steam and hydro turbines. The range of system solutions offered by the company includes products for speed-load governing, air/gas mixture control, electronic injection systems in common rail technology and power management. These solutions are used in gen-set applications, ships, agricultural and construction machinery, locomotives, cranes and others. The electric drives division of HEINZMANN develops and manufactures DC disc motors with and without brushes and wheel hub motors for electric vehicles and hybrid drive systems. The Institute of Vehicle Science and Mobile Machines, University Karlsruhe is specialized in advanced drive systems for mobile machines, i.e. hybrid drives of different combinations.

Hybrid systems incorporate different engineering disciplines like vehicle technology, combustion engines, electric motors, inverters, control technology, battery systems. HEINZMANN has a strong basis for the hybrid drive technology due the expertise gained by its „Engine & Turbine Management“ and „Electric Drives“ divisions. The University Karlsruhe contributes by its theoretical and simulation capabilities as well as by its laboratories. The University of Applied Sciences is involved in the inverter development.

#### Hybrid Drive Systems for Industrial Applications

##### Motivation

Hybrid drive systems for passenger vehicles gained public interest worldwide. This triggered also the idea to use hybrid drives for industrial applications. The driving forces for the development have been:

- Scarcity of oil supplies and rising fuel prices.
- Stricter emissions regulations (TIER 4, EURO 5).

Hybrid drive systems may contribute to the solution for this problem. They represent the future of today's combustion-based drive systems and will also act as an intermediate step and link to solely electric drive systems.

### Hybrid Drive Strategies

Hybrid drive systems for industrial applications must prove cost-effectiveness. This depends directly on the particular application. Forklift trucks (figure 3.11-1) and certain construction machines with a working profile made up of many short load peaks are ideal candidates [1].

The additional components required for a hybrid drive system result in greater initial costs. These additional costs must be compensated by the benefits of the hybrid drive system. These include:

- Savings through lower fuel consumption.
- Reduced exhaust after-treatment requirements through the use of smaller combustion engines.
- Additional functionality/application areas due to better dynamics of hybrid drive system.
- Noise and emission reduction.
- Further potential for electrically operated auxiliary units.

The most important cost factor is currently the battery. The latest developments in the automotive sector give cause for hope. Almost every automotive manufacturer is working to develop a hybrid vehicle. Accordingly, battery technology is sure to develop quickly, resulting in lower prices.

### Mild Hybrid

„Mild hybrid“ technology – based on the following concept – is most promising for industrial applications. An electric motor is combined with a combustion engine. The electric motor has 3 functions:

- Boost: The electric machine is switched on during load peaks to provide additional torque.
- Generator/regeneration: The electric machine switches to generator mode when the full output of the combustion engine is not required for the particular application. The electrical energy is then recharged to the battery. The system switches to generator mode during braking („regeneration“) feeding the braking energy into the battery.



Fig. 3.11-1: Forklift application [3] with hybrid engine of Wand HEINZMANN

- Starter: The relatively large electric machine can start the combustion engine very quickly, typically between 150 and 300 ms. This makes it possible to implement a start-stop function whereby the combustion engine is switched off when idling but is made immediately available when it is required for operation.
- Electric motor/generator or starter
- Hybrid system control unit: To control individual units. Activates boost, charge or start function.
- Diesel control unit: Governor of diesel engine
- Inverter: Speed/torque control for the electric machine
- DC/DC converter: Converts the 400V DC bus into the on-board electrical system voltage

### System Overview

Figure 3.11-2 shows an example of the mild hybrid system. The functions of the individual components are:

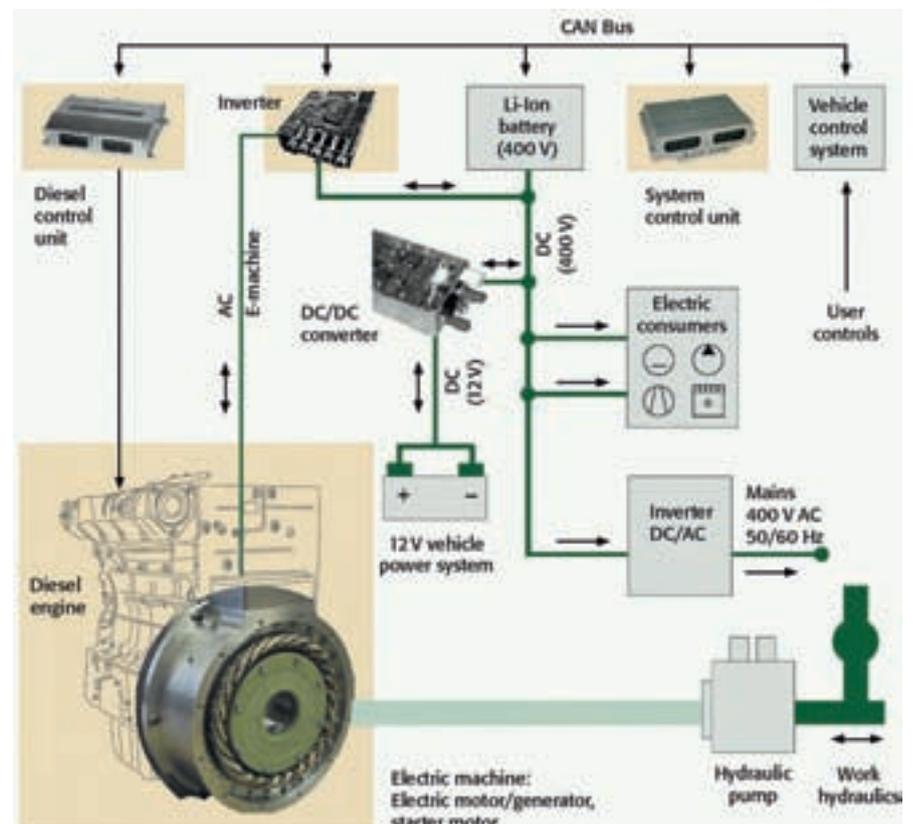


Fig. 3.11-2: System overview

### Torque Addition

The additional electric machine of the hybrid drive system provides a much higher torque. This makes it possible to use a smaller combustion engine, known as „downsizing“ or “rightsizing” the diesel engine (figure 3.11-3). By combining the torque provided by the smaller combustion engine and the electric machine, it is possible to obtain the same or a slightly better performance than that of the original combustion engine, at least for short periods of time. The typical torque curve of a PSM (permanent magnet synchronous motor) provides advantages at low rpm.

In practice, the aim is to select a smaller combustion engine with reduced exhaust after-treatment requirements.

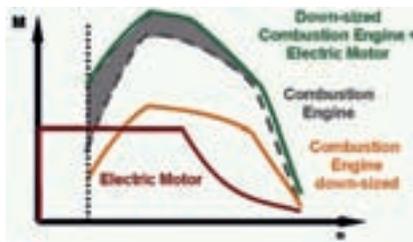


Fig. 3.11-3: Torque addition on a mild hybrid system [1]

### Power Output versus Time

The diagram of power output versus time visualizes the mild hybrid strategy (see 3.11-4).

The start-stop function reduces fuel consumption drastically. For example, the vehicle equipped with a mild hybrid system will not be left anymore idling.

Load peaks -which the downsized combustion engine can no longer cover- are covered by the electric machine. In addition, the electric motor can be engaged right at the start of the load peak, providing a high level of torque, even at low rpm. This is the „dynamic boost“, improving the dynamics, reducing the „roaring noise“ of the diesel engine and the transient smoke associated.

If the particular load demand does not require the full output of the diesel engine, the electric motor charges the battery. The electric motor also recuperates the braking energy before the mechanical brake engages.

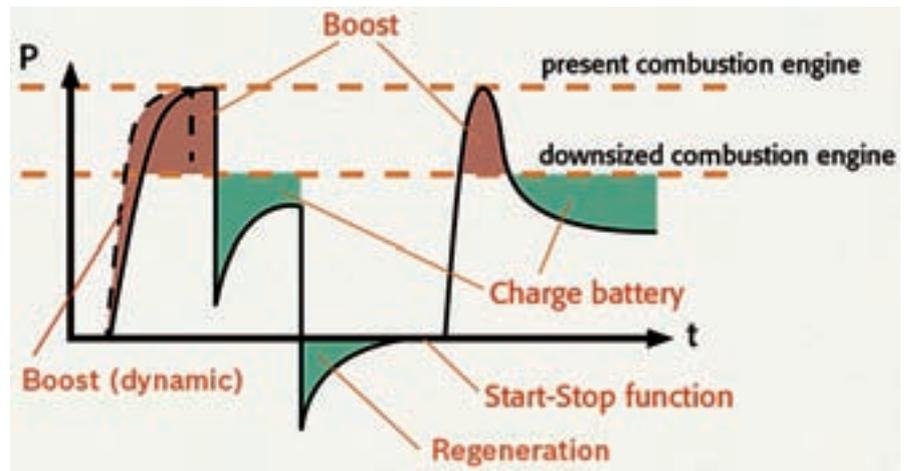


Fig. 3.11-4: Mild hybrid power output over time

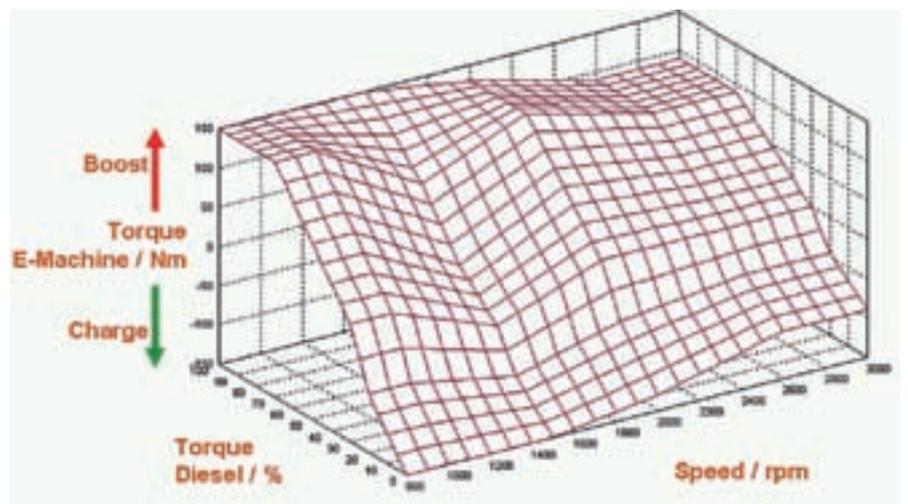


Fig. 3.11-5: Hybrid characteristic map

Figure 3.11-4 visualizes another advantage of this principle: The load pattern of the combustion engine is smoothed out when the system is tuned correctly (phlegmatisation). The load setup should be tuned to achieve either the lowest fuel consumption or the lowest level of emissions. The maximum output level of the diesel engine is exploited more, which should improve the service life of the combustion engine.

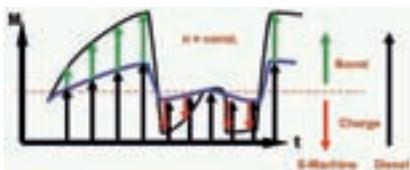
### Hybrid Control Strategy

The hybrid control unit basically maps the e-machine’s operation. According

the actual speed of the combustion engine and the actual combustion engine’s torque, a value for the torque of the electric machine is assigned.

The values “engine torque” and “engine speed” typically are transmitted from the diesel control unit via the SAE J1939 protocol. The torque of the e-machine can be either positive for boost-mode or negative for charging the battery. This torque of the e-machine must be limited by several parameters e.g. actual state of charge battery, temperatures of battery, inverter and e-machine.

A basic hybrid-map is shown in figure 3.11-5. The e-machine has to deliver the maximum torque at maximum load of the combustion engine. At reduced load, the torque of the e-machine will be negative – the battery is charged. The hybrid characteristic map has to be adjusted due to demands of the individual application. This strategy leads to a torque split between combustion engine and e-machine showed in figure 3.11-6. This picture is slightly different to the idealized schematic diagram Figure 3.11-4. The blue line shows the diesel torque: It can be seen, that there is a “phlegmatisation” of the combustion engine.

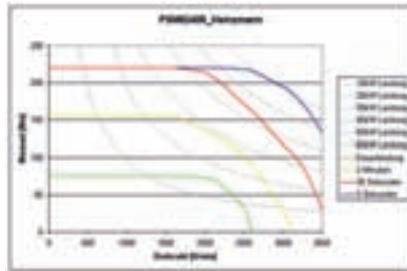


**Fig. 3.11-6:** Torque split between combustion engine and e-machine

### Design of Electric Machine

Electric motors are usually categorized according to their rated output, which corresponds to allowed rotor/stator temperature. However, electric machines used in mild hybrid applications do not operate continuously – the short boost or regeneration phases generally last only seconds. Therefore, only the short-term power capacity of the electric motor matters for mild hybrid systems.

HEINZMANN thus specifies the „2 min peak output“ of an electric motor in addition to its continuous output. Figure 3.11-7 shows an example of the torque characteristic of a HEINZMANN electric machine with 15kW continuous output. This electric motor can be overloaded up to 4 times for short periods. The peak output for 2 min is approximately twice that for continuous output.



**Fig. 3.11-7:** Torque split between combustion engine and e-machine

### Mechanical Integration

On the HEINZMANN mild hybrid, the rotor of the electric machine replaces the flywheel of the combustion engine and is bolted directly to the crankshaft. As a result, the electric machine uses the crankshaft bearing of the combustion engine (figure 3.11-8).



**Fig. 3.11-8:** Electric machine

The advantage of this arrangement is that the motor can be kept very compact and the overall drive train remains as short as possible (see figures 3.11-9 & 3.11-10). The manufacturer of the combustion engine must give its approval for the additional load placed on the crankshaft bearing by the electric motor.



**Fig. 3.11-9:** HEINZMANN electric machine on DEUTZ 2011 diesel engine

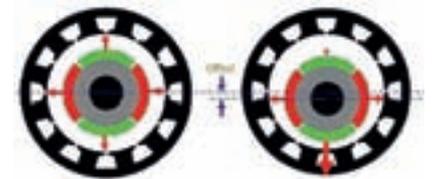


**Fig. 3.11-10:** HEINZMANN's machine on VW SDI diesel engine with hydraulic pump

### Magnetic Pull

On a PSM, a magnetic force is generated which attempts to pull the rotor towards the stator. If the rotor is centred relative to the stator, these forces cancel each other out (see figure 3.11-11, left).

In a combustion engine, the ignition of the fuel/air mixture applies a force to the crankshaft. This causes the crankshaft to bend slightly. Since the rotor is directly bolted to the crankshaft, any bending of the shaft causes the rotor to wobble. The rotor is then no longer centered and the forces become unbalanced. This produces a force called „magnetic pull“ (see figure 3.11-11, right).



**Fig. 3.11-11:** Magnetic pull of rotor

This force also acts on the crankshaft bearing. For this reason, it is important to clarify the following points during the development process:

- What is the deflection of the crankshaft?
- Is the crankshaft bearing able to cope with the additional load caused by the magnetic pull?

Is the clearance between rotor and stator sufficient?

The magnitude of the force depends on the stator offset and the electric machine used. The figure 3.11-12 shows an example of the force for a 30kW (peak) electric machine.

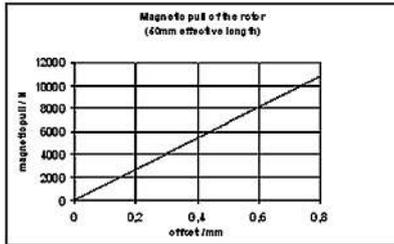


Fig. 3.11-12: Magnetic pull relative to offset

### Battery Size / Battery Type

The minimum number of cells required depends on the system voltage of the DC bus. For example, a DC bus voltage of 400 V needs:

- 110 Li-Ion cells, or
- 125 LiFePO4 cells

Figure 3.11-13 depicts a battery for a mild hybrid system with a rated voltage of 400 V and a capacity of 4.5 Ah.

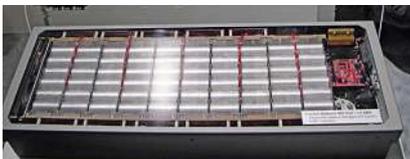


Fig. 3.11-13: Battery for a mild hybrid [5]

The minimum capacity of the battery is determined by the capacity of the individual cells. The battery capacity required depends on the application. E.g., the red colored area in figure 3.11-4 represents the energy consumed when the battery is used for a boost procedure. For this reason, the load profile for the application must be known in order to estimate the battery size. The selection of the battery size is based on the following conditions:

- Required capacity according to load profile
- SOC window within the battery is operated. A small SOC window (low discharge depth) is necessary if a battery a long service life is needed. Required battery current peaks (charge/discharge)
- Space requirements
- Cost of battery

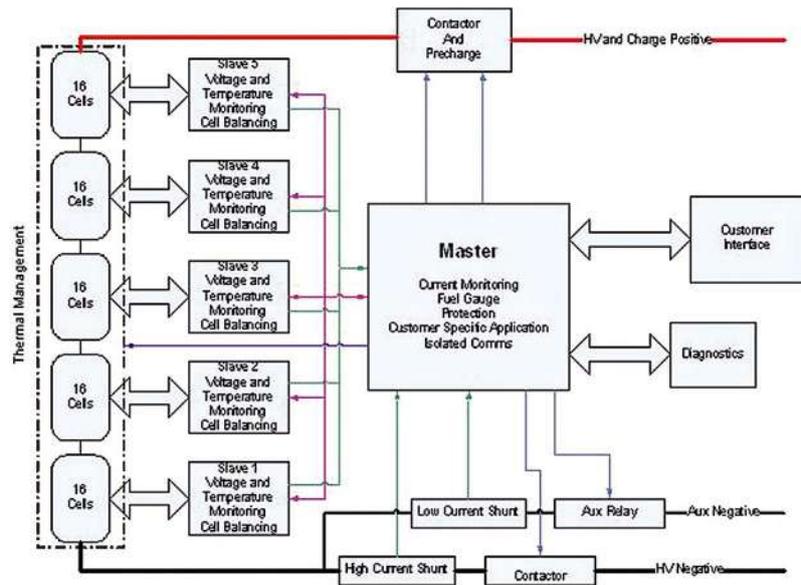


Fig. 3.11-14: Schematic illustration of a Bm MS (Batterie Management System)[5]

### Battery Management System

Hybrid drive systems need a Battery Management System (BMS) to ensure that the battery remains in safe conditions. The BMS performs the following tasks:

- Monitoring of individual cells (voltage, temperature)
- Charge balancing
- SOC determination
- Insulation monitoring
- Safety shutoff

The BMS communicates with the system control unit over a suitable bus. For example, a CAN bus with SAE J1939 protocol can be used. Figure 3.11-14 illustrates schematically the BMS.

### Test Runs

During the test runs various values were measured like vehicle speed, engine speed, instantaneous fuel consumption and the pressure in the hydrostatic transmission. Figure 3.11-15 displays some recorded cycles.

### Simulation models

The simulation models for vehicles with and without hybrid drive were created in Matlab Simulink. Static efficiency maps ( $b_e = f(M, n)$ ,  $\eta = f(M, n)$ ) are used for the internal combustion engine and the electric motor. The battery was implemented with constant efficiency. The transmission efficiency as well as losses

in the tire and the tire-ground contact was modeled as a black box. The parameters of this black box were set within the validation process.

### Simulation of the reduction in fuel consumption

#### Objective

Objective of the simulation approach is the estimation of potential fuel savings through hybridization. The first example which is investigated is the drive train of a municipal multi-purpose vehicle, figure 3.11-16.

#### Approach

- Driving representative test runs with the non-hybridized vehicle, thereby recording real data.
- Generation of a simulation model representing the conventional, non-hybridized vehicle.
- Validation -the term validation is here used as defined in ISO 9000 3.8.5: "Confirmation [...] that the requirements for a specific intended use or application have been fulfilled."- of the simulation model based on the recorded measurement data.
- Extending the simulation model to represent the hybridized vehicle.
- Comparison of simulated fuel consumption of non-hybridized and hybridized vehicle.

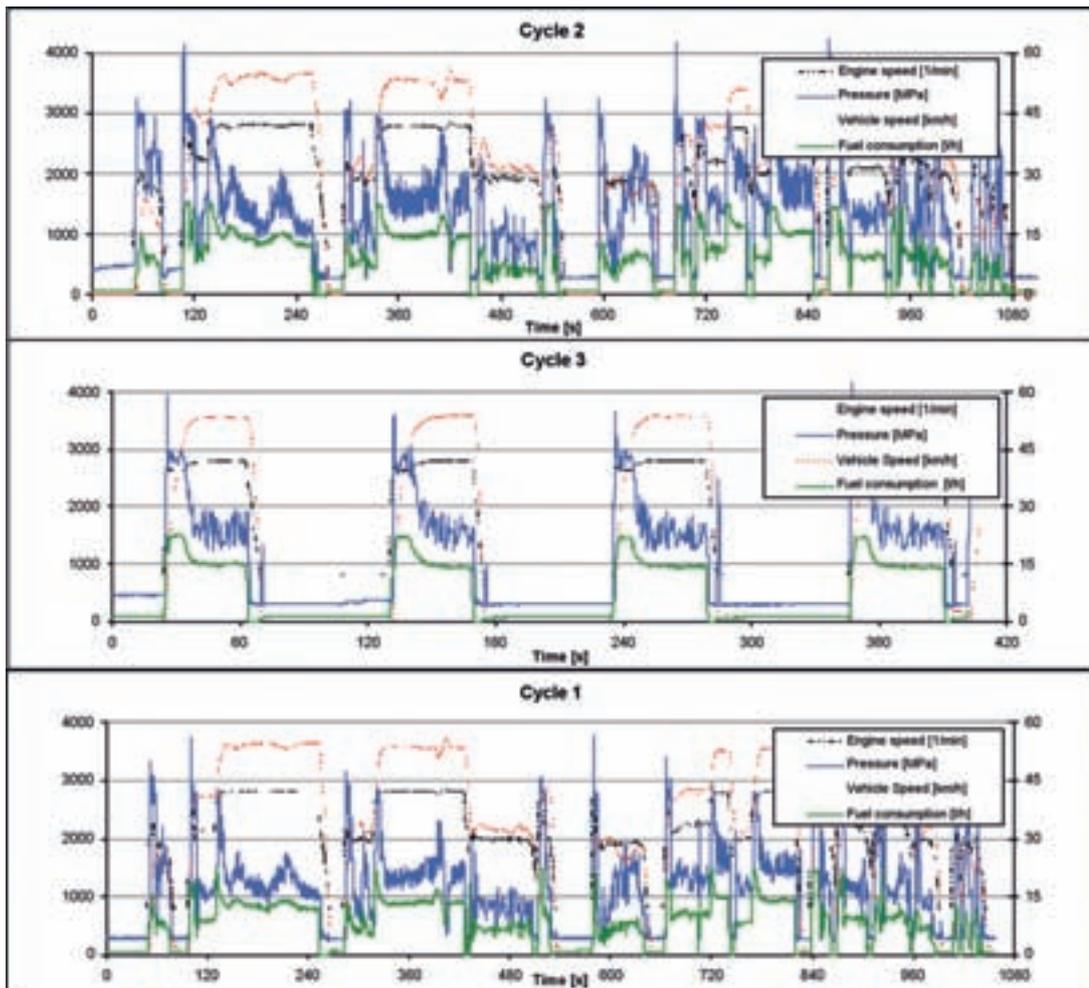


Fig. 3.11-15: Measured values for 3 different cycles

Description	Unit	Value
Vehicle weight	[kg]	2.950 (cycle 1)
		4.600 (cycle 2)
		2.800 (cycle 3)
Engine power (conventional)	[kW]	72
Engine power (rightsized)	[kW]	42
Motor power	[kW]	30
Top speed	[km/h]	53,5

Table 1: Machine data

Different drive train configurations and operation strategies (hereinafter called configurations) were investigated throughout the simulations. As a first step, the combustion engine and the electric motor were modeled via static efficiency maps ( $M_{el} = f(M_{vkmr}, n_{vkmr})$ ). In a consecutive step, the combustion engine was turned off during idling phases (start-stop). The third step modeled the possibility to recuperate breaking energy.

Simulations were conducted with both, the conventional 72 kW combustion engine and with the smaller, rightsized – The term “rightsizing” is used as defined in [6]: Matching the installed engine power to the actual need. – 42 kW engine. An overview of the fuel consumption

with different configurations and cycles is presented in table 2.

### Simulation Results

The battery’s state of charge and the fuel consumption for each cycle and each configuration were simulated.



Fig. 3.11-16: Testing vehicle

## Conclusion

As the results in table 2 show, the present application provides an enormous savings potential of over 20% under the assumed conditions. It also shows, however, that certain configurations only promise significantly lower savings. The main increase in efficiency derives from rightsizing the engine, while start-stop and recuperation have less influence. Further exploitation is under way.

## Full Hybrid

The mild hybrid system can not be operated on a solely electrical basis. A full hybrid system is obtained by a disengageable clutch between combustion engine and electric machine. When the clutch is disengaged, the combustion engine can be stopped to allow solely electrical operation. When the clutch is engaged, the system can either be operated with the combustion engine alone or in combination with the electric machine, as on a mild hybrid.

A full hybrid has some advantages over a mild hybrid:

- Solely electrical operation feasible (usage in halls, tunnels etc.).
- Greater potential for fuel savings.
- Combustion engine can be downsized further.

The disadvantages compared to a mild hybrid are:

- A much larger battery is required.
- Larger electric machine and inverter are required.
- An additional clutch is required.
- The electric motor must have separate bearings.
- The mild hybrid is more compact.
- Higher system costs.

## Conclusion/outlook

In the short to medium-term, mild hybrid systems will be a beneficial addition to the drivetrain for industrial applications. Mild hybrids have already been proven to offer positive benefits. On a long-term basis, full hybrids will eventually become cost-effective when battery prices fall as a result of the series production of hybrid vehicles in the automotive industry.

It is conceivable that these developments will lead to a battery-operated

Configuration	Engine =72 kW	Engine =42 kW	Efficiency map	Start-Stop	Recuperation	Fuel economy [%]		
						Cycle1	Cycle 2	Cycle 3
Conventional (measured reference)	x					0,0	0,0	0,0
Hybrid 1	x		x			0,2	0,3	0,4
Hybrid 2	x		x	x		3,1	3,4	9,8
Hybrid 3	x		x	x	x	5,7	5,3	13,4
Hybrid 4		x	x			16,7	14,6	15,7
Hybrid 5		x	x	x		19,0	15,5	19,0
Hybrid 6		x	x	x	x	21,6	17,6	22,8

Table 2: Simulation results

vehicle with a small, optimised genset diesel-generator which is used to extend the range of the vehicle and/or to supply base load energy.

## Literature

- [1] R. Prandi, A True Heavy-Duty Hybrid – Deutz, Heinzmann, Atlas-Weyhausen team up to develop prototype hybrid wheel loader, Diesel Progress Int. Edition, Sept.-Oct., 2007
- [2] T. van der Tuuk, Dieselhybridantriebe als alternative Antriebslösungen, Informationstagung des VDMA und der Univ. Karlsruhe “Hybridantriebe für mobile Arbeitsmaschinen”, Karlsruhe 2007
- [3] LINDE Material Handling GmbH, picture, 2008
- [4] F. Böhler, R. Zahoransky (Interview), Industrial Engines Meet Hybrid Technology, Diesel Progress Int. Edition, March-April, 2008
- [5] Axion Power Ltd., picture credit, 2008
- [6] Thiebes, P., M. Geimer and G. Jansen. Hybridantriebe abseits der Straße - Methodisches Vorgehen zur Bestimmung von Effizienzsteigerungspotentialen. In: 2. Fachtagung Hybridantriebe für mobile Arbeitsmaschinen. 18.02.2009 in Karlsruhe, S. 125-135.

## CONTACT

Prof. Dr. Richard Zahoransky,  
Heinzmann GmbH & Co.,  
Am Haselbach 1,  
D-79677 Schönau, Germany  
Phone: 49-(0)7673 8208 -0  
e-mail: r.zahoransky@heinzmann.de

# 3D Mobile Virtual Reality Simulations and Animations using Common Modern Displays

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

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 elektrodynamischer Felder, Fünf Jahre tätig bei Siemens AG (u. a. Zentrale Forschung, Öffentliche Telekommunikationsnetze, Mobilfunk).  
**Seit 1993:** Professur an der Hochschule Offenburg über Nachrichten- und Mikrowellentechnik  
**Seit 2001:** Mitglied des Instituts für Angewandte Forschung (IAF) der Hochschule Offenburg  
**Seit 2007:** Prorektor der Hochschule Offenburg



**Forschungsgebiete:** Mobile Internet, Mobile Learning, VR-Visualisierung

## 4.1 3D Mobile Virtual Reality Simulations and Animations using Common Modern Displays

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

### Abstract

Die Autoren haben im Rahmen des Optik-Kongresses „Frontiers in Optics“, der diesjährig in Rochester-New York stattfand, eine Lösung vorgestellt, die es ermöglicht, virtuelle Realität auf mobilen Endgeräten darzustellen.

Der Beitrag wurde von der Optical Society of America in Zusammenarbeit mit der American Physical Society als Highlight für Präsentationszwecke ausgewählt [\*].

### 1. Introduction and theoretical considerations

Recent developments in information and communication technology, along with advanced displaying techniques and high computational performance open up new visualisation methods to both scientists and lecturers. Thus simulations of complex processes [1] can be computed and visualised in image sequences.

The particular idea in our approach is the outsourcing of computationally intensive calculations to servers which then send the results back to mobile users. In order to improve interpretations of the visualised results, users can view them in a 3D-perspective or stereoscopically, given the technical requirements. Today's technology even permits to view these visualisations on a mobile phone. An example for such a computationally

intensive calculation originating from the theory of relativity is depicted in Figure 4.1-1.

### 2. Computational architecture

3D virtual reality (VR) can provide a realistic presentation of information to the user. With the help of description languages for virtual reality powerful means are available. Nowadays the processing power of mobile phones, smart phones and personal digital assistants is increasing, as well as the transmission bandwidth [2]. Nevertheless there is still need to reduce the content and processing it.

The system which optimises and sends the VR data to the connected mobile phone is called VRML proxy system (Figure 4.1-2). In order to visualise the VR data on external devices such as a two video projector system, the connection between the mobile phone and the display system or a head mounted device could be done over a wireless Bluetooth connection, thus the user's mobility is preserved. In order to generate a stereoscopic view on the mobile device screen, the following three possibilities are usable [3]:

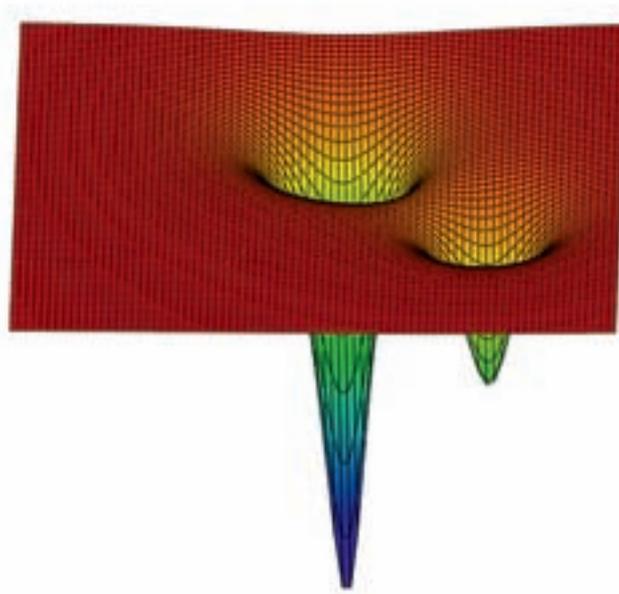


Fig. 4.1-1: Performed simulation (Fig. from conference poster)

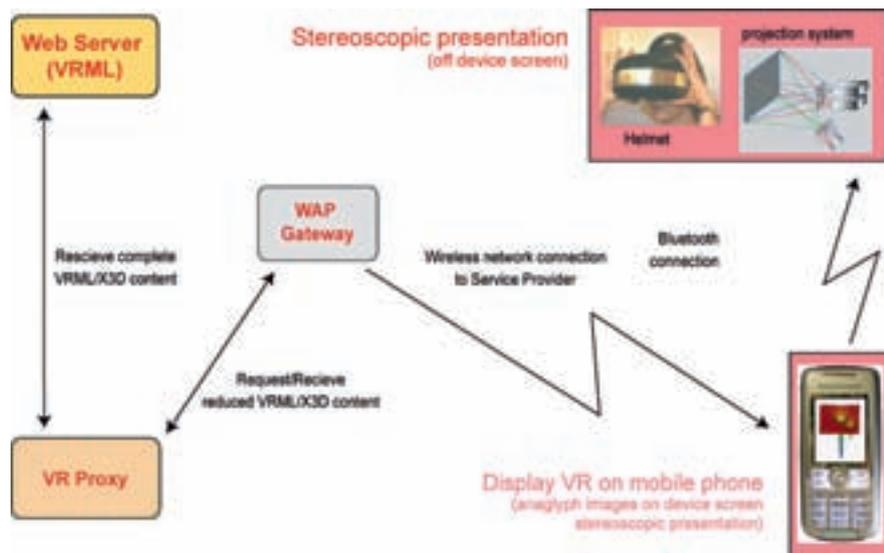


Fig. 4.1-2: Computational architecture [4]

- Build in three-dimensional screen (with ready three-dimensional screen);
- Lenticular lenses (sheet of parallel cylindrical lenses using the principle of parallax barrier); the mode of opera-

tion is similar the build in three-dimensional screen;

- Anaglyph images (colour filtered combination of the image for the left and right eye) (Figure 4.1-3).

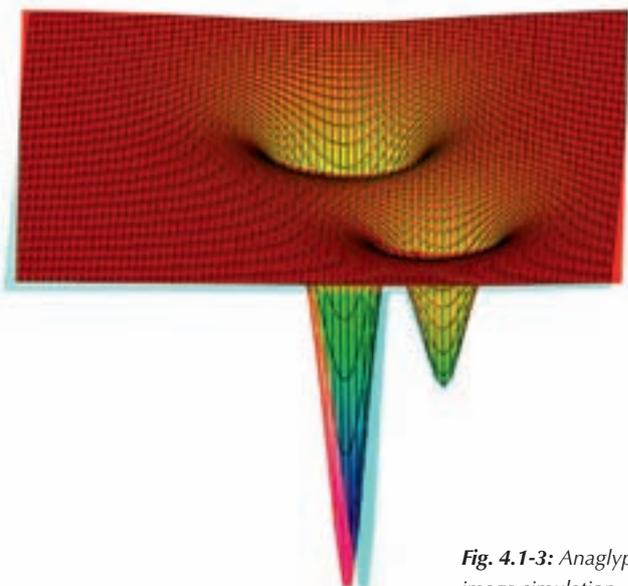


Fig. 4.1-3: Anaglyph image simulation



WASHINGTON, Oct. 8 -- Frontiers in Optics 2008 (FiO), the 92nd Annual Meeting of the Optical Society (OSA), will be held from Oct. 19–23 at the Riverside Convention Center in Rochester, N.Y. FiO 2008 will take place alongside Laser Science XXIV, the annual meeting of the American Physical Society's Division of Laser Science.

#### FiO RESEARCH HIGHLIGHTS

Reality to Go: 3-D Virtual Reality on Mobile Devices

A Potential New Tool for Brain Surgeons

New Optics for Improved Solar Power Generators

Using Algae to Convert Sunlight into Biofuel

Highest Power Tabletop Laser Ever Built

#### References

- [1] Curticapean Dan, Neculae Adrian: "Temperature measurement using optical fiber with applications to automobiles considering a high accurate numerical solution for the conductive heat transport in a circular cylinder" – Proceedings of SPIE – Volume 7003 Optical Sensors 2008, 70032K, 2008 ISBN: 9780819472014
- [2] Donelan Jenny: "Pocket Pictures" - Computer Graphics World Issue Date: Volume: 25 Issue: 10 (October 2002)
- [3] Hollman Nick, "3D Display Systems: University Research and Education in Europe", invited presentation to the first European meeting of the global 3D Consortium, June 2003, Luxembourg
- [4] Feiſt, M.: Etude de Protocole et Réalisation d'un Système de Réalité Augmentée Mobile. Promotion 2006. Université Louis Pasteur, Strasbourg

## „Natural Sound“: Von der Bioakustik zur Biophonie [1]

**Prof. Dr. phil. Hans-Ulrich Werner**  
Fakultät Medien und  
Informationswesen (M+I)

Badstraße 24,  
77652 Offenburg  
Tel.: 0781 205-233  
E-Mail:  
hans-ulrich.werner@fh-offenburg.de

**1954:** Geboren in Auerbach/Vogtland  
Studien Ton- und Bildtechnik, Musik, Publizistik,  
Kommunikations- und Musikwissenschaft, Medienpädagogik  
**1980:** Auditive Medienproduktion für Film, TV, Radio,  
Musikprojekte, Hochschulen, Autor und Herausgeber für Klang-  
Texte und künstlerische Bildungsprogramme  
Sound-Producer für Hörfunk und Fernsehen; Produktionsingenieur  
WDR-Studios Klang und Design  
**Seit 2005:** Professur für Audioproduktion und Sound-Design  
an der Hochschule Offenburg



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

### 4.2 „Natural Sound“: Von der Bioakustik zur Biophonie [1]

Prof. Dr. phil. Hans-Ulrich Werner

#### Abstract

Bioakustik, ein interdisziplinäres Gebiet der Biologie zwischen Klang und Umwelt, erfährt durch die Kunstkopf-Hörbilder des Naturforschers und Tonmeisters Walter Tilgner eine plastische, wissenschaftliche Erweiterung. Mit dem binauralen Kunstkopfverfahren zeichnet er nicht nur einzelne tier- und vogelkundliche Laute auf, sondern die gesamte Umgebung und ihr typisches Klangbild. Während die Tierstimmenanalyse etwa der Ornithologie einzelne Formen des Vogelgesangs untersucht, geht es ihm und Hörkünstlern wie Gordon Hempton, dem ‚Soundtracker‘, um das Wechselspiel zwischen den Arten in Zeit und Raum. Auch die pädagogische Seite spielt eine Rolle, um den Rezipienten Naturklang als wertvolle Ressource nahezubringen. 1985 hat der Pionier Tilgner die ersten Naturlandschaften vollständig digital aufgenommen und bei WERGO mit dem Label ‚Natural Sound‘ als CD publiziert. Für den Komponisten und Wissenschaftler Dr. Bernie Krause aus Kalifornien repräsentieren solche Aufnahmen ökologische Nischen in der Landschaft, von typischen Klangverläufen geprägt. In seinem eigenen Vergleich dichter Naturräume in Südamerika, Afrika und Asien werden sie unverwechselbar als akustischer Fingerabdruck nachweisbar. Der Künstler-Forscher hat mit der Spektralanalyse so nicht nur seine ‚Nischen-Hypothese‘ entwickelt und empirisch bestätigt, sondern auch den Begriff der Biophonie ge-

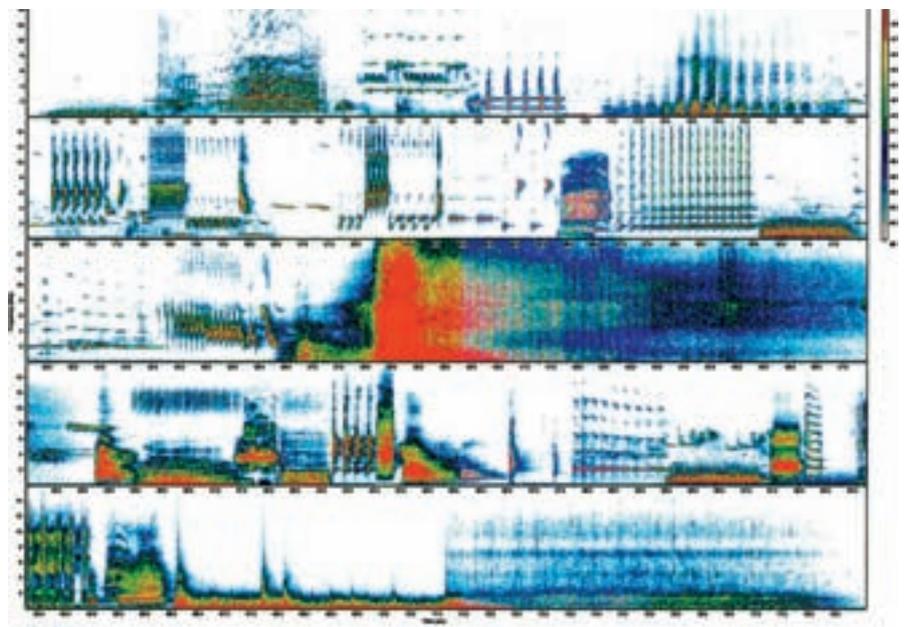


Abb. 4.2-1: Naturklang-Collage von Walter Tilgner, wie ein Musikstück arrangiert

prägt: Naturklänge entfalten sich wie in einem musikalischen Stück, sie sind der Komposition einer (Bio-)Symphonie vergleichbar. Die Stimmen der Spezies bilden darin den ‚materialen Klang‘ (den Ausdruck verdanken wir dem Komponisten Johannes Wallmann in Berlin). Darauf wirken die zeitlichen Prozesse und räumlichen Faktoren der Umwelt, als ‚Geophony‘ aus Klima und Flora, durch Sonne, Wind, Erde und Wasser. Schließlich verändert auch der Mensch die Naturlandschaft durch technische Geräte, wie in der Tonaufnahme, und durch extensives Wirtschaften hin zur ‚Anthrophony‘. Der Klang der Natur ist also menschengemacht, und die Aufnahmen bedeuten nicht nur wertvollen Rohstoff für die Medien. Bioakustik und Biophonie fordern den Dialog von und

über Natur und Kultur immer wieder neu heraus, wie hier im Spektrogramm einer Waldcollage, mit einer starken Motorsäge als Mittelpunkt [2].

#### Bioakustik

Der jährliche Waldschadensbericht erwähnt den Klang der Natur zwar nicht, aber für den Naturforscher und Tonmeister Walter Tilgner wird biologische Umwelt ebenso maskiert, demontiert und ‚erstickt‘ wie unser städtisches Leben durch „Lärm. Der tägliche Terror“ [3].

Die ‚Heiwatils‘ – Heidrun und Walter Tilgner vom Bodensee – sind radikale Klangökologen aus dunklem Tann und im dunklen Lodenmantel, bewaffnet mit der sanften Technologie des Kunstkopfmikrofons und dem digitalen Aufnah-

megerät. Der künstliche Kopf ohne Augen auf dem Stativ, mit hochwertigen Mikrofonkapseln im modellierten Ohr registriert auch feine Luftbewegungen wie das Blätterrauschen im Wald, die Geräusche von Insekten, die leisen Klänge, die als Tonalität den Raum prägen. Im Rauschen des Waldes, wo einzelne Vogelrufe in den Hintergrund geraten, wird die Stimmung, die Atmosphäre zwischen den Bäumen oder in einer Au hörbar.

Als Toningenieur ist Tilgner Autodidakt, seit mehr als 35 Jahren macht er in der Natur Aufnahmen, die mit einem tragbaren analogen Bandgerät und dem gerichteten Parabolmikrofon begonnen haben. Seit 1983 setzt er die kopfbezogene Stereophonie zur Raumabbildung ein [4], dazu digitale Geräte, viel persönliche Erfahrung und Sensitivität für die Natur. Das bewegte die Archivare in einem großen Rundfunkarchiv die Naturatmos des ‚Grünen Ohrs am Bodensee‘, in ihre Bestände zu integrieren: als Klangsicht der Radiofonie vom Audioclip zum Hörspiel, für Programme mit ‚Special Interest‘, als Originalton-Dokument für die Nachwelt und als wertvoller Rohstoff für Klangkomposition und Akustische Kunst.

Walter Tilgner verzichtet mit seinen Hörbildern bewusst auf Manipulation, Mischung und spezielle Bearbeitung der Aufnahmen im Tonstudio. Material, Zeit und Raum orientiert er in seiner Montage an authentischen Hörsituationen, wobei ihm bewußt ist, dass objektive Wiedergabe bess medialen Situationen unmöglich ist. Mit dem Kopfhörer, aber auch mit seinen hochwertigen Monitoren der Manger Schallwandler wird die dichte, immersive Illusion der Natur in der Tiefe der Kunstkopfaufnahme deutlich, im Gesang der Nachtigallen am Bodensee wie bei den Weißstörchen in den Auwaldbiotopen bei Wien oder den Kranichen auf Rügen.

Tilgner kennt – wie der Regisseur eines Films – verschiedene ‚locations‘: Orte, Wälder, Lichtungen, Übergänge, Ufer, Strände, Bergwelten, Auen, besondere Baumbestände, dort, wo sich komplexe Naturkonzerte ereignen. Die Aufnahme wird zum ‚Orchestrieren mit der Landschaft‘, ein Einstimmen in den weiten Raum und ein Erfahren des besonderen Orts. Auch zeitlich werden oft mehrere



Abb. 4.2-2: Foto mit Kunstkopf: Naturklangtonmeister Walter Tilgner mit seinem Kunstkopf



Abb. 4.2-3: Spektraldarstellung Gesang einer Waldamsel – eine musikalische Partitur

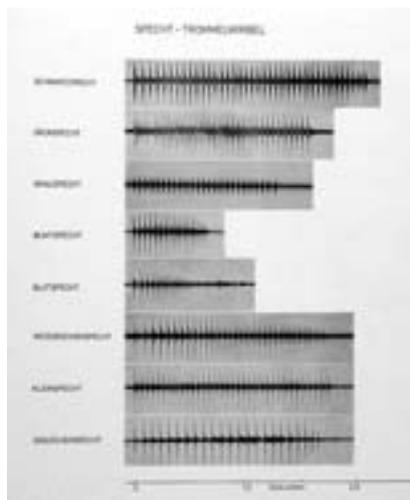


Abb. 4.2-4: Spektraldarstellung von Spechtklängen

Formen kombiniert: von der Echtzeitaufnahme, wo die erlebte und aufgenommene Hörwelt in realer Dauer fließt, bis zur Montage im Sommerwaldkonzert, wo aktionsreichste Stellen zum idealtypischen Erlebnis zusammengefasst wer-

den – mit Vogelrufen aus allen Richtungen, Hummeln, die den Kunstkopf ganz nah passieren, durch die Bewegungen einzelner Tiere. Standort, Perspektive, der Fokus, die Nähe zu den Klängen variiert in den einzelnen Produktionen, von der makroskopischen Aufnahme eines Vogels bis zur Weite des Waldrauschens, wo die Rufe in den Hintergrund geraten und das Klangfeld selbst plastisch hörbar wird. Figur und Grund kehren sich um. Andere Aufnahmen liegen dazwischen, als akustischer Mittelgrund betonen sie das Aktive, die Bewegung von Tier und deutlich gezeichnetem Gesamtklang. Manche Aufnahmen sind Mikrostudien einer einzigen Klangfarbe. Blauehlchen und Nachtigall hat er wegen der Vielfalt ihres Gesangs immer wieder aufgezeichnet. Der Sound der Nachtigall – das ist ihre bewegliche, ja polystilistische Improvisation in nicht endenden Variationen. Anders als der analytisch vorgehende Vogelwissenschaftler sucht Walter

Tilgner ganzheitliche Situationen. Der Gesang der Nachtigall ist eingebettet in das Vogelkonzert der Morgenröte. Der ganze Uferraum wird hörbar, Wind, Wasser, entfernte Glocken und ein früh aufgestandener Motorfischer:

„Man kann aufgrund des Hörbilds zeigen, dass ein Wald zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten anders klingt, ebenso wie in den unterschiedlichen Waldtypen. Das Zusammenspiel der Vögel – sagen wir einmal das Singen, das erste Schlagen des Rotkehlchens, das Zetern der Amseln, dann kommen die Meisen dazu – das kann man nicht künstlich zusammenmischen.“

Der Gesang der Vögel ist lange vor unserer Zeit in unsere Zivilisation und Kultur hineingewachsen. Vor allem der ungarische Forscher Peter Szöke, Biologe wie Musikwissenschaftler, hatte seit den 50er Jahren in den Stimmen der Vögel Modelle unserer menschlichen Musik erahnt. Seine Studien sind ein ‚Mikrokosmos der Klangsamkeit‘, weil sich in der technischen Metamorphose von Vogelrufen – über ein langsamer laufendes Tonband – eine verblüffende hochmusikalische Welt entfaltet. Deren Basis ist die Naturtonreihe, die als innere Skala das Hören vieler Kulturen der Welt prägt. Vogelstimmen entsprechen, so Szöke, einem „natürlichen, lebendigen Blasinstrument“, und ihre Musik ist „ein eigenartiges Bewegungsgesetz der Materie“. [5] Tierstimmen zeigen ihre Gestalt oft erst durch technologische Transposition, sie liegen in der natürlichen Umwelt jenseits unserer menschlichen Hörmöglichkeiten – sie sind einfach zu schnell. Szöke unterscheidet biologische Stufen und Klassen am Klang, wo „der Gang der Stammesentwicklung der Vögel auch im Entwicklungsgrad der Tongebung seinen Ausdruck findet“. Das reicht vom Ruf eines Habichts oder dem Brüllen eines großen Tiers über Glissandi und Intervalle als ‚Tonsignale‘ bis zur weitläufigen Improvisation, Variation und Reproduktion von Gesängen wie in der ‚Mikromelodik‘ des Lerchengesangs. Musikalische Entwicklung ist für Szöke ein Spiegelbild der biologischen Entwicklung der Art und des Lebens. Der Urmensch habe, von Umweltgeräuschen und Rufen, Signalen, Rhythmen und Liedern ausgehend, seine akustische Kultur durch Imitation entwickelt. Von Anfang an, so Szökes, stehen Nervensystem,

„Der Wunsch, ein morgendliches Vogelkonzert natürlich aufzunehmen, ging sehr spät in meinem Leben in Erfüllung. Erst ab 1983 war es mir vergönnt, mit einem tragbaren digitalen Tonbandgerät (SONY PCM F1 + SL F1) und einem NEUMANN-Kunstkopfmikrofon das Klangbild des Waldes, Vogel- und Tierstimmen so aufzunehmen, dass ich mit dem Klangbild zufrieden war. Meine Freude und Begeisterung war groß, als 1985 meine erste CD mit digital aufgenommenen Naturlauten, das „WALDKONZERT“ erschien und im Bodensee-Naturmuseum in Konstanz vorgestellt wurde. Ich konnte so nicht nur mir, sondern auch vielen anderen Menschen mit den Naturhörbildern eine große Freude bereiten. Man konnte sich nun den Klang des Waldes, das morgendliche Vogelkonzert, ins Wohnzimmer holen – oder glauben, in den Wald versetzt zu sein. Mit meinen bis dahin gegebenen Möglichkeiten, analogem Spulentonband, Parabolspiegel und Richtmikrofon, befriedigte mich die Klangwiedergabe nicht. Sie halfen mir aber, wertvolle Erkenntnisse über die Sprache unserer heimischen Spechte zu gewinnen, ihre Lautäußerungen zu erforschen und ihr Verhalten zu verstehen. Mit Hilfe von Sonagrammen und Oszillogrammen der analogen Aufnahmen gelang mir ein tiefer Einblick in die feine Struktur der Lautäußerungen und Trommelwirbel unserer Spechte.“

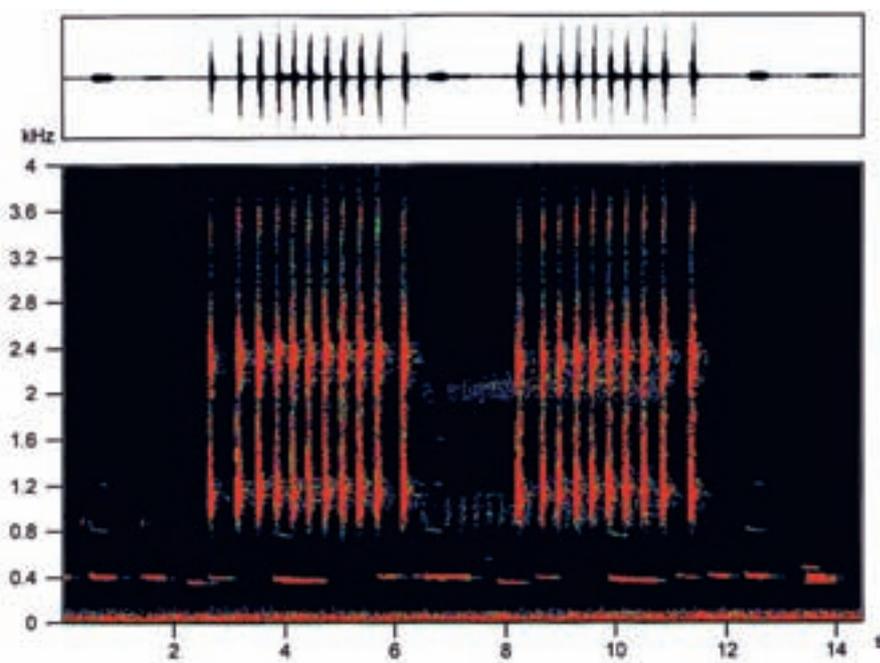


Abb. 4.2-5: Tiefe Frequenzen (untere Basstöne) von der Rotbauchhuhn, darüber Laubfroschtöne

Kommunikation und akustische Umwelt in Beziehung, auch jenseits anthropozentrischer Betrachtung.

Walter Tilgners heute schon klassische Kunstkopfaufnahmen oder auch die aktuellen Surround- Mikrofonierungen zum Beispiel für die Filmwelt entsteht also im Übergang zwischen der jeweiligen Technologie, forschender Haltung und intensiver Wirkung. 1935 schrieb der Wissenschaftler Oskar Heinroth im Begleittext zu der Schallplattenserie ‚Gefiederte Meistersänger‘: „...wer eine ihm bekannte Vogelstimme hört, versetzt sich leicht im Geiste an einen bestimmten Ort oder in eine bestimmte Zeit; es tauchen Erinnerungen in ihm auf,

und er beurteilt dann das Lied der Vogels oft nicht nach seiner wirklichen Güte, sondern nach der mehr oder weniger schönen Stimmung, in die er beim Zuhören gerät.“ [6]

Die ersten bioakustischen Aufnahmen, heute noch in der British Library of Wildlife Sounds archiviert, hatte der Zoologe Ludwig Koch auf einem Wachszyylinder 1929 in Frankfurt aufgenommen. Eine der berühmtesten Aufnahmen wurde im Winter 1931/32 durch Mitarbeiter der Cornell University mit dem Mikrofon in Paraboltechnik realisiert, die noch heute als Referenz gilt [7]. In einem frühen Hörbild erkennt man die Vogelstimmen im natürlichen Kontext auf der be-

rühmten Aufnahme „Der Wald erschallt“ [8]. Unter Fachleuten gilt das zwei Jahre später entstandene Buch „Gefiederte Meistersänger“ als wichtigste Aufnahme [9]. Die Kassette mit Text und Platten verbindet biologische Information mit Hörbeispielen und ist durch aufwendige Außenübertragung mit Direktschnitt in Wachsplatten charakterisiert. Bei einigen Sequenzen sind Gegenrhythmen umgebender Tiere zu hören; es war möglich, „den einzelnen Vogel in seiner natürlichen Umgebung zu belauschen und seinen Ruf ohne störende Nebengeräusche festzuhalten“ [10]:

Walter Tilgner hat mit seiner Methode die traditionelle Arbeitsweise herausgefordert: „In der wissenschaftlichen Vogelstimmenforschung wurde und wird vorwiegend die Parabolspiegel-Aufnahmetechnik verwendet. Im Parabolspiegel, ein akustisches Teleobjektiv, das die hohen Frequenzanteile der Vogel- und Tierstimmen ohne das ‚physikalische Rauschen‘ verstärkt, erreichen solche Aufnahmen kein natürlich und räumlich klingendes Panorama. In der wissenschaftlichen Auswertung durch Klangspektrogramme spielt diese klangliche ‚Verfälschung‘ der Parabolköpfe kaum eine Rolle. Die Verzerrungen dieser Aufnahmen – der Tierstimmenforschung bekannt – hat man bewusst zu Gunsten der Lautverstärkung, die Reduzierung des Halls und Unterdrückung der Nebenstimmen in Kauf genommen.“

Tilgners Kunstkopfaufnahmen aus Wäldern und Auen sind dagegen Hörbilder, die nicht nur plastisch darstellen, sondern zusätzlich ästhetisch anregen, unterhalten und entspannen. Sie warnen vor dem Verlust der akustischen Qualität des Waldes und unseres eigenen Daseins. Denn ‚Tonjagd‘ ereignet sich doppelt in der Natur – in der ‚inneren wie äußeren‘:

Im Verständnis des World-Soundscape-Projects des kanadischen Klangforschers Murray Schafer dagegen steht der Klang der Natur für Komplexität und Vielfalt [11]. Natürliche Abläufe, tägliche oder jährliche Klangzyklen dienen auch als Gegenbild der zivilisatorischen Klangkultur. Walter Tilgner im Interview: „Allerdings betrachte ich meine Naturhörbilder nicht nur als eine Dokumentation für die Nachwelt, sondern möchte den Menschen das vermitteln, was meiner Frau Heidrun und mir schon sehr

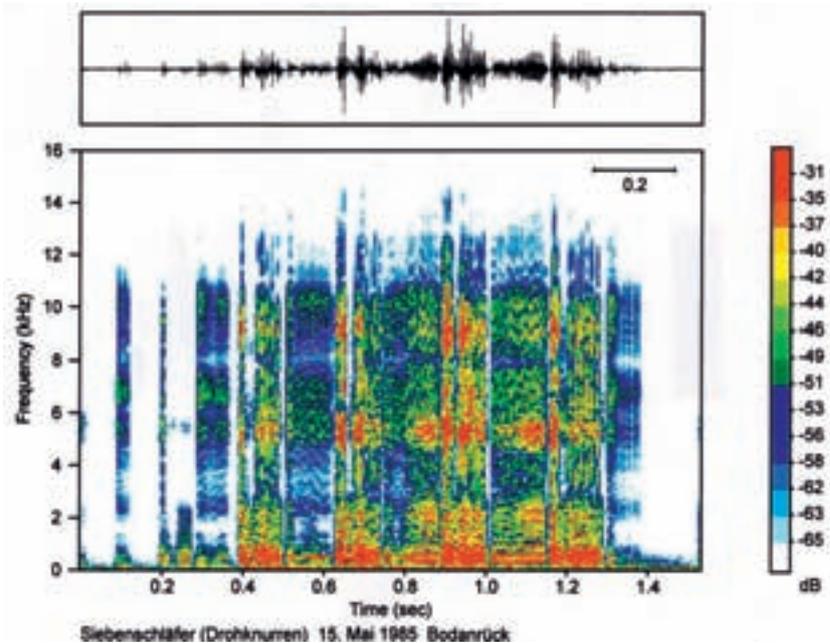


Abb. 4.2-6: Spektrogramm des Siebenschläfers (Drohknurren)

viel Freude bereitet hat und immer noch bereitet: das Nacherleben zu Hause. Gerade das morgendliche Vogelkonzert in unseren Wäldern, das Klangerlebnis, kann sehr viel geben, wenn man dazu bereit ist und gelernt hat, es wahrzunehmen. Diese Freude auch anderen Menschen weiterzugeben, wurde für uns zu einer Berufung.

Biophonie: Die kulturpessimistische Diagnose verlärmter Landschaften darf daher nicht Endpunkt von Kritik sein, sondern gestaltete Akustik bietet neue Chancen für ästhetische Klangumgebungen, wie sie in der Arbeit von Dr. Bernie Krause hörbar werden. ‚Wild Sanctuary‘ [12] – einen heiligen Schutzraum der Natur, so nennt der Musiker, Klangforscher und ‚Naturalist‘ den Zentralton seiner wechselvollen Klangbiografie. Sie hat ihren roten Faden in früher Musikalität, virtuoser Hörfähigkeit, ja Hörleidenschaft und in der Bereitschaft der Wildnis, dem Wilden, auch in sich selbst, offen gegenüberzutreten. Er fühle sich in der Natur am wohlsten, ‚wo die Unsicherheit das Erwartete ist‘ und wo er besser überlebt als in den Straßen von Los Angeles. Dort hat er in den 60er und 70er Jahren als Popmusiker, Filmkomponist und Synthesizer-Pionier gelebt. Zusammen mit seinem früh verstorbenen Alter Ego, Paul Beaver, entstand 1967/1968 ‚In a wild sanctuary‘, als Suite für Naturgeräusche und Musikinstrumente, eine Pionierarbeit in diesem Grenzbereich. Bis zum Anfang der 80er

Jahre galt Krause als gesuchter Klangspezialist für Kino und Fernsehen und arbeitete parallel als Analytiker im Bereich ‚Forensic Audio‘. Später hat Bernie Krause, angeregt durch Begegnungen mit ‚Native People‘ in den USA, akustische Landschaften in Alaska und der Arktis, Afrika, Asien und Amerika als CD veröffentlicht.

Als Bernie Krause Ende der 70er Jahre seine kommerzielle Klangfirma auflöste, begann er mit bioakustischer Forschung. Der erfolgreiche Musiker in ‚mid career‘ hat die Thematik in sein Promotionsstudium eingebracht, bei der ‚Union for Experimenting Colleges and Universities‘, einer kreativen Form der amerikanischen Hochschule [13]. Er untersuchte natürliche Räume in Afrika, Asien, Nord- und Südamerika als Ökosystem: „Each place on earth does have its own voice.“ Bei der Entnahme von Stichproben, im Lauf der Zeit und in vielen räumlichen Perspektiven, Standorten und Materialformen stellt er Bezüge zu klimatischen, geologischen oder bio-sozialen Systemen her: „In jeder Soundscape gibt es mehrere akustische Schichten gleichzeitig und miteinander verwoben. Ich verstehe sie als Komponenten eines lebendigen Organismus. ‚Biophonie‘ meint ja zunächst die akustischen Lebensformen in der Natur, all die Klänge außer den vom Menschen erzeugten. Ich verwende den Ausdruck aber in einer offenen Weise. Denn wenn die afrikanischen Pygmäen oder die Kaluli im Regenwald von Papua Neuguinea oder die Jivaro am

Amazonas ihre Rituale praktizieren, dann besteht eine sehr enge Beziehung zwischen Mensch und Natur. Die menschliche Stimme ist also ein Teil der Biophonie, und vielleicht finden wir wieder einen Weg, diesen Übergang, diesen ECOTONE, zwischen den Lebensformen und Räumen zu verstehen und zu beschreiben.“ [14]

Heute ist Bernie Krause ein anerkannter ‚Naturalist‘ mit zahlreichen Aufnahmeprojekten. Anders als der messende Biologe sucht er besondere Orte als einzigartige Hörerfahrung: Wie klingt ein Ameisenbau oder wie kommunizieren Flusspferde unter Wasser? Er nennt das ‚Ecotone‘ und meint damit Umwelträume an Übergängen und Unschärfen, zwischen gängigen Kategorien. Er hat so bei Expeditionen in den Amazonas-Regenwald die Einheit von Ort und Klangbild mit Spektrogrammen in seiner ‚Nischentheorie‘ belegt. Jede Lücke im Spektrum, die ein Tier offenließ, wurde von einem anderen geschlossen, sodass der Gesamtklang als Timbre konstant blieb [15]. Zeitliche Vergleiche ergaben dabei hohe Konstanz in einem Sektor, räumliche Verschiebungen um nur wenige 100 Meter aber deutliche Varianz im Spektrum.

Krauses Aufnahmen sind so zu einem elektronischen Gedächtnis geworden und er selbst als kreativer und interdisziplinärer Außenseiter eine Institution. Mit ‚Wild Sanctuary‘ steht er in intensiver Querverbindung zur wissenschaftlichen Analyse von Tierstimmen, etwa mit der traditionsreichen Cornell University. Zusammen mit dem Wissenschaftler und Künstler Douglas Quin hatte er die Naturräume der Welt in digitale Simulationen umgesetzt. Ihr selbst entwickeltes Programm mischt alle Materialien ständig in neuen Variationen zusammen – künstlich und doch organisch, als ein klingendes Biotop ohne Wiederholung. Diese Klangskulpturen werden zum Live-Environment in Zoos und Museen, das nach naturhaften Mustern und Rhythmen geplant ist und zugleich als perfekte Illusion wirkt. Klang, so die Botschaft des Naturforschers und Komponisten, Klang bringt die Räume der Natur in unsere meist urbane Welt, damit wir sie begreifen und uns ihrer Gefährdung bewusst werden. Hörbilder wie der Angriff zweier Killerwale auf den Buckelwal oder das Geräusch „kal-

bender Gletscher“ in Surround sind also nicht nur „hörenswerte“ Sensation, sondern kalkuliertes ökologisches Wahrnehmungstraining.

Im interdisziplinären ‚Global Soundscape Project‘ arbeitet Bernie Krause derzeit intensiv mit der renommierten Purdue University zusammen [16]. Es entwickelt sich als ein Inventar ‚Akustischer Naturlandschaften der Welt‘ im Spiegel ökologischer Forschung [17]. Krauses ‚Biophony‘, die kollektive Musik des Lebens, auch seines eigenen, ist für ihn vor allem in der sinnlichen Erfahrung existent, die er etwa mit dem radikalen Philosophen und Landschaftsführer Jack Turner teilt. Alles andere ist ‚The Abstract Wild‘, ein bloßes codiertes Ordnen einer uns fremd bleibenden Welt [18].

Der Forscher Paul Shepard, ein Dialogpartner und Mentor von Krause, hat in seiner Synopse unser Menschsein im Spiegel der Tierkultur dargestellt, die uns Mythen, Sprache, Klang und Musik, Bilder, Spielzeug und Gefährten, Leben und Tod bedeuten. Es sind für ihn die anderen – „THE OTHER“, die uns erst zu dem machen, die wir sind [19]. Als Teil des natürlichen Lebens und zugleich immer davon abgetrennt – ‚a part and apart‘: Erfahrungen, die auch Heidrun und Walter Tilgner sehr häufig gemacht haben. Sie entwickeln diese Wirkungsdimension jetzt weiter, in enger Zusammenarbeit mit dem blinden Musiktherapeuten und Physiotherapeuten Wolfgang Fasser weiter. Er verwendet die Aufnahmen mit deutlichem Erfolg in seiner Praxis für die oft mehrfach behinderten Menschen und schafft im Forschungsprojekt der Schweizer Musiktherapie-Ausbildung damit einen neuen Dialog von Natur und Musik.

#### Referenzen

- [1] Bioakustik und Biophonie sind hier exemplarisch gemeint, durch die Pionierarbeit von Walter Tilgner (mit 75 Natural Sounds, zusammen mit Heidrun Tilgner) sowie in ‚Wild Sanctuary‘ von Dr. Bernie Krause (in 70 Ecotones) gemeinsam mit Katherine Krause. Klangumwelt und Klangkunst verbinden sich so interdisziplinär
- [2] Vergl. Rothenberg, David: The Book of Music and Nature. Terra Nova Books, Wesleyan University 2001

- [3] Fleischer, Gerald: Lärm. Der tägliche Terror. Thieme, Stuttgart 1990
- [4] Gierlich, H.W.; Genuit K.: Processing Artificial Head Recordings. JAES 37.1989/1-2: 34-39
- [5] Szöke, Peter: Entstehung und Entwicklungsgeschichte der Musik. Studio Musicologica 1962/4:3-85
- [6] Heinroth Oskar; Koch, Ludwig: Gefiederte Meistersänger. Berlin 1936
- [7] Wahlström, Sten: Stereophonic Recording of Wildlife Sounds. J.Brit. Institute of Rec. Sound: H.34/1969
- [8] Heck, Lutz; Koch, Ludwig: Der Wald erschallt. München 1934
- [9] Heinroth Oskar; Koch, Ludwig: Gefiederte Meistersänger. Berlin 1936
- [10] Heinroth Oskar; Koch, Ludwig: Gefiederte Meistersänger. Berlin 1936:1
- [11] Murray Schafer: The Tuning of the World. Knopf, New York 1977
- [12] Bernie Krause, Into A Wild Sanctuary – A life in Music & Natural Sound. Heyday Books. Berkeley 1998
- [13] Krause, Bernie: Electronic Music and the Sonic Arts. PhD Dissertation Ohio 1981
- [14] Bernie Krause im Interview 2004
- [15] Krause, Bernie: Bioacoustics, Habitat Ambience in Ecological Balance. Whole Earth Review, Winter 1987
- [16] University of Purdue, im Dept. of Forestry and Natural Resources
- [17] Krause, Bernie: Anatomy of the Soundscape: Evolving Perspectives. J. Audio Eng.Soc, Vol 56, No 1/2, 2008
- [18] Turner, Jack: The Abstract Wild. Arizona University Press 1996
- [19] Shepard, Paul: The Others. How Animals made us human. Island Press, Washington 1996

# Blended Learning: Informatik-Lehre an der Hochschule Offenburg

**Prof. Dr. Claudia Schmidt**  
Fakultät Medien und  
Informationswesen (M+I)

Badstraße 24  
77652 Offenburg  
Tel.: 0781 205-133  
c.schmidt@fh-offenburg.de

**1963:** Geboren in Westerlohe  
**Bis 1992:** Informatikstudium an der Universität Karlsruhe  
**1992–1998:** Wissenschaftliche Mitarbeiterin und Promotion  
am Institut für Telematik der Universität Karlsruhe  
**Seit 1998:** Professorin für Telekommunikation  
an der Hochschule Offenburg



**Arbeitsgebiete:** Computernetze, Neue Entwicklungen im Internet,  
Kommunikationsunterstützung für multimediale Anwendungen,  
Management von Kommunikationsdiensten

## 4.3 Blended Learning: Informatik-Lehre an der Hochschule Offenburg

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

### Abstract

*Additionally to the courses Software Engineering, Computer Networks and Databases we provide web-based e-learning applications so that our students are able to repeat the contents of the courses independantly of time and place.*

*Those E-Learning applications – we call them M+I-Learning – have the same structure as the corresponding courses. Inside, the facts are textually and graphically presented, sometimes with animations. Especially quizzes and exercises in which the learner works actively are a helpful supplement to the learning by listening during the lecture.*

*To motivate the learners we offer furthermore an online learning game “Software Engineering in the Future” in which the student Ben travels through space and has to solve various problems. By solving the problems the player learns to understand and to handle Software Engineering models and concepts.*

*The applications are available under <http://mi-learning.mi.fh-offenburg.de>.*

### 1. Einleitung

Informatik-Veranstaltungen in der Fakultät Medien und Informationswesen vermitteln meist komplexe Inhalte, die anschließend in begleitenden Laborveranstaltungen praktisch und an konkreten

Beispielen vertieft werden. Allerdings benötigen die Studierenden für ein reiches Labor und die selbstständige Erarbeitung korrekter Lösungen einige Grundkenntnisse, die aus der jeweiligen Theorieveranstaltung mitgebracht werden müssen.

Um den Studierenden weiterhin die Möglichkeiten zu geben, den Stoff der Lehrveranstaltungen raum- und zeitunabhängig nachzuarbeiten und auch didaktisch aufbereitete Übungen virtuell durchzuführen, haben wir zu den Veranstaltungen Software Engineering, Computernetze und Datenbanken webbasierte E-Learning-Materialien konzipiert und erstellt. Diese Lernarrangements bieten den Lernenden die Möglichkeit, selbstbestimmt im eigenen Lernrhythmus und über unterschiedliche Medien einen Zugang zu der Thematik zu finden. Hybride Lernarrangements (Blended Learning) versuchen hier die Vorteile unterschiedlicher didaktischer Methoden und Medien miteinander zu kombinieren [1].

## 2. Die E-Learning-Applikationen

### 2.1 M+I-Learning-Lektionen

Zu den Vorlesungen Software Engineering, Computernetze und Datenbanken existieren E-Learning-Lektionen, die genau wie die zugehörigen Vorlesungen strukturiert sind – jedem Kapitel der Vorlesung entspricht ein Kapitel der zugehörigen E-Learning-Lektion. Die Lektionen basieren auf einem flexiblen Rahmenwerk, das realisiert wurde, damit die eigentlichen Inhalte der Lektionen von unterschiedlichen Personen erstellt werden können.

Der Rahmen der gesamten Lektion ist für alle Inhalte unveränderlich und damit für den Lernenden konsistent [2]. In Abbildung 4.3-1 sind die Kapitel der Lektion Software Engineering am oberen Bildrand erkennbar, die Unterkapitel erscheinen am linken Bildrand.

Neben den Fakten, die das Wissen aus der Vorlesung textuell, grafisch und zum Teil animiert darstellen, sind Übungen und Quizzes die zentralen Elemente der Lektionen, die in jedem Kapitel auftauchen. Sie sind visuell ansprechend realisiert, sodass sie die Lernenden zum Üben motivieren. Das Lernen erfolgt damit nicht wie in der Vorlesung durch Hören und Sehen, sondern durch selbst erfahren und selbst tun und stellt somit eine wirkungsvolle Ergänzung dar. Die Übungen zeichnen sich durch einen unterschiedlichen Grad der Interaktivität aus. Mit einfachen Übungen werden Algorithmen und Methoden visualisiert und können somit besser verstanden werden. Durch komplexe Übungen werden explorative Lernaktivitäten unterstützt. Die Lernenden können eigene Hypothesen aufstellen und diese anschließend durch eine gezielte Interaktion mit den Medien überprüfen [3].

Ergänzend und vertiefend absolvieren die Studierenden danach noch ein Praktikum (Software-Engineering) und Labore (Computernetze und Datenbanken), in denen etwas größere Aufgabenstellungen mit praxisnahen Werkzeugen gelöst werden. Im Falle der Datenbanken etwa wird eine Datenbank entsprechend einer Anforderungsanalyse in Oracle und deren Management-Tool SQLDeveloper [4] konzipiert, implementiert, mit Daten gefüllt und mit einem Web-Interface versehen.

Software Engineering Hochschule Offenburg  
University of Applied Sciences

Software **UML** Qualitätsmanagement ER-Modell Benutzerschnittstelle Vorgehensweisen

### Klassendiagramm Fakten

**Assoziationen**  
Beziehungen zwischen Klassen werden durch Assoziationen dargestellt. Über eine Assoziation wird die Kommunikation zwischen den Objekten beschrieben und damit ein Zugriff auf die Element (Attribute und Operationen) einer andere Klasse definiert.

Wir betrachten hier nur **binäre Assoziationen**, d.h. Beziehungen zwischen zwei Klassen. Diese werden in den Klassendiagrammen als durchgezogene Linie zwischen den Klassen dargestellt.

Über die folgenden optionalen Angaben können Assoziationen detaillierter spezifiziert werden:

- » **Assoziationsname:** Der Name einer Assoziation ist optional und wird an der Assoziationslinie – nicht zu nahe an den Enden, da es sonst zu einer Verwechslung mit Rollen kommen kann – angegeben. Da der Name oft nicht für beide Assoziationsrichtungen zutrifft, kann zusätzlich eine bevorzugte Leserichtung über ein ausgefülltes Dreieck hinzugefügt werden.
- » **Rollen:** an den Enden einer Assoziation kann über die Angabe von Rollen die spezifische Verwendung der Klassen in der Assoziation näher beschrieben werden. Besondere Bedeutung kommt den Rollen zu, wenn Klassen über mehrere unterschiedliche Assoziationen verbunden sind und somit nur über die Rolle eine Unterscheidung getroffen werden kann.

Assoziationen in UML

- » **Kardinalitäten:** Neben den Rollen können an den Assoziationsenden Kardinalitäten angegeben werden, die Mengenverhältnisse zur Laufzeit (wie viele Beziehungen darf ein Objekt mit wem besitzen?) beschreiben. Dabei wird die zu einer Rolle gehörende Kardinalität am gegenüberliegenden Assoziationsende angegeben.

Anzeigen: **Alle**

Prof. Dr. Claudia Schmid, c.schmid@h-offenburg.de Prof. Dr. Volker Säenger, volker.saenger@h-offenburg.de

BACK NEXT

Abb. 4.3-1: Kapitel der Lektion Software Engineering sind am oberen Bildrand erkennbar, die Untertitel erscheinen am linken Bildrand

Die Erfahrungen der vergangenen zwei Semester zeigten, dass zur Klausurvorbereitung erneut auf die E-Learning Lektionen zugegriffen wird, um den Stoff zu wiederholen, Details herauszuarbeiten und das Wissen zu festigen. Standardisierte Berichte über die Zugriffe, die in unserer Lernplattform Moodle zur Verfügung stehen, bestätigen dies.

## 2.2 Online-Lernspiel

Ein spezielles Problem der Veranstaltung Software-Engineering ist die Tatsache, dass die Studierenden für die teilweise abstrakten Themen dieser Disziplin wenig Interesse aufbringen und nicht zum Lernen motiviert sind. Wozu braucht man diese vielen Methoden für die relativ kurzen Programme, die am Anfang des Studiums realisiert werden? Die zu erstellenden Diagramme liefern keine greifbaren, sondern eher theoretische Zwischenergebnisse.

Um die genannten Probleme zu beheben, wurde ein Online-Lernspiel für das Software-Engineering konzipiert und implementiert. Das primäre Ziel des Spiels ist

es, die Studierenden zur Arbeit mit den wichtigen Methoden und Vorgehensweisen anzuregen. Zunächst soll durch das Angebot eines Lernspiels die Hemmschwelle gesenkt werden, sich überhaupt mit Software Engineering zu beschäftigen. Der Spaß, die Konzentration und die Selbstbestimmtheit beim Spielen sollen die Motivation verbessern und daraus soll ein besseres und vor allem lang andauerndes Verständnis resultieren.

Für die Lernenden sind klar definierte und gut erreichbare Ziele wichtig. Deshalb ist das Spiel in kleine Einheiten unterteilt, sogenannte Minispiele, in denen die Konzepte und Methoden des Software Engineering trainiert werden. Weil im Spiel alle Themen der gesamten Vorlesung vorkommen, soll es semesterbegleitend gespielt werden. Das sture Lernen auf die Klausur und das anschließende rasche Vergessen soll vermieden und stattdessen nachhaltiges Wissen vermittelt werden.

Damit die Studierenden sich mit der Spielwelt identifizieren können, wurde als Hauptperson der Student Ben ausge-

wählt, der am Semesterende noch mit der Prüfung in seinem Studienfach Software Engineering zu tun hat. Um gleichzeitig aber eine alternative Lernsituation zu erhalten, spielt die Geschichte in der Zukunft. Ben möchte nach Abschluss seiner Prüfung schnellstmöglich zusammen mit seiner Freundin Jacqueline zu einem Festival in einem anderen Teil des Weltalls reisen. Auf seiner Reise wird er mit unterschiedlichen Problemen konfrontiert, deren Lösungen Kenntnisse und Fertigkeiten des Software Engineering erfordern.

Die Abbildungen 4.3-2a bis 4.3-2c zeigen exemplarisch die Umsetzung der beschriebenen Überlegungen. In Abbildung 4.3-2a) ist Ben in dem pink gefärbten Helm dargestellt. Abbildung 4.3-2b) zeigt ein Detail seines Fahrzeugs, ein Stück der Armaturen des sogenannten Spacebikes. Weil Ben Student ist, kann er sich kein wirklich gutes Fahrzeug leisten und repariert auftretende Schäden notdürftig und „zukunftsgerichtet“ – mit Klebeband. Abbildung 4.3-2c) zeigt eine futuristische Szene, in

deren Vordergrund der zentrale Platz der Hochschule Offenburg mit einem tatsächlich vorhandenen Kunstwerk stilisiert ist. Jeder Studierende der Hochschule wird das Szenario wiedererkennen.

Obwohl die Story einige Kontraste zur studentischen Realität aufweist, ist es für das Lernen unabdingbar, dass die Lerninhalte und somit die einzelnen Aufgaben sehr eng an den Inhalten der Vorlesung Software Engineering orientiert sind. Die verwendeten Begriffe, Notationen, Diagramme und Konzepte zeigen große Pa-



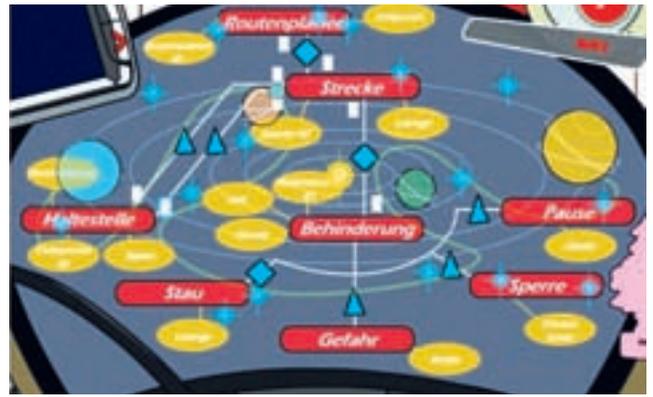
Abb. 4.3-2a): Ben in dem pink gefärbten Helm



Abb. 4.3-2b): Fahrzeugteil von Ben



Abb. 4.3-3: Ausschnitt eines ER-Diagramms



rallelen zu den Unterlagen der Vorlesung. Ein Beispiel für den Ausschnitt eines ER-Diagramms zeigt Abbildung 4.3-3.

Laut [5] fördern digitale Spiele die Motivation der Lernenden, indem sie

- die Fantasie anregen,
- neugierig machen,
- Herausforderungen bieten,
- audio-visuell gestaltet sind und
- den Lernenden über definierte Regeln die Kontrolle überlassen.

Alle diese Aspekte wurden in „Software Engineering in the Future“ bewusst integriert, um die Motivation zum Spielen hochzuhalten.

Die bereits vorn erwähnten Moodle-Statistiken der vergangenen zwei Semester zeigen Erfolge dieser Strategie. Die Studierenden spielen das Spiel oft, gehen somit automatisch mehr mit den Begriffen und Methoden des Software Engineerings um und erwerben auf diese Weise Wissen und Können. Eine Umfrage ergab sehr positive Bewertungen des Spiels.

### 3. Bewertung

Wegen der bereitgestellten E-Learning Applikationen arbeiten die Studierenden ergänzend zum Frontalunterricht in der

Vorlesung selbstständig mit dem Stoff der Lehrveranstaltung. Laut eigenen Aussagen macht diese selbstbestimmte Arbeit Spaß, und dies erhöht die Erfolgchancen. Wir werden verfolgen, ob die Klausurergebnisse sich in den nächsten Jahren signifikant verbessern. Ebenso werden wir untersuchen, ob Zusammenhänge zwischen der Intensität der Arbeit mit den E-Learning-Modulen und Klausurergebnissen erkennbar sind. Schon heute stellen wir fest, dass der Spaß, die Mitarbeit und die Begeisterung für die Informatik-Veranstaltungen aufgrund der E-Learning-Angebote gestiegen sind.

### Referenzen

- [1] Kerres, M. Multimediale und telemediale Lernumgebungen. Konzeption und Entwicklung (2. Aufl.), München, R. Oldenbourg, 2001.
- [2] Sänger, V; Schmidt, C. MI-Learning: ein Rahmenwerk für webbasiertes E-Learning. In „Die Energie der Didaktik – Beiträge zum 7. Tag der Lehre“, pp. 64-67, Biberach, 2007
- [3] Schulmeister, R., Interaktivität in Multimedia-Anwendungen. e-teaching.org,2005. <http://www.e-teaching.org/didaktik/gestaltung/interaktiv/InteraktivitaetSchulmeister.pdf>
- [4] Oracle. SQLDeveloper. In Oracle Technology Network, [http://www.oracle.com/technology/products/database/sql\\_developer/index.html](http://www.oracle.com/technology/products/database/sql_developer/index.html), 13.11.08
- [5] Garris, R; Ahlers, R; Driskell, J.E. Games – Motivation and Learning: Research and Practice Model. In “Simulation & Gaming”. Newbury Park, Sage Publ., 2002

Abb. 4.3-2c): Futuristische Szene, in deren Vordergrund der zentrale Platz der Hochschule Offenburg mit einem tatsächlich vorhandenen Kunstwerk stilisiert ist

# Membranpumpen- technologie vom Feinsten...

■ Ob für Gase, Dämpfe oder Flüssigkeiten – KNF Neuberger bietet ein breites Angebot an Pumpen und Systemen.

■ Für unverfälschtes Fördern, Dosieren, Komprimieren und Evakuieren.

■ Als OEM- oder tragbare Ausführungen.

■ Mit einem variablen Produktprofil für kundenspezifische Lösungen.

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

- Medizintechnik
- Analysetechnik
- Verfahrenstechnik
- Lebensmitteltechnik
- 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

## Abfülltechnik mit System

Komplettlösungen für die Verpackungsindustrie.

„Das wahre Geheimnis des Erfolgs ist die Begeisterung.“

Walter Chrysler



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

**ICOMA** | ZGS

Systemlieferant  
Fülltechnik  
Verschleißtechnik

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



**fritsch**  
ELEKTRONIK

Ihr Partner von der Idee bis zum fertigen Produkt

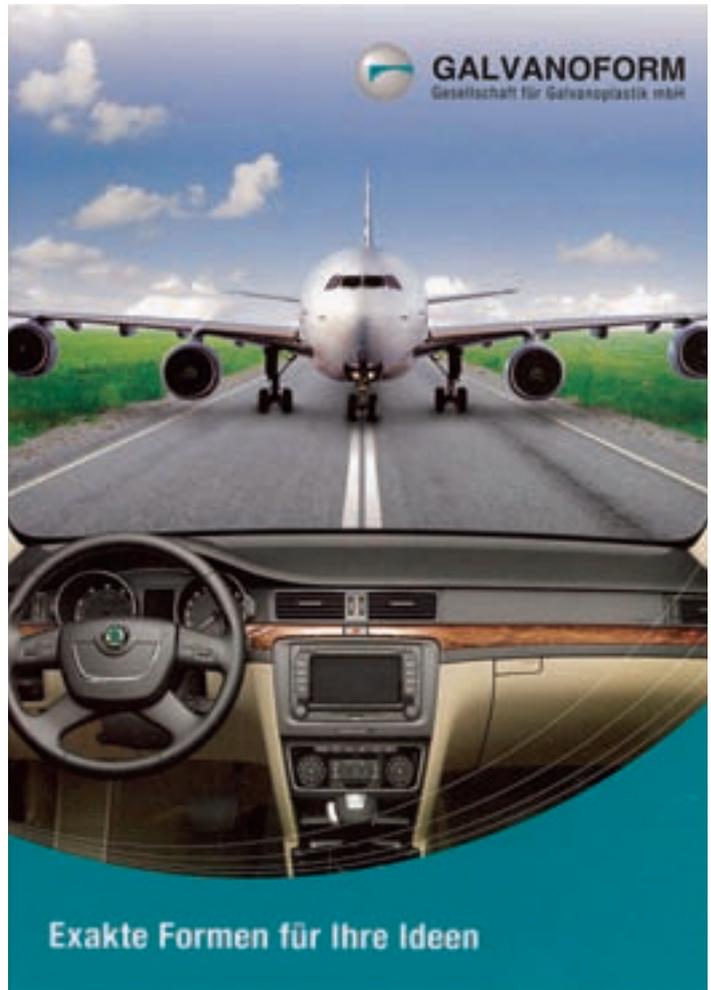
www.fritsch-gmbh.de

Unser seit 1969 bestehendes Dienstleistungsunternehmen fertigt zuverlässig elektronische Baugruppen auf anspruchsvollem Niveau mit zeitgemäßer Technologie und schlanken Prozessen in höchster Qualität.



Fritsch Elektronik GmbH  
Gewerbestraße 37  
D-77855 Achern-Önsbach

Telefon: +49 (0) 78 41 / 68 04 - 0  
Fax: +49 (0) 78 41 / 2 82 64  
E-Mail: info@fritsch-gmbh.de



**GALVANOFORM**  
Gesellschaft für Galvanoplastik mbH

Exakte Formen für Ihre Ideen

## Geothermie kompakt – online lernen

**Prof. Dr. rer. nat. Detlev Doherr**  
Fakultät Maschinenbau  
und Verfahrenstechnik (M+V)  
Wissenschaftlicher Leiter  
des Hochschulrechenzentrums

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

**1953:** Geboren in Göttingen  
**1983:** Promotion zum Dr. rer. nat.  
**1983–1990:** Geologe bei Kali und Salz AG, Kassel,  
und Projektleiter für die Entwicklung eines Geoinformationssystems  
mit IBM Deutschland GmbH  
**Seit 1990:** Professor für Informatik und Umweltinformatik  
an der Hochschule Offenburg  
**Seit 1993:** Leiter des Hochschulrechenzentrums  
sowie Leiter des Steinbeis-Transferzentrums „Informationssysteme“  
(früher „Umweltinformatik“)  
**Seit 1998:** Zertifizierung zum European Geologist



**Forschungsgebiete:** Informationssysteme und Geoinformationssysteme, digitale Bibliotheken, E-Learning für Weiterbildungseinrichtungen und Berufsverbände, nachhaltige Entwicklungen im Bereich der Geothermie, Modelle und Simulationen zu den Energiemärkten für Erdöl und Erdgas

### 4.4 Geothermie kompakt – online lernen

Prof. Dr. Detlev Doherr  
Wolfgang Zink [1]

#### Kurzfassung

Die geothermischen Energieressourcen im Oberrheingebiet rücken immer mehr in den Brennpunkt für eine nachhaltige Energieversorgung. Um die Grundlagen und Potenziale dieser Energiequelle darzustellen, wurde ein E-Learning-Seminar „Geothermie kompakt – online lernen“ entwickelt, das erstmalig im Rahmen der Messe GeoTHERM 2008 in Offenburg als „Virtuelles Klassenzimmer“ präsentiert wurde. Die Inhalte des Kurses und das Lernmaterial wurden in kooperativer Zusammenarbeit der Autoren nach wissenschaftlichen Methoden und pädagogischen Erkenntnissen zum E-Learning erarbeitet. Der Moodle-Kurs thematisiert die Grundlagen der Geothermie, wobei speziell auf Fragen nach der Art der geothermischen Ressourcen und deren Nutzungsmöglichkeiten eingegangen wird.

Die Kursmodule wurden so konzipiert, dass sie als Lehrmaterial für Lehrende wie Lernende verwendbar sind.

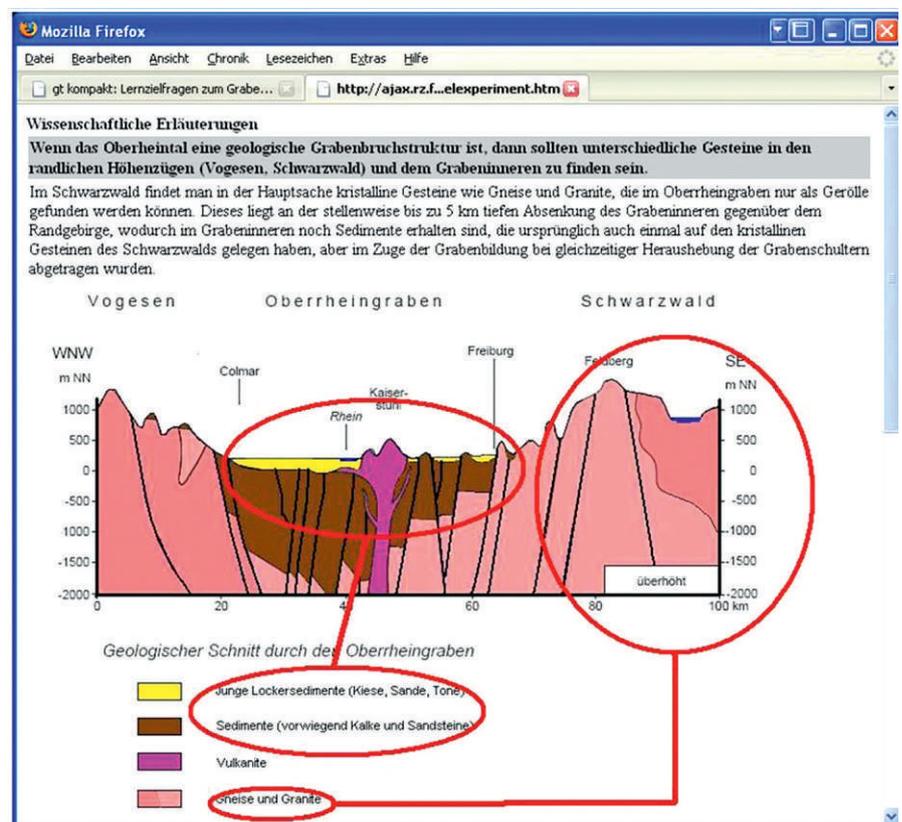
#### Projektvorstellung

Angesichts eines stetig anwachsenden Energiebedarfs in Deutschland und gleichzeitiger Bestrebungen zum Schutz des Klimas werden verstärkt alternative Energiequellen möglichst auch im eigenen Land gesucht. Hier spielt die Geothermie eine wichtige Rolle, da sie besonders im Oberrheingebiet vielfältig verfügbar ist und wegen einer regio-

nalen Wärmeanomalie im tieferen Untergrund auch zu einer nachhaltigen und ohne jahres- oder tageszeitliche Schwankungen grundlastfähigen Stromerzeugung genutzt werden kann. Häufig jedoch bleiben die Möglichkeiten dieser Energiequelle unbekannt und das Bewusstsein für Nachhaltigkeit wenig ausgeprägt.

Zusammen mit Partnern des Vereins „Natureschule Ortenau“ wurde ein

E-Learning-basiertes Seminar entwickelt, das erstmalig im Rahmen der Messe GeoTHERM 2008 als „Virtuelles Klassenzimmer“ präsentiert wurde. Das auf der Methodik des Blended Learning, der Kombination von Präsenzveranstaltung und E-Learning [1] entwickelte Seminar wurde als Blockveranstaltung auf der Messe GeoTHERM 2008 mehrfach durchgeführt, um Lehrende und Lernende gleichermaßen in die Grundlagen der Geothermie einzuführen.



**Abb. 4.4-1:** Anschauliche Illustrationen in den Lehrmodulen des Kurses zu den geologischen Untergrundstrukturen im Oberrheingebiet. Hier ein Ost-West verlaufender Profilschnitt durch die Grabenstruktur des südlichen Oberrheins

Die Inhalte des Kurses wurden vom Autor erarbeitet, das pädagogische Konzept wurde von Schulamtsdirektor Wolfgang Zink in Kooperation mit den Fachberatern Naturwissenschaften und Technik des Amtes für Schule und Bildung in Offenburg entwickelt. Das Seminar ist Bestandteil des Projekts „Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Ortenau“, das von der Naturschule Ortenau als Verbund verschiedener Institutionen in einem Bildungsnetzwerk initiiert wurde. Dieses Projekt wurde als „offizielles Projekt der UN-Weltdekade 2008/2009 Bildung für nachhaltige Entwicklung“ durch das Deutsche Nationalkomitee der verantwortlichen UN-Dekade als Weltdekadeprojekt 2008/2009 ausgezeichnet.

Der „Geothermie kompakt-online-lernen“-Kurs eröffnet vielfältige Einsatzmöglichkeiten von Lehrmaterial und Lernaktivitäten. So können die Module der naturwissenschaftlichen Grundlagen vom Lernenden zeitlich und räumlich flexibel zum Selbststudium genutzt werden. Neben dem nach Kapiteln aufbereiteten und mit anschaulichen Illustrationen versehenen Lehrmaterial (siehe Abb. 4.4-1) sind interaktive Elemente verfügbar, die den Lernprozess unterstützen und zur Kommunikation mit anderen Kursteilnehmern und zu weiterführenden Recherchen im Internet ermuntern sollen.

Diese Module enthalten eine Zusammenstellung der geowissenschaftlichen Grundlagen der Geothermie, die Nutzungsarten von hydrothermalen und petrothermalen Geothermie sowie eine Sammlung von im Internet publizierten Projektbeschreibungen aus dem Gebiet des südlichen Oberrheins.

Bei Projekten der oberflächennahen Geothermie werden Erdwärmesonden und Wärmepumpen verwendet, um die nahezu konstanten Untergrundtemperaturen von 8–12 °C in wenigen 10 Metern Tiefe unter der Erdoberfläche zu nutzen (siehe [2]).

Dieses wird gerade für den privaten Bereich zur Wärmeversorgung von Wohnhäusern bei steigenden Energiepreisen immer interessanter, sodass der Kurs die Berechnungsfaktoren zur Auslegung von Erdwärmesonden bei unterschiedlichen Standortbedingungen und Heizbedarf

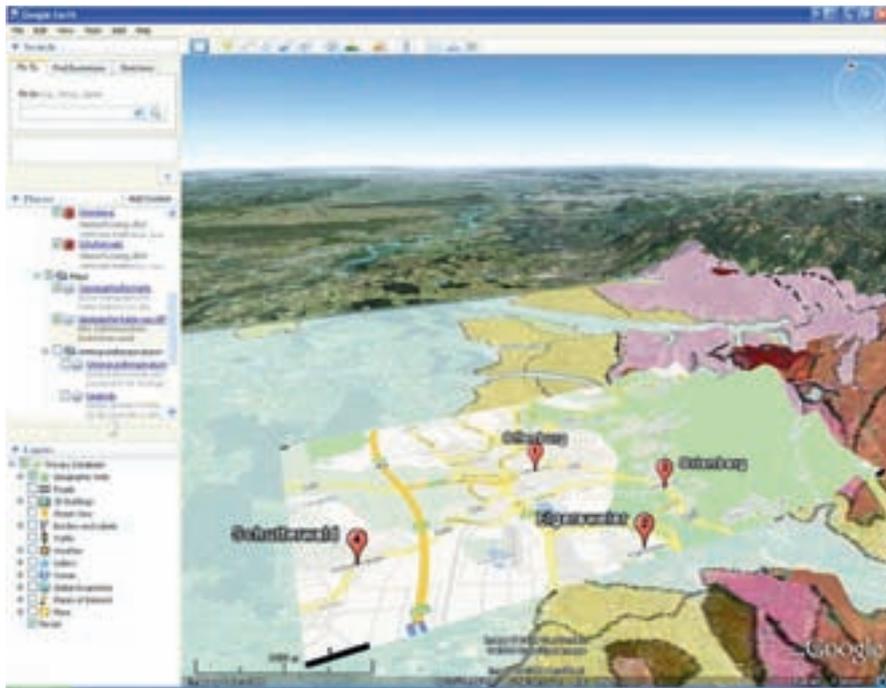


**Abb. 4.4-2:** Berechnungsmodul zum Kostenrahmen für Projekte der oberflächennahen Geothermie anhand von empirischen Werten. Die Berechnungsparameter wurden anhand von publizierten Daten kalkuliert (Siehe [2])

thematisiert. Damit die Kursteilnehmer die in die Kalkulation eingehenden Parameter beherrschen und anhand von eigenen Daten testen können, stehen im Kurs einige Programme zum Download bereit, mit denen solche Berechnungen anhand von vereinfachten Modellen durchgeführt werden können. So werden z.B. die Längen von Erdwärmesonden nach dem Heizwärmebedarf und den erwarteten Untergrundverhältnissen oder die Kosten für Ein-, Zwei- oder Mehrfamilienhäuser anhand der Längen von Erdsonden, Leistung der Wärmepumpe und Wohnfläche überschlägig ermittelt (Abbildung 4.4-2). Es ist klar, dass die Ergebnisse nur einen Überblick der möglichen Kosten darstellen können,

die sich im Lauf der Zeit und von den bauphysikalischen Parametern des Gebäudes abhängig ändern können. Daher sind diese Daten auch nur grobe Abschätzungen anhand von publizierten Daten [2].

Da jede Projektplanung vom jeweiligen Standort und der Untergrundbeschaffenheit direkt abhängt, werden diese Zusammenhänge für den Offenburger Raum mit Hilfe von Google Earth visualisiert. Der Anwender kann die unterschiedlichen Projektkalkulationen mit in der Google Earth-Präsentation verlinkten Excel-Datenblättern beispielhaft berechnen (Abbildung 4.4-3). Voraussetzung zur Nutzung dieses zum Download be-



**Abb. 4.4-3:** Visualisierung von Offenburger Standorten zur oberflächennahen Geothermie mit exemplarischen Berechnungen zu Projektparametern, eingebettet in Google Earth

reitgestellten Moduls ist eine Installation von Google Earth und einem Tabellenkalkulationsprogramm auf dem eigenen Rechner.

Die Standortparameter sind nur exemplarisch implementiert. Zur weiteren Detailstudie wird auf das Informationssystem GEOTIS verwiesen, das alle relevanten Untergrunddaten enthält und über einen Internetzugang verfügbar ist [3].

Es sei nochmals darauf hingewiesen, dass eine genaue Projektkalkulation und Wirtschaftlichkeitsberechnung für jedes Geothermieprojekt unerlässlich ist. Die im Kurs verwendeten Berechnungsalgorithmen lassen aber nur eine sehr abschätzende Aussage über die jeweiligen Planungen zu und dienen nur dazu, die Zusammenhänge zu verdeutlichen.

### Zusammenfassung

Der E-Learning-Kurs „Geothermie kompakt-online lernen“ vermittelt die Grundkenntnisse über die geothermischen Ressourcen und Nutzungsarten anhand von Lehrmaterial und interaktiven Modulen wie Fragenkatalogen, Berechnungsprogrammen und interaktiven Hypothesen-Modellen. Ursprünglich als Lehrerfortbildung konzipiert, wurden

die Inhalte mit Illustrationen und Google Earth visualisiert, sodass der Kurs auch für die allgemeine persönliche Weiterbildung eingesetzt werden kann.

Der Kurs ist auf dem Moodle-Server des Instituts für Wissenschaftliche Weiterbildung der Hochschule Offenburg zugänglich, wobei die Zugangsdaten auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden.

### Referenzen

- [1] Wolfgang Zink, Schulamtsdirektor, Schulamt Offenburg

### Literatur

- [1] Claudia Wiepcke: Computergestützte Lernkonzepte und deren Evaluation in der Weiterbildung. Blended Learning zur Förderung von Gender Mainstreaming. Hamburg 2006. ISBN 3-8300-2426-6
- [2] Oberflächennahe Geothermie: Fa. Hydrodata, [http://www.hydro-data.de/pdfs/Sole\\_Wasser.pdf](http://www.hydro-data.de/pdfs/Sole_Wasser.pdf)
- [3] Geothermisches Informationssystem GEOTIS: <http://www.geotis.de> – Projektleitung: LIAG, Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik, Stilleweg 2, 30655 Hannover

# Das situative Interview als Instrument der Personalauswahl

**Prof. Dr. Arnulf Weuster**

Fakultät Betriebswirtschaft und  
Wirtschaftsingenieurwesen (B+W)

Außenstelle Gengenbach

Klosterstraße 14

77723 Gengenbach

Tel.: 07803 9698-17

E-Mail: weuster@fh-offenburg.de

**1947:** Geboren in Oberhausen/Rheinland

Ausbildung zum Industriekaufmann

**1972:** Diplom-Betriebswirt, Fachhochschule Niederrhein

**1976:** Diplom-Volkswirt, Universität Köln

**1979:** Promotion über Konsumgenossenschaftsentwicklung

**1978–1982:** tätig im Personalmanagement  
der Philips GmbH in Hamburg

**1982:** Professor an der Hochschule Offenburg für Personalwirtschaft,  
Führungslehre und Organisation

**Forschungsgebiete:** personale Eignungsdiagnostik,  
Arbeitszeugnisse, Referenzen



## 5.1 Das situative Interview als Instrument der Personalauswahl

Prof. Dr. rer. pol. Arnulf Weuster

### Abstract

The situational interview is a structured interview. Its purpose is to select high performers. The basis of this type of interview is the goal-setting theory. It is supposed that intentions predict behavior. The interviewer describes a typical situation of the job and asks the candidates "What would you do if ...?" The answers of the candidates are compared to benchmark answers. The validity of the situational interview is as high as the validity of assessment centers. Therefore it is a cost-efficient alternative to the more complex and time consuming assessment center.

### Einführung

Das situative Interview (SI) ist eine Form des strukturierten Interviews. Es wird nach der Zielsetzungstheorie von der Annahme ausgegangen, dass ein enger Zusammenhang zwischen geäußerten Verhaltensabsichten und dem späteren realen Verhalten besteht. Bewerber werden gefragt, wie sie in bestimmten Situationen handeln würden: „Was würden Sie tun, wenn ...?“ Man kann von einer mentalen Arbeitsprobe sprechen. Die Antworten der Bewerber werden mit vorher entwickelten Antwortalternativen verglichen und so bewertet.

### Beispiel

Frage zur Auswahl eines Personalleiters: Ein Mitarbeiter ist seit zwei Wochen wegen eines Rückenleids krank geschrieben. Sie sind auf der Fahrt zu einem

wichtigen Termin. Die Fahrt führt Sie durch ein Neubaugebiet. Im Vorbeifahren sehen Sie, wie der erkrankte Mitarbeiter mithilft, Heizkörper in einen Rohbau zu tragen. Was würden Sie tun?

### Gute Antwort (7 – 9 Punkte)

- Ich halte an, identifiziere den Mitarbeiter und stelle ihn kurz zur Rede.
- Ich bitte ihn kurzfristig zu einem Gespräch zu mir.
- Nach meiner Rückkehr vom Termin versuche ich herauszufinden, für welches Unternehmen und wie lange der Mitarbeiter dort tätig ist.
- Die Entgeltfortzahlung wird eingestellt. Evtl. gezahltes Einkommen wird zurückgefordert.
- Mein weiteres Vorgehen (Abmahnung oder Kündigung) hängt vom Gespräch mit dem Mitarbeiter und der Personalpolitik des Unternehmens in solchen Fällen ab.

### Mittelmäßige Antwort (4 – 6 Punkte)

- Ich halte an, identifiziere den Mitarbeiter und stelle ihn kurz zur Rede.
- Die Entgeltfortzahlung wird eingestellt. Evtl. gezahltes Einkommen wird zurückgefordert.
- Nach meiner Rückkehr kündige ich dem Mitarbeiter außerordentlich und hilfsweise ordentlich.

### Wenig akzeptable Antwort (1 – 3 Punkte)

- Ich fahre weiter, ohne anzuhalten.
- Nach meiner Rückkehr vom Termin veranlasse ich eine medizinische Untersuchung.
- Mein weiteres Vorgehen mache ich vom Ergebnis der Untersuchung abhängig.

### Entwicklung und Durchführung

**Erfolgskritische Situationen:** Die Entwicklung [1] beginnt mit der Sammlung und Formulierung von Situationen, die am Arbeitsplatz auftreten oder auftreten könnten. Diese Minifallstudien müssen für externe Bewerber verständlich sein. Sie dürfen aber nicht so vage sein, dass sie vielfältige Lösungsmöglichkeiten eröffnen. Die Fragen dürfen keinen Hinweis auf eine präferierte Antwort enthalten. Dies wird oft dadurch erreicht, dass nach zukünftigem Handeln in einem Dilemma gefragt wird. Es wird also zum Beispiel gefragt, wie der Bewerber bei seinen Kollegen für eine effizientere Arbeitsorganisation werben würde, wenn dies mit der Einsparung eines Arbeitsplatzes verbunden wäre.

**Ankerantworten:** Zu einem hoch validen SI gehört unverzichtbar, dass für jede Frage mögliche Verhaltensantworten ermittelt und bewertet werden. Ohne Ankerantworten erreichen SI keine besseren Ergebnisse als Interviews mit konventionellen Bewertungsskalen. Die Dekomposition der Gesamtbeurteilung in eine Serie einfacherer Einzelurteile erleichtert die Beurteilung und erhöht die Beurteilerübereinstimmung. Die möglichen Antworten sind in eine Rangskala zu bringen. Zum Beispiel: schlechte Antwort = 1 bis 3 Punkte, mittelmäßige Antwort = 4 bis 6 Punkte und gute oder sehr gute Antwort = 7 bis 9 Punkte. So können die Antworten bepunktet und durch Addition eine Gesamtbewertung vorgenommen werden. Bei einem Jury-Interview kann das gemeinsame Ergebnis nach einer Konsensdiskussion durch Summierung oder Mittelwertbildung festgestellt werden.

**Implementierung:** Die gemeinsame Entwicklung des SI durch Linienmanagement und Personalmanagement ist ein wichtiger Beitrag für seine Akzeptanz und Implementierbarkeit, denn auch im Personalmanagement setzen sich Innovation nicht ohne Widerstände durch. Vor dem Einsatz kann das entwickelte SI vielleicht noch intern getestet werden. Die Anwender sind zu unterweisen, wie das SI durchgeführt wird. Ohne eine entsprechende Schulung werden strukturierte Interviewformen oft nur als unverbindliche Hilfe angesehen und abgewandelt.

### **Vorteile und Stärken**

**Voraussetzungen:** Das SI erfordert kein hoch spezialisiertes Methodenwissen. Es kann in jedem Unternehmen entwickelt werden. Die Durchführung ist einfach. Man kann vermuten, dass es in der Praxis immer schon zufällige Situationsfragen gab. Das Innovative des SI besteht in der systematischen Vorbereitung von Situationsfragen und in der Entwicklung von verhaltensbezogenen Ankerantworten zur Bewertung der Bewerberantworten. Das SI kann auch erfolgreich von Interviewern genutzt werden, die die Zielstelle weniger gut kennen (Personalmitarbeiter) oder die nicht in der Personalauswahl geschult wurden (Fachvorgesetzte). Dies soll kein Argument gegen den Einsatz von Fachleuten und gegen Interviewertrainings sein. Das SI erscheint aber als ein Ansatz zur Validitätserhöhung praktischer Auswahlgespräche auch bei nicht idealen Interviewern [2].

**Anforderungsbezug:** SI sind maßgeschneiderte Instrumente (purpose built instruments for a single job). In der Praxis gibt es oft Mischfunktionen mit vielseitigen Anforderungen. Diese können durch ein umfassendes SI gut geprüft werden. Ein versierter und stressstabiler Bewerber wiederum erhält die Chance, seine Berufserfahrung zu demonstrieren und sich so zu profilieren (opportunity to perform). Irrelevante Informationen, Jobstereotype und Bewerberstereotype verlieren an Gewicht [3].

**Reliabilität:** Mit Hilfe des SI können akkurate und differenzierte Bewertungen der Bewerber erreicht werden. Dies kann mit der Aufteilung der Gesamtbewertung in schrittweise Bewertungen einzelner Antworten, mit dem Vorliegen der Bewertungshilfen in Form der Ankerantworten und mit der entlastenden

Wirkung der Ankerantworten, die mehr Zeit zum Zuhören und Interpretieren der Antworten lassen, erklärt werden [4]. Auch erhöht das SI die Beurteilerübereinstimmung. Die Forschung lieferte Werte für die Interrater-Reliabilität von bis zu  $r = .90$  [5]. Eine Metaanalyse auf der Basis von 15 Studien ergab für SI mit Ankerantworten eine korrigierte Interrater-Reliabilität von  $r = .79$  [6].

**Validität:** In einzelnen Studien erreichte das SI ähnlich hohe Validitätskoeffizienten wie das Assessment-Center. Metaanalysen lieferten korrigierte durchschnittliche Validitäten von bis zu  $r = .50$  [7].

**Externe Validität bzw. Generalisierbarkeit:** Für das SI liegen Metaanalysen vor, die eine Vielzahl von Tätigkeiten vom angehenden Arbeiter bis zu Fakultätsmitgliedern, beide Geschlechter, verschiedene Ethnien und Nationalitäten erfassen. Als Bewährungskriterien dienten Vorgesetztenbeurteilungen, Peerbeurteilungen, Verkaufszahlen und Hochschulnoten. Man kann daher das SI als ein im westlichen Kulturkreis valides Auswahlinstrument ansehen [8].

**Mentale Arbeitsprobe:** Ein gutes Auswahlinstrument sind Arbeitsproben. Ein Grund für die hohen Validitätswerte des SI mag sein, dass bei ihm das Auswahlkriterium (gedankliches Arbeitsverhalten) dem späteren Bewährungskriterium (reales Arbeitsverhalten) nahekommt. Das SI ist eine mentale Arbeitsprobe, mit der die Berufserfahrung geprüft wird.

**Prüfung kognitiver Fähigkeiten:** Die Ergebnisse von hoch strukturierten SI korrelieren relativ hoch mit den Ergebnissen von kognitiven Fähigkeitstest [9]. Situative Interviews erfordern von den Bewerbern ein Eindringen in hypothetische und neuartige Situationen und ein rasches Erkennen von Lösungsansätzen. Das SI ist also ein Instrument zur Einschätzung von kognitiven Fähigkeiten (Analyse, Alternativengenerierung, Entscheiden) bzw. von praktischer Intelligenz und von sozialer Intelligenz.

**Kooperations- und Teamfähigkeit:** Viele Aufgaben können nur im Team gelöst werden. Durch Fragen zu Kooperations-situationen können engagierte Bewerber mit organizational citizenship behavior identifiziert werden [10].

**Dynamische Stellen und Arbeitsrollen:** Viele Stellen ändern sich kontinuierlich und erfordern daher ein „Selecting for Change“. Das SI konfrontiert Bewerber teilweise mit subjektiv neuartigen Situationen. Es kann Flexibilität, innovatives Verhalten und Kreativität prüfen [11].

**Schutz gegen Ingroup-Favorisierung:** Ein Experiment mit frankophonen kanadischen Mittelmanagern ergab, dass diese bei der Auswahl einer Sekretärin beim konventionell strukturierten Interview eine Französisch sprechende Bewerberin bei gleicher Eignung signifikant höher bewerteten als eine Englisch sprechende Bewerberin. Wurde das Interview als SI geführt, so trat diese Favorisierung der eigenen Gruppe (Frankokanadier) nicht auf. Die Autoren erklären dieses Ergebnis mit den konkreten verhaltensbezogenen Fragen des SI [12].

**Augenscheinmächtigkeit und Akzeptanz:** Das SI hat für die Bewerber einen offensichtlichen Arbeitsplatzbezug und damit Augenscheinmächtigkeit [13]. Diese Transparenz macht das SI zu einem als fair akzeptierten Auswahlinstrument. Bei Bewerbern, die überwiegend wenig akzeptable Antworten geben, kann die rück-sichtsvolle Information über die jeweils besten Antworten dazu beitragen, dass sie ihre geringe Eignung selbst erkennen.

**Zeitgewinn durch Zwischenbilanz:** Wird eine größere Zahl situativer Fragen gestellt, so kann man nach der Hälfte der Fragen den Punktestand ermitteln. Erscheint danach eine Fortsetzung des Gesprächs nicht sinnvoll, kann unauffällig sein Ende herbeigeführt werden.

**Tätigkeitsvorschau:** Die Fragen des SI informieren Bewerber über den Arbeitsplatz und tragen durch diesen Kolateralnutzen zu einer realistischen Vorschau bei.

Voraussetzung ist allerdings, dass die Situationen die Stelle repräsentativ abbilden. Dies kann die Qualität der Selbstselektion erhöhen und zu einer realistischen Erwartungshaltung bei eingestellten Bewerbern führen.

**Schutz gegen Eindrucksmanagement:** Auch beim SI ist Impression-Management möglich, etwa in Form sozial erwünschter Antworten. Allerdings wird im SI nach Problemlösungen in schwierigen Situationen gefragt, und eine gute

Lösung setzt oft eine einschlägige Erfahrung voraus. Als Schutz gegen täuschende Antworten kann die zusätzliche Frage nach der schlechtesten Handlungsalternative („Was würden Sie auf keinen Fall tun?“, „Was hielten Sie in dieser Situation für einen großen Fehler?“) dienen. Weiterhin sind die Antworten auf die Situationsfragen spontan zu geben und sind seitens der Bewerber weniger gut vorzubereiten als die Standardantworten auf traditionelle Fragen in freien Interviews.

**Inhaltliche Offenheit:** Das SI kann auch nahezu beliebig weiterentwickelt werden. So können auch Fragen zu den Fachkenntnissen (z.B. zum Vorgehen bei Reparaturen) oder Fragen, welche die Bereitschaft zu Reisen, Überstunden und anderen Arbeitsbedingungen klären, in den Fragenkatalog eingebaut werden.

**Trainingsbedarf:** Ideale Bewerber, die alle Fragen optimal beantworten, sind selten. Oft lassen die Antworten auch Schwachpunkte erkennen. Diese können nach einer Einstellung gezielt behoben werden.

### **Probleme und Grenzen**

**Aufwand:** Die Entwicklung des SI ist arbeits- und kostenintensiv. Sie kommt insbesondere für Parallelstellen, für Stellen mit hoher Fluktuationsfrequenz und für die Besetzung bedeutsamer Positionen in Frage. Manche Situationsfragen können mit kleinen Änderungen bei der Auswahl für andere Stellen eingesetzt werden. Der Aufwand für Entwicklung und Durchführung eines SI ist bei vergleichbaren Validitätswerten aber sehr viel geringer als der entsprechende Aufwand für ein maßgeschneidertes Assessment-Center.

**Als-ob-Situation:** SI sind Low-Fidelity-Simulationen, da die Bewerber ihre Aktionen nur beschreiben. Andererseits: High levels of realism are often prohibitively expensive. Viele Situationen können bei der Personalauswahl nicht real geschaffen oder per Arbeitsprobe simuliert werden. Ein Musiker kann vorspielen, ein Manager kann aber nicht „vor-managen“. Wichtig ist, dass die Antworten das spätere reale Handeln ausreichend widerspiegeln, was der Fall ist [14].

**Motivationsproblem:** Arbeitserfolge resultieren aus Motivation und Fähigkeiten. Im Interview werden sich alle Bewerber

als hochmotiviert präsentieren. Insofern kann das SI eher Fähigkeits- und Erfahrungsunterschiede, weniger aber Motivationsunterschiede messen.

**Repräsentativität:** Soll das SI das zentrale Instrument der Endauswahl sein, so müssen die Situationen die Anforderungen repräsentativ abbilden, da andernfalls die Gefahr der Übergeneralisierung bestünde. Aus der Beantwortung weniger Fragen kann nicht auf die gute Erledigung aller Aufgaben einer Stelle geschlossen werden [15]. Auch ist darauf zu achten, dass Alltagsfälle und nicht exotische Sonderfälle präsentiert werden.

**Konzentration:** Die Bewertung jeder einzelnen Antwort erfordert Konzentration. Diese Belastung muss akzeptiert werden, soll die hohe Validität des SI erhalten bleiben. Die Praxis zeigt jedoch, dass die Antworten der Bewerber differieren, sodass die Durchführung abwechslungsreich sein kann.

**Organisationsspezifische Antwortbewertung:** Die Ankerantworten können die Kultur und die Werte der suchenden Organisation reflektieren. Daraus folgt, dass eine akzeptable Antwort in einer Organisation eine inakzeptable Antwort in einer anderen Organisation sein kann.

**Promotoren des SI** sehen darin einen Vorteil, weil es so möglich sei, die Wertekongruenz als Teil der Passung zur Organisation zu prüfen [16]. Der Verfasser sieht diesen Punkt anders. In den Fragen des SI geht es nicht um grundlegende Überzeugungen, sondern um praktisches Handeln in Alltagssituationen. Wie kulant zum Beispiel ein Mitarbeiter bei Reklamationen handelt, hängt oft von den Umständen ab, an die sich Bewerber anpassen. Insofern kann eine betont organisationsspezifische Antwortbewertung eine Quelle für Fehlentscheidungen sein.

**Antwortbewertung:** Eine Schwierigkeit besteht in der Zuordnung der Antworten, da die Bewerber nicht wörtlich eine der Ankerantworten geben werden. Die Forschung hat jedoch gezeigt, dass die erhobenen Situationen und die dazugehörigen Handlungsalternativen das Spektrum der Bewerberantworten genügend widerspiegeln [17]. Ein weiteres Problem kann sein, dass die Einstufung der Bewerberantworten durch Sympa-

thie und andere Umstände beeinflusst wird. Man darf aber vermuten, dass aufgrund der Strukturierung diese Einflüsse sowie Vorurteileinflüsse beim SI geringer als beim freien Interview sind. Immerhin spricht dieses Problem dafür, zwei oder mehr Beurteiler einzusetzen.

**Antwortqualität:** Die Antworten der Bewerber können von unterschiedlicher Qualität sein. Während ein Bewerber eine ausgefeilte Lösung vorträgt, gibt ein anderer Bewerber nur eine knappe Antwort, die tendenziell der besten Antwort entspricht. Beide Bewerber erhalten für ihre Antwort die gleiche Punktzahl. Dieses Problem ist aber lösbar, indem den Antworten Punktbereiche zugeordnet werden, sodass die Beurteiler differenzieren können.

**Komplexität:** Vielleicht muss sich das SI auf überschaubare Probleme beschränken. Bei komplexen Problemen, in denen es um absatzpolitische, organisatorische oder um rechtliche Fragen geht, können sehr unterschiedliche Lösungen gut bzw. schlecht sein. Zwei Studien kommen allerdings zu dem Ergebnis, dass auch für komplexe Probleme zweckmäßige situative Fragen mit Ankerantworten entwickelt werden können [18]. Zu ergänzen ist aber, dass komplexe Fragen auch komplexe Ankerantworten mit Verzweigungen und Handlungsalternativen erfordern, was wiederum die Bewertung erschwert.

**Punktgewicht:** Enthält ein SI einfache und komplexe Fragen, so werden auch die Ankerantworten einfach und komplex sein. Es erscheint unzweckmäßig, in beiden Fällen die perfekte Antwort mit der gleichen Punktzahl zu honorieren. Daraus folgt, dass Fragen unterschiedliche Gesamtpunktzahlen zugeordnet werden müssen. Ein anderer Weg kann darin bestehen, komplexe Fragen in gleichwertige Teilfragen zu zerlegen.

**Eloquenz:** Da nur über die Fälle gesprochen wird, haben eloquente Bewerber einen Vorteil. Bei Kommunikationsberufen ist dies allerdings kein Nachteil. Außerdem steht wegen der Bewertung mit den Ankerantworten doch mehr der Inhalt der Antworten im Vordergrund. So zeigte sich, dass beim SI ein Bewerber, der unüberlegt losschwadroniert, weniger Chancen hat [19].

Abkehr vom Dialog: Das SI kann die Atmosphäre eines mündlichen Exams entstehen lassen. Hier ist allerdings festzuhalten, dass das Vorstellungsgespräch nun einmal ein Auswahlinstrument ist. Doch muss dies nicht zwangsläufig zu einer steifen Atmosphäre führen. So können die situativen Fragen herausfordernder und professioneller wirken als Zufallsfragen. Es wäre in Fortsetzung dieses Gedankens wünschenswert, wenn sich aus den einzelnen Fragen und Antworten heraus ein Gedankenaustausch entwickelte.

Diskriminierung: Im Einzelfall ist zu prüfen, ob die Situationen und die Ankerantworten zu Diskriminierungen bestimmter Bewerbergruppen führen können. Fragen nach Situationen, die physische Aktivitäten erfordern, beeinträchtigen möglicherweise behinderte Bewerber. Die nachweisbare inhaltliche Validität eines SI kann aber helfen, das Auswahlverfahren gegen Kritik und Klagen wegen unfairer Diskriminierung zu verteidigen [20]. Dies gelang erfolgreich einem Police Department, in dessen Interviews 43 % der weiblichen Bewerber, aber nur 15 % der männlichen Bewerber erfolglos waren [21].

Weiterentwicklung: Einen Schritt weiter als SI gehen in der Strukturierung situative Fragebogen oder Videosituationen (situational judgment test), bei denen die Bewerber situative Fragen lesen oder im Film Situationen sehen und dann aus mehreren vorgegebenen Antworten nach dem Multiple-choice-Verfahren die am meisten bevorzugte (effektive) und manchmal auch die am wenigsten bevorzugte (ineffektive) Alternative auswählen müssen [22].

### Fazit

Das Interview ist in der Praxis das mit Abstand dominierende Instrument der Endauswahl. Daher liegt es nahe, zur Verbesserung der Auswahlqualität bei ihm anzusetzen. Seine Validität kann durch Strukturierung auf das Niveau hoch entwickelter Verfahren wie dem Assessment-Center gehoben werden. Eine Befragung von 125 größeren deutschen Unternehmen im Jahr 2003 zeigte eine Tendenz zur vermehrten Strukturierung von Interviews [23]. Einen Ansatz hierzu bietet das situative Interview. Es ist leistungsfähig und praktikabel zugleich, was seiner Verbreitung förderlich sein kann.

<b>Situative Frage: Weiterbildung Assistenten / Assistentin</b>
<p>Sie sind Assistentin oder Assistent des Personalleiters. Dieser hat Ihnen bei Ihrer Einstellung versichert, auch er sei an der Personalentwicklung und der Weiterbildung der Mitarbeiter sehr interessiert und er werde Sie da in jeder Hinsicht unterstützen. Sie waren auch bereits dreimal zu interessanten externen Seminaren angemeldet, mussten aber jedes Mal kurzfristig aus wichtigen betrieblichen Gründen zurücktreten. Gerade hat der Personalleiter erneut angeordnet, dass Sie die Teilnahme an einem übermorgen beginnenden zweitägigen Seminar zum Betriebsverfassungsgesetz absagen, da nach einer überraschenden Entscheidung der Geschäftsleitung schon übermorgen Verhandlungen mit dem Betriebsrat über einen Interessenausgleich und einen Sozialplan beginnen sollen. Es sei vorgesehen, dass Sie daran als Protokollführer(in) teilnehmen. Was würden Sie tun?</p>
<b>Gute Antwort (5 – 6 Punkte)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Die Teilnahme an diesen Verhandlungen ist eine wichtige Berufserfahrung, die mir betriebsverfassungsrechtliches Wissen praktisch vermittelt. Daher bin ich sogar selbst bereit, dafür erneut die Seminarteilnahme zu verschieben.</li> <li>– In einem Gespräch mit dem Personalleiter mache ich jedoch auf die viermalige Abmeldung aufmerksam und bitte um Bestätigung, dass auch der Personalleiter weiterhin daran interessiert ist, dass ich einschlägige Weiterbildungsveranstaltungen besuche.</li> <li>– Außerdem dringe ich auf eine rasche Klärung, dass ich wirklich als Protokollführerin an den Verhandlungen teilnehmen kann. Andernfalls würde ich mit Einverständnis des Personalleiters doch noch eine kurzfristige Seminarteilnahme ermöglichen wollen.</li> </ul>
<b>Mittelmäßige Antwort (3 – 4 Punkte)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Letztlich kann ich nicht gegen den ausdrücklichen Willen meines Vorgesetzten das Seminar zur Betriebsverfassung besuchen.</li> <li>– In einem Gespräch mit dem Personalleiter werde ich aber unter Hinweis auf die früheren drei Absagen nachdrücklich darauf dringen, diesmal doch das Seminar besuchen zu können. Das ist jetzt eine Grundsatzfrage.</li> <li>– Man kann im Beruf nicht immer nur nachgeben. Es wirkt auch positiv, wenn man in vernünftiger Weise für die eigenen Interessen einsetzt.</li> </ul>
<b>Unterdurchschnittliche Antwort (1 – 2 Punkte)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ich sage die Teilnahme ab, da ich mich nicht mit dem Personalleiter oder der Geschäftsleitung anlegen kann.</li> <li>– Sollte beim nächsten geplanten Seminarbesuch wieder eine Absage erforderlich werden, werde ich das Unternehmen verlassen.</li> </ul>

C:\Personalauswahl\Auswahl200a

<b>Situatives Interview: Key-Account-Manager</b>
<p>You are new in the job. In preparation for a meeting with the purchasing executive of an important client you find an information that the executive has apparently received "other consideration" in the past. These considerations involve travelling to destinations throughout Europe for the purchasing executive at your company's cost. You know that these considerations no longer accord with company policy, if they ever did. How do you let the executive know that he will no longer be receiving these benefits?</p>
<b>excellent answer (5 – 6 scores)</b>
<p>In a face-to-face meeting, I reassure the executive that he is highly valued by the company and me. I explain the corporate rules under which I must do business in the future. I ask for the executive's cooperation and understanding in finding contract terms that are mutually acceptable.</p>
<b>marginal answer (3 – 4 scores)</b>
<p>I write a letter at the executive's home address explaining that the travel benefits will be discontinued, with a copy of the pertinent company policies attached.</p>
<b>poor answer (1 – 2 scores)</b>
<p>I attempt to "finesse" the matter gracefully by placing the expenses under a different budget category where they will be less obvious.</p>
<p>Beispiel mit kleinen Abänderungen übernommen aus DIPBOYE, R.L., WOOTEN, K.C. &amp; HALVERSON, S.K. (2004): Behavioral and Situational Interviews. In: Thomas, J.C., Hersen, M. (Eds.): Comprehensive Handbook of Psychological Assessment. (Vol. 4). New York. S. 297 – 316, hier S. 302</p>

Personalauswahl/Auswahl275

## Referenzen

- [1] Vgl. Maurer, S.D./Sue-Chan, C./Latham: The Situational Interview. In: Eder, R.W./Harris, M.M.: The Employment Interview Handbook. Thousand Oaks 1999. S. 159 – 177; Latham, G.P./Saari, L.M./Pursell, E.D./Campion, M.A.: The Situational Interview. In: Journal of Applied Psychology. 1980. Vol. 65. No.4. S. 422 – 427; Weuster, A.: Personalauswahl. Wiesbaden 2004, S. 221 ff.
- [2] Vgl. Maurer, S.D.: A practitioner-based analysis of interviewer job expertise and scale format as contextual factors in situational interviews. In: Personnel Psychology 2002, Vol. 55. H. 2. S. 307 ff.; Campion, M.A./Palmer, D.K./Campion, J.E.: A review of structure in the selection interview. In: Personnel Psychology. 1997. Vol. 50. S. 687
- [3] Vgl. Lin, T.R./Dobbins, G.H./Farh, J.-L.: A Field Study of Race and Age Similarity Effects on Interview Ratings in Conventional and Situational Interviews. In: Journal of Applied Psychology. 1992. Vol. 77. H. 3. S. 366 ff.
- [4] Vgl. Maurer, S.D./Lee, T.W.: Accuracy of the situational interview in rating multiple job candidates. In: Journal of Business and Psychology. 2000: Vol. 15. H. 1. S. 77 f.
- [5] Vgl. Maurer et al. 1999, a.a.O. S. 165 f.; Latham, G.P.: The reliability, validity, and practicality of the situational interview. In: Eder, R.W./Ferris, G.R. (Eds.): The Employment Interview. 1989. Sage Publications. S. 173 f.
- [6] Vgl. Taylor, P.J./Small, B.: Asking applicants what they would do versus what they did do: A meta-analytic comparison of situational and past behaviour employment interview questions. In: Journal of Occupational and Organizational Psychology. 2002. Vol. 75. S. 286
- [7] Vgl. Taylor/Small 2002. a.a.O. S. 285 f.; McDaniel, M.A./WHETZEL, D.L./SCHMIDT, F.L./MAURER, S.D.: The Validity of Employment Interviews: A Comprehensive Review and Meta-Analysis. In: Journal of Applied Psychology. 1994. Vol. 79. No. 4, S. 606
- [8] Vgl. Latham, G.P./Sue-Chan, C.: A Meta-Analysis of the Situational Interview: An Enumerative Review of Reasons for its Validity. In: Canadian Psychology. 1999. Vol. 40. H. 1. S. 59 f.
- [9] Vgl. Huffcutt, A.I./Roth, Ph.L./McDaniel, M.A.: A Meta-Analytic Investigation of Cognitive Ability in Employment Interview Evaluations: Moderating Characteristics and Implications for Incremental Validity. In: Journal of Applied Psychology. 1996. Vol. 81. No. 5. S. 466 f.
- [10] Vgl. Latham, G.P./Skarlicki, D.P.: Criterion-Related Validity of the Situational and Patterned Behavior Description Interviews with Organisational Citizenship Behavior. In: Human Performance. 1995. Vol. 8. No. 2. S. 67 und 73 ff.
- [11] Vgl. Herriot, P./Anderson, N.: Selecting for Change In: Anderson, N., Herriot, P. (eds.): International Handbook of Selection and Assessment. Chichester 1997. S. 8 f. und 24 ff.
- [12] Vgl. Latham, G.P./Skarlicki, D.: The Effectiveness of the Situational, Patterned Behavior and Conventional Structured Interviews in Minimising In-group favouritism of Canadian Francophone managers. In: Applied Psychology: An international review. 1996. Vol. 45. No. 2. S. 179 ff.
- [13] Vgl. Conway, J.M./Peneno, G.M.: Comparing structured interview question types: construct validity and applicant reactions. In: Journal of Business and Psychology. 1999. Vol. 13. No. 4. S. 497
- [14] Vgl. Latham, G.P./Saari, L.M.: Do People Do What They Say? Further Studies on the Situational Interview. In: Journal of Applied Psychology. 1984. Vol. 69. No. 4. S. 569 ff.
- [15] Vgl. Delery, J.E./Wright, P.M./McArthur, K./Anderson, D.C.: Cognitive Ability Tests and the Situational Interview: A test of Incremental Validity. In: International Journal of Selection and Assessment. 1994. Vol. 2. H. 1. S. 55
- [16] Vgl. Maurer et al. 1999, a.a.O. S. 160; Latham/Sue-Chan 1999, a.a.O. S. 60
- [17] Vgl. Maurer/Lee 2000, a.a.O. S. 83 f. und 94 ff. (Beispiele)
- [18] Vgl. Huffcutt, A.I./WEEKLEY, J.A./WIESNER, W.H./DEGROOT, T.G./JONES, C.: Comparison of situational and behavior description interview questions for higher-level positions. In: Personnel Psychology. 2001. Vol. 54. H. 3. S. 622, 628 f., 635 und 640
- [19] Vgl. Ramsay, S./Gallois, C./Callan, V.J.: Social rules and attributions in the personnel selection interview. In: Journal of Occupational and Organisational Psychology. 1997. Vol. 70. S. 201
- [20] Vgl. Maurer et al. 1999, a.a.O. S. 166 ff.
- [21] Vgl. Latham, G.P.: The reliability, validity, and practicality of the situational interview. In: Eder, R.W. & Ferris, G.R. (Eds.): The Employment Interview. Sage Publications. 1989. S. 176
- [22] Vgl. Weekley, J.A./Ployhart, R.E. (2006): Situational Judgment Test. Theory, Measurement, and Application. Mahwah, NJ, London 2006
- [23] Vgl. Schuler, H./Hell, B./Trapmann, S./Schaar, H./Boramir, I.: Die Nutzung psychologischer Verfahren der externen Personalauswahl in deutschen Unternehmen. In: Zeitschrift für Personalpsychologie. 2007. 6.Jg. H. 2, S. 63 f.

## Tele 5, Eye-Tracking Research Project

**Prof. Dr. rer. pol. Ute Rohbock**  
Fakultät Medien und  
Informationswesen (M+I)

Badstraße 24,  
77652 Offenburg  
Tel.: 0781 205-135  
E-Mail: ute.rohbock@fh-offenburg.de

**1961:** Geboren in Stuttgart  
Studium der Gesellschafts- und Wirtschaftskommunikation  
an der Universität der Künste, Berlin, mehrjährig tätig  
im internationalen und nationalen Kommunikations- und Medien-  
management, Lehre an verschiedenen Universitäten und  
Fachhochschulen und Gastdozentur an der Beuth Hochschule für  
Technik Berlin, Promotion an der Universität Hamburg über  
Marketingmanagement kleiner und mittlerer Werbeagenturen,  
selbstständig im Bereich Marketing- und Kommunikationsberatung  
**2006:** Professorin für Medienmarketing  
an der Hochschule Offenburg  
**2007:** Leiterin des Eye-Tracking-Labors  
an der Hochschule Offenburg



**Forschungsgebiete:** Marketingmanagement in Medienunternehmen (insbesondere  
Kommunikations- und Werbeagenturen), Werbewirkungsforschung, Hochschulmarketing

### 5.2 Tele 5, Eye-Tracking Research Project

*Prof. Dr. rer. pol. Ute Rohbock*  
*Prof. Dr. rer. oec. Sighard Roloff*

#### Zusammenfassung

Im Rahmen eines Forschungsauftrages des Spielfilmsenders Tele 5, München, wurden im Labor Medienmanagement der Fakultät Medien und Informationswesen unter der Leitung von Prof. Dr. Ute Rohbock und Prof. Dr. Sighard Roloff sowie der Mitarbeit eines Projektteams, bestehend aus Diplom- und Bachelor studierenden Kommunikationsansätze von Tele 5 analysiert. Diese zweistufige explorative Studie setzte sich aus einer Eyetracking-Untersuchung und einer qualitativen Befragung (Leitfaden-

interviews) zusammen. Der Spielfilm-sender Tele 5 wurde durch Kai Wißmann (Leiter OnAir Kommunikation) vertreten. Das Eyetracking-System erlaubt es, die Augenbewegungen sowie die Zeitdauer, mit der ein/e Proband/in einen auf dem Bildschirm vorgegebenen Bereich fixiert, zu erfassen.

#### Abstract

Within a research project of Tele 5 film sender channel, Munich, in media management laboratory of media and information technology department, under the supervision of Ms. Prof. Dr. Ute Rohbock and Mr. Prof. Dr. Sighard Roloff and with the cooperation of project team graduating students, the accessory communications methods of Tele 5 is analyzed. This eye-tracking study has been done in two phases: an eye-tracking test

and qualitative interviews (guided interviews). The Tele 5 film sender channel was represented by Mr. Kai Wißmann. The eyetracking-system allows to track the eye movement and to measure how long a user fixates an area on the screen.

#### Analysis and results

The analysis was based on five different types of flash banner (Captions), shown in Figure 5.2-1, which were also using in an actual TV program in Tele 5. The Captions were different in arrangement of information (scrolling text, flash and fade-off), color and theme.

10 persons were for every caption tested and afterwards interviewed. To make groups from the test persons the age structure was a substantial feature. According to the requirements every group was made of 6 persons between 18 and 29 and 4 persons over 30 years old. The genders were also in every subgroup equally divided.

The analysis was done based on the eye-tracking video containing fixation times of separate blocks, called Area's of interest (AOI). AOIs were defined over some parts of information design, fee part and ordering number part of the banner. Besides the fixations time, the number of fixations in the mentioned block were also reported. By analysis the content of the interview were the ideas of every group also summarized and interpreted. Using the statistical analysis program, SPSS, made it possible to use additional parameter to guaranty the comparability of the five different captions. It was insured at least that all groups have the same structure and



Fig. 5.2-1: Five types of flash banner of Tele 5

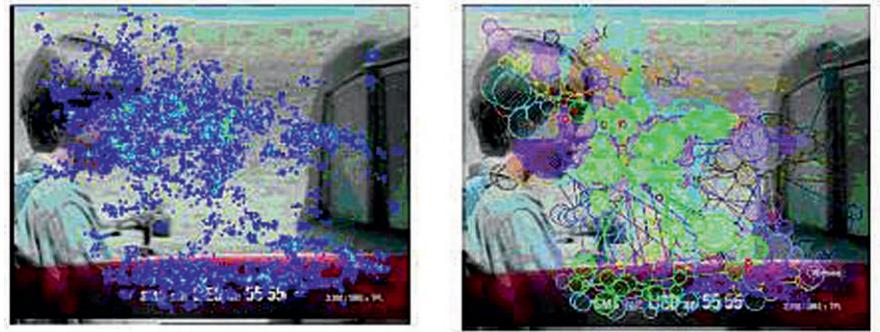
therefore their results are comparable with each other, see Figure 5.2-2.

As the result of this eye-tracking analysis using BeGaze it was concluded that the short flash banners strongly attract attention or are completely ignored.

After analysis the data from the eye-tracking test and the guided interview some useful suggestions for Tele 5 were given. The research results were presented in presence of some the business managers of Tele 5 in Munich and also the next research projects were discussed.

### References

- [1] Eye-Tracking Manual (2005); University of Applied Sciences Offen- burg, Eye-Tracking Manual, 2007
- [2] Waßmer et al. (2008); University of Applied Sciences Offen- burg, Docu- mentation of project work, 2008
- [3] Duchowski (2007); Duchowski, A.T.: Eye tracking methodology: the- ory and practice, 2. ed., London 2007
- [4] Wilsberg (2005); Wilsberg, K.: Eye- tracking, Vögele Institut 2005



*Fig. 5.2-2: BeGaze analysis results*

## Medienwirtschaft: Bedeutung einer Disziplin angesichts der weltweiten Finanzkrise

**Prof. Dr. Thomas Breyer-Mayländer**  
Dekan Fakultät Medien  
und Informationswesen (M+I)

Badstraße 24  
77652 Offenburg  
Tel. 0781 205-134  
E-Mail: breyer-maylaender@  
fh-offenburg.de

**1971:** Geboren in Stuttgart  
Studium Verlagswirtschaft und Verlagsherstellung an der Hochschule für Druck und Medien, Stuttgart: Dipl.-Wirt.-Ing. (FH), Aufbaustudium Informationswissenschaft an der Universität Konstanz: Dipl.-Inf. Wiss., Promotion bei Prof. Dr. Jürgen Heinrich im Bereich Medienökonomie des Instituts für Journalistik der Universität Dortmund (Dr. phil.), Berater beim Aufbau eines Online-Dienstes im Auftrag eines großen deutschen Zeitschriftenverlags, Referent beim Bundesverband Deutscher Zeitungsverleger (BDZV), Bonn, zunächst zuständig für die Bereiche Betriebswirtschaft/Vertrieb, anschließend Referent für Multimedia, in dieser Zeit auch Geschäftsführer der Online-Media-Daten-Bank (OMDB) Betriebsgesellschaft, Geschäftsführer der Zeitungs-Marketing-Gesellschaft (ZMG), Frankfurt am Main, der zentralen Marketingorganisation der deutschen Zeitungsverlage

**2001:** Professor für Medienmanagement in der Fakultät „Medien + Informationswesen“ an der Hochschule Offenburg

**Seit 2002:** Mitglied des Instituts für Angewandte Forschung (IAF) der Hochschule Offenburg

**2002–2006:** Leiter des Studiengangs Medien und Informationswesen

**2006–2007:** Prodekan der Fakultät

**Seit 2007:** Dekan der Fakultät M+I

**Mitglied in unterschiedlichen Gremien der Wirtschaft und Wissenschaft:**

Mitglied im Aufsichtsrat eines Buchverlags, Mitglied im Kuratorium der Stiftervereinigung der deutschen Presse und Mitglied der Jury des Bayerischen Printmedien-Preises

**Forschungsgebiete:** Medienbetriebslehre, Medienmanagement, Unternehmenskommunikation, Organisationsstrukturen und Geschäftsmodelle im Mediensektor, Analyse von Off- und Online-Medien durch Blickaufzeichnung (Eyetracking)  
Zahlreiche Veröffentlichungen zum Themenbereich Medien und Management



### 5.3 Medienwirtschaft: Bedeutung einer Disziplin angesichts der weltweiten Finanzkrise

Prof. Dr. Thomas Breyer-Mayländer

#### Abstract

*Due to a severe crisis of the media and advertising industry we will soon see a restructuring of media investments and new cooperative structures in media business. This is the reason why the scientific view of media economics and media management will play a more and more important role for the analysis of this industry, where clear strategies are necessary to cope with the challenges of the structural and financial crisis.*

#### Entstehung der wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit Themen der Medienwirtschaft

In den 1980er Jahren, als sich der Rundfunk in Deutschland für private Anbieter öffnete, wuchs die Bedeutung der Medienbranche als Industriezweig. Dabei waren es nicht nur klassische Medienunternehmen aus der Verlagsbranche, die als strategische Investoren in diesem Markt Fuß fassen wollten, sondern es waren auch zahlreiche

Finanzinvestoren, die sich mit der Zielsetzung in diesen Markt begeben hatten, in eine der Schlüsselindustrien der sich abzeichnenden Medien- und Informationsgesellschaft zu investieren. Dadurch stieg das Interesse der Wissenschaft an dieser bis dahin aus wirtschaftlicher Perspektive eher weniger spektakulären Branche. Es ging zunehmend darum, die gesamtwirtschaftliche Bedeutung dieser Branche und den dazugehörigen wirtschaftlichen Abläufen zu analysieren. Damit war der Weg für gleich zwei „neue“ wissenschaftliche Disziplinen geebnet: die Medienökonomie und die Medienbetriebslehre [1].

Dabei hat die Medienökonomie der Medienbetriebslehre als der dazugehörigen speziellen Betriebswirtschaft den Weg bereitet. Jürgen Heinrich kann als einer der Begründer der Medienökonomie in Deutschland angesehen werden. Er stellte fest [2], dass die Medienökonomie untersucht:

*„wie die Güter Information, Unterhaltung und Verbreitung von Werbebotschaften in aktuell berichtenden Massenmedien produziert, verteilt und konsumiert werden.“*

#### Marktanalyse als Kerngeschäft der Medienwirtschaft

Durch die Analyse von Märkten als Teil der Medienökonomie wird für alle in diesem Markt aktiven Unternehmen der Rahmen des Handelns abgesteckt, wobei die in der obigen Definition enthaltene Konzentration auf die klassischen Massenmedien wegen der Diversifikation in den Entertainmentsektor heute nicht mehr aufrechterhalten wird. Die Medienwirtschaft untersucht heute die komplette Palette der Märkte und Entwicklungen im Medien- und Entertainmentsektor.

Die enge Kopplung zwischen Werbe- und Nutzermarkt ist dabei typisch. Diese Verbindung verstärkt jedoch wiederum die Konzentrationstendenzen im Markt, da der führende Anbieter im Markt der Mediennutzer automatisch auch im Bereich der Werbekunden dominiert [3] und daher größere finanzielle Ressourcen hat als sein Mitbewerber. Zusätzliche Netzeffekte verstärken diese Situation. Unter Netzeffekten versteht man Vorteile, die bei der Nutzung eines Produkts entstehen, wenn dieses Produkt auch von anderen genutzt wird. Deutlich zeigt sich dieses Phänomen der Medienbranche bei den sogenannten

Web 2.0-Plattformen, wo die Motivation des einzelnen Nutzers dann hoch ist, wenn viele andere diese Plattform einsetzen und daher als Nachfrager das eigene Profil abrufen und/oder als Anbieter ihre Inhalte zur Verfügung stellen. Die Wirkung der Netzeffekte zeigt sich aktuell für die klassischen Medienunternehmen in der Marktstärke von Communities wie StudiVZ oder Pure-Online-Playern wie etwa Google. Hier sind die sozialen Netzwerke den typischen redaktionellen Inhalten im Netz deutlich überlegen, da der Netzeffekt den User Generated Content als Teil der Wachstumsdynamik begünstigt.

### **Marktkonzentration steigt**

In den meisten Mediengattungen haben die Märkte in den vergangenen Jahren starke Konzentrationsprozesse durchlaufen. Dabei zeigt sich, dass alle klassischen Medienmärkte weitere Konzentrationsschritte erfahren werden [4].

Der Verlagsbranche steht im Zeitschriften- wie auch Zeitungsmarkt eine Phase der Konsolidierung bevor, in der alle Synergiepotenziale genutzt werden müssen. Die Strukturkrise, die bereits 2001 eingesetzt hatte, führte dazu, dass in vielen Segmenten große Verbünde entstanden waren. Dabei hat ein Wandel vom Einproduktunternehmen zum Medienunternehmen stattgefunden, der sich beispielsweise sehr einfach anhand der regionalen Medienhäuser erläutern lässt, die nun neben Zeitungen, Anzeigenblätter, Hörfunkbeteiligungen, Direktwerbung, Online-Plattformen und Ballungsraum-TV im Markt platzieren.

Dies ist jedoch nur ein Grund für den Bedeutungszuwachs einer produktübergreifenden Medienbetriebslehre, die das TV-Geschäft ebenso berücksichtigt wie beispielsweise die Probleme der Verlagswirtschaft. Der zweite Grund ist das Phänomen der Medienkonvergenz. Darunter versteht man das Zusammenwachsen zwischen Produkten und Märkten der Medienbranche.

So lässt sich angesichts des steigenden Anteils der TV-Nutzung über das Internet, die vor allem bei Jugendlichen schon eine signifikante Rolle spielt, und den wechselseitigen Nutzungsmöglichkeiten (TV-Konsum am PC, Internetnutzung über TV-Geräte) ein Zusammenwachsen dieser Technologien, Produkte

und Märkte ableiten. Diesen Entwicklungen – hin zu gemeinsamen Strukturen innerhalb der Medienunternehmen und -märkte – muss die dazu gehörige spezielle Betriebswirtschaft Rechnung tragen.

*Ziel der Medienbetriebslehre ist somit eine betriebswirtschaftlich fundierte Mediensystemkompetenz.*

### **Krise forciert den Wandel**

Mit Hilfe dieser Gesamtsichtweise auf die Branche lassen sich auch die wichtigsten Entwicklungen ableiten.

Die Finanz- und Wirtschaftskrise, die sich derzeit abzeichnet, hat das Potenzial, den begonnenen Wandel noch zu verstärken. Im Rahmen der Konjunkturumfragen der Wirtschaftsprüfungsgesellschaft Price Waterhouse Coopers wurde zwar im „German Entertainment and Media Outlook [5] 2007–2011“ noch ein durchschnittliches Branchenwachstum von drei Prozent angenommen. Derartige optimistische Prognosen wurden jedoch im Spätjahr 2008 deutlich nach unten korrigiert.

In den Vertriebsmärkten lässt sich der engere Spielraum der Konsumenten nicht leugnen, sodass sich im Bereich Zeitungen und Zeitschriften (Special Interest- und Publikumspresse) ein Rückgang der Vertriebslöse abzeichnet. Im Werbebusiness sind stagnierende und teilweise rückläufige Gesamtbudgets die Folge der wirtschaftlichen Krisenstimmung, sodass angesichts eines verschärften Wettbewerbs mit nicht-klassischen Werbeträgern ein härterer intermedialer Wettbewerb bleibt. Daher wird gemeinhin ein Rückgang der Umsätze und mithin ein Schrumpfen der Gewinne erwartet [6]. Die verhaltene Marktprognose für die Branche insgesamt ist jedoch nur der Rahmen für einen anstehenden Strukturwandel. Dieser lässt sich sehr gut aus den Strukturanalysen der wissenschaftlichen Medienbetriebslehre ableiten und wird durch Studien bestätigt. Den meisten Medienmanagern fällt es schwer, konkrete Ziele für das Online-Geschäft vorzugeben. Trotz dieses Mangels bei der systematischen Erfolgsmessung ist die Bereitschaft, in den Online-Bereich zu investieren, jedoch sehr hoch. Die Studie von Ernst & Young und Hubert Burda Media, bei der Entscheider der Medienbranche befragt wurden,

rundet dieses Bild ab, wobei hier noch die künftige Bedeutung von Communities betont wird [7].

### **Strategische Investoren sind auf dem Vormarsch**

Investoren reagieren heterogen auf diese Situation. Finanzinvestoren neigen bei dieser Marktlage nur dann zum Rückzug, wenn das Investment auch mittelfristig keine Erträge bringen wird. Der Großteil der Finanzinvestoren wird stattdessen lediglich Schwerpunkte im Portfolio zugunsten neuer Märkte und Technologien verändern [8]. Die mittleren und größeren Medienunternehmen sind als strategische Investoren weiterhin am Markt aktiv und sorgen damit für eine Konsolidierung und eine wirtschaftliche Nutzung der Konzentrationsvorteile im Medienmarkt.

### **Klare Strategien erleichtern das Wachstum trotz Krise**

Hier kommt es auf die Entschlossenheit der Unternehmen an. Entsprechend der Theorie des Medienmarketings und strategischen Medienmanagements haben in diesen Tagen die Unternehmungen die besten Chancen, denen es gelingt, bei ihren Investitionen und Produktneuentwicklungen Schwerpunkte zu setzen, wie dies Holtzbrinck und Hubert Burda Media durch Zukäufe im Bereich der Online-Communities demonstrieren konnten. Wie ein Medienunternehmen diesen Strukturwandel der Branche dazu benutzen kann, deutliche Markterfolge zu erzielen, zeigt das Beispiel des skandinavischen Konzerns Schibsted. Hier wurde Mitte der neunziger Jahre die Strategie festgelegt, dass alle neuen Investments des Verlagsbereichs sich auf das Internet konzentrieren und alle Inhalte künftig bei neuen Projekten kostenlos sein werden. Mit diesem radikalen Ansatz, der sich auch nicht scheut, bedeutsame bisher gut eingeführte Print-Produkte zu kannibalisieren, konnte der Konzern erstaunliche Ergebnisse erzielen. Im Jahr 2008 erreicht der Konzern im Online-Sektor eine Umsatzrendite im operativen Geschäft von rund 60 Prozent [9], und bei den wichtigsten Titeln konnte die Gesamtleserschaft, bestehend aus Print-, Online- sowie Print+Online-Lesern, von 1,4 auf 2 Mio. gesteigert werden.

## Quellen

Breyer-Mayländer, Thomas/Werner, Andreas (2003): Handbuch der Medienbetriebslehre; Oldenbourg Verlag München

Breyer-Mayländer, Thomas (2004): Einführung in das Medienmanagement; Oldenbourg Verlag München

Breyer-Mayländer, Thomas/Seeger, Christof (2006); Medienmarketing; Vahlen Verlag München

## Referenzen/References

- [1] Breyer-Mayländer, Thomas; Besondere Ansprüche: Besonderheiten der Medienökonomie und der -betriebslehre; in: ECONOMAG11/2008; Oldenbourg Wissenschaftsverlag München (<http://www.economag.de/magazin/2008/11/164+Spezielle+Ansprueche>)
- [2] Heinrich, Jürgen (1995); Medienökonomie Band 1: Mediensystem Zeitung, Zeitschrift, Anzeigenblatt; Westdeutscher Verlag, Opladen; S. 39
- [3] Breyer-Mayländer, Thomas/Seeger, Christof; Verlage vor neuen Herausforderungen: Krisenmanagement in der Pressebranche; ZV GmbH 2004; S. 19ff
- [4] Pimpl, Roland; Krise beschleunigt den Wandel; in: Horizont 45/2008; S. 4
- [5] PWC; German Media and Entertainment Outlook 2007-2011; vgl. auch KPMG; Ernst & Young
- [6] Gerth, Matthias/Trappel, Josef; Glücksritter, apokalyptische Plage oder kühle Rechner?; in: Media Perspektiven 10/2008; S. 532-543
- [7] Pusler, Michael; Medien und Marken im Web 2.0: Erlösmodelle für Medien in der digitalen Welt; eine Studie von Ernst & Young in Kooperation mit Hubert Burda Media 2008
- [8] Buchwaldt, Andreas von; Medieninvestoren schichten um; in: Horizont 45/2008; S. 4
- [9] Rohde, Michael; The importance of digitalization as a source of income; Tagungsunterlagen euroforum Tagung „Zusatzgeschäft für Verlage“; Hamburg 19. November 2008

Ziele erreichen



## Innovatives Telemarketing

Voraussetzung für erfolgreiche Kundenbeziehungen ist der Spaß und das Talent mit unterschiedlichsten Menschen in Kontakt zu treten, ihre Erwartungen und Wünsche zu erkennen und sie zu verstehen.

Die KIM GmbH macht aus Interessenten langfristige Kunden. Angefangen bei der telefonischen Verkaufsunterstützung einer Produktneueinführung bis hin zur Kundenbefragung zur Sicherung von Qualitätsstandards, bietet die KIM GmbH Unternehmen die umfassenden Dienstleistungen einer modernen Telesales Agentur.

Was wir für Sie tun können, beantworten wir Ihnen gerne:  
07423 78-325 oder  
fuersieda@kim-gmbh.de

**KIM**  
Kommunikation im Mittelpunkt  
[www.kim-gmbh.de](http://www.kim-gmbh.de)

Ein Unternehmen der:

Schwarzwälder Bote  
Mediengruppe



# Nutzen Sie unseren guten Draht zu den Unternehmen im Südwesten.



## SÜDWESTMETALL

Verband der Metall- und Elektroindustrie Baden-Württemberg e.V.

Lerchenstraße 6 · 79104 Freiburg · Tel. 07 61 / 3 86 69 - 0 · Fax 07 61 / 3 86 69 - 50  
E-Mail: [freiburg@suedwestmetall.de](mailto:freiburg@suedwestmetall.de) · [www.suedwestmetall.de](http://www.suedwestmetall.de)

# Zusammenstellung

## Veröffentlichungen

**Bau D.:** „Development of an Electro Physiological Front End with SPI-Bus Connection“, Hochschule Ulm Ausgabe: 40 ISSN 1862-7102, Multi-Chip-Projekt-Gruppe (MPC) Workshop in Konstanz Juli 2008

**Bollin E., Huber K., Scheck E., Jödicke D.:** „Ergebnisse des Langzeitmonitorings an solarthermischen Großanlagen durch die Hochschule Offenburg in Südwestdeutschland“, PtJ/BMU-Forschungsjahresbericht „Erneuerbare Energien“, 2008

**Bollin E., Huber K., Scheck E., Jödicke D.:** „Wissenschaftlich-technische Begleitung von thermischen Solargroßanlagen in Südwestdeutschland im Rahmen des Projekts Solarthermie2000plus“, Fachbeitrag für das Internetportal [www.viamedica-stiftung.de](http://www.viamedica-stiftung.de); Klinergie 2020; August 2008

**Bollin E.:** Beitrag zu BINE Infodienst Profiiinfo 03/08: „Regenerative Wärme für Wohnsiedlungen“, April 2008

**Bollin E.:** Neubearbeitung des Kapitels „Solartechnik“ im Lehrbuch „Energietechnik“ herausgegeben von Richard Zahoransky, Verlag Vieweg und Teubner Wiesbaden, 2008

**Breyer-Mayländer T.:** „Besondere Ansprüche: Besonderheiten der Medienökonomie und -betriebslehre“, *ECONOMAG*, Oldenbourg, Wissenschaftsverlag München, <http://www.economag.de/magazin/2008/11/164+Spezielle+Ansprueche>, November 2008

**Breyer-Mayländer T.:** „Die Lebenssituation der Kunden ergründen“, *Die Sparkassenzeitung* Nr. 41, S. 16, 10. Oktober 2008

**Breyer-Mayländer T.:** „Crossmedia in Redaktion und Vermarktung – Produkte und Organisation“, S. 141–149, Herausgeber BDZV, ZV Verlag Berlin 2008, Zeitungen 2008

**Bühler K., Zierep J.:** „Strömungsmechanik“, HÜTTE-Die Grundlagen der Ingenieurwissenschaften, 33. aktualisierte Auflage, Teil E Technische Mechanik, Seite E 146–216, Hrsg.: H. Czichos, M. Hennecke, Springer, Berlin 2008

**Bühler K., Zierep J.:** „Grundzüge der Strömungslehre“ – Grundlagen, Statik und Dynamik der Fluide, 7. Auflage, Teubner Wiesbaden 2008

**Bühler K., Louw J. W.:** „Visualization and Numerical Simulation of the Secondary Flow due to the Coaxial Rotation of two Spheres“, International Symposium on Flow Visualization, Ed.: J.P. Prend and Y. Bailly, CD Rom Proceedings Paper 309, Nizza, France, 2008

**Bühler K., Louw J. W.:** „Numerical Simulations of Spherical Gap Flows“, Proceedings of the European COMSOL Conference, CD Rom Proceedings, Hannover, 2008

**Christ A., Rohbock U., Feißt M., Mosslemi M., Sultana R.:** „Evaluation of Mobile Web Design Guidelines in mLearning by Using Eye Tracking“, *mLearn* 2008, Ironbridge, UK, 8.–10. Oktober 2008

**Christ A., Omari, R., Feißt M.:** „Analysis of the Important Mobile Devices Features to Improve Mobile Web Applications“, *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, <http://online-journals.org/i-jim>, Vol. 2, No. 2, 2008

**Curticaean D., Christ A., Feißt M.:** „3D Mobile Virtual Reality Simulations and Animations using Common Modern Displays“, *Frontiers in Optics* 2008, Laser Science XXIV, Plasmonics and Metamaterials/Optical Fabrication and Testing (Optical Society of America, Washington, DC) FThM12, ISBN 978-55752-861-2, 2008

**Curticaean D., Neculae A.:** „Temperature measurement using optical fiber with applications to automobiles considering a high accurate numerical solution for the conductive heat transport in a circular cylinder“, *Optical Sensors* 2008 (Proceedings – Volume Photonics Europe 2008) ISBN: 9780819472014 – doi:10 1117/12.781034, 2008

**Curticaean D., Lieber W., Bunge C.-A.:** „Tolerant launching scheme for short-reach multimode fibre connections with non-ideal offset connectors“, *Optical Sensors* 2008 (Proceedings – I Volume Photonics Europe 2008) ISBN: 9780819472014-doi:10 1117/12.781463, 2008

**Curticaean D., Neculae A., Paulescu M.:** „Modeling and numerical simulation of the transport processes inside DS-SD using a monodomain approach“, *Photonics Europe* 2008 – doi: 10.1117/12.779264, 2008

**Da Costa Fernandes J., Feldmann T., Bollin E.:** „Energie optimiertes Bauen, Teilkonzept 3: Langzeitmonitoring des Neubauvorhabens Solar Info Center Freiburg, Phase II, Monitoring/Betrieb“; Abschlussbericht TIB Hannover, November 2008

**Da Costa Fernandes J., Feldmann T., Bollin E.:** „Bürogebäude mit Zukunft – Energetische Bewertung des Solar Info Center (SIC) Freiburg“, Proceedings 3. Forum Nachhaltige Energiewirtschaft der Fachhochschulen in Baden-Württemberg, Hochschule Ulm, 9. April 2008

**Erhardt A.:** „Einführung in die Digitale Bildverarbeitung: Grundlagen, Systeme und Anwendungen“; Verlag: Vieweg + Teubner, Auflage 1, ISBN-10: 351900478X, ISBN-13: 987-3519004783, Juni 2008

**Fawaz N.:** „Enhanced Telemetry System using CP-QPSK Band-Pass Modulation Technique Suitable for Smart Pill Medical Application“, IEEE Communication Society, IFIP Wireless Days Conference, Dubai, UAE, November 2008

**Fawaz N., Jansen D.:** „A SoC Electronic Pill (ePille®) with 32bit SIRIUS Processor and Bidirectional Communication System used for Biomedical Telemetry Applications“, International Conference on Information & Communication Technologies from Theory to Applications – ICTTA'08, IEEE Communication Society, p. 63–64, April 2008

**Feldmann T.:** „Intelligente Anlagensteuerung: Wetterprognosen“, *ZENO-Zeitschrift für nachhaltiges Bauen*, Band 1/2008, Juli 2008

**Feldmann T., Da Costa Fernandes J., Bollin E.:** „Optimierung des Gebäudebetriebs durch die Auswertung von Wetterprognosen“, Proceedings 3. Forum Nachhaltige Energiewirtschaft der Fachhochschulen in Baden-Württemberg, Hochschule Ulm, 9. April 2008

**Fischer R.:** „The MBA Market in Germany“, *Asiatische Ausgabe der Newsweek*, April 2008

**Huber K., Bollin E.:** „Begleitende Forschung zum ersten Intensivmessjahr der größten solar unterstützten Klimatisierungsanlage Europas“; Fachzeitschrift Erneuerbare Energien; Dezember-Ausgabe 2008

**Huber K., Bollin E.:** „Detailmonitoring einer solarthermischen Anlage zur Unterstützung der Kälteversorgung eines Büro- und Verwaltungsgebäudes“; Proceedings 18. Symposium Thermische Solarenergie; Bad Staffelstein; 23.–25. April 2008

**Huber K., Bollin E.:** Große Solaranlagen; Buchbeitrag in Solaranlagen, Handbuch der thermischen Solarenergienutzung; Späte, Ladener; 10. Auflage Ökobuchverlag

**Jansen D., Fawaz N.:** „A new platform of an electronic pill with bidirectional communication system for miniaturized and low power biomedical application“, Hochschule Ulm, 20 Jahre Multi-Chip-Projekt-Gruppe (MPC), S. 272–276, ISBN 978-3-9810998-1-2, Workshop in Konstanz, Juli 2008

**Jansen D., Fawaz N., Durrenberger M., Bau D.:** „Elektronische Pille (ePille®)“, Horizonte, Vol. 32, S. 28–30, ISSN: 1432-9174, Mannheim, Juli 2008

**Jansen D., Fawaz N., Durrenberger M.:** „Making Embedded Systems on Silicon on Chip-Design“, Proceedings of International Conference on VLSI Design and Embedded Systems, ICVLSI Conference '08, ISBN: 81-8424-300-6, Chennai, India, February 2008

**Jansen D., Vinh Quang I.:** „A study on Java Virtual Machine for Real-time embedded systems“, IEEE International Conference on Computer science and Software Engineering (CSSE 2008) Paper accepted in 2008

**Jansen D., Vinh Quang I.:** „FHOJ: A new Benchmark Framework“, APSEC Conference (CSSE 2008), China, Paper accepted in 2008

**Junk S., Grün T.:** „Experimental and numerical investigations into the forming of tailored strips and tailored tubes“. Experimentelle und numerische Untersuchungen zur Formgebung von Tailored Strips and Tailored Tubes, SCT, 2. Inter-

national Conference on Steel in Cars and Trucks, S. 261–268, Düsseldorf: Stahl Eisen, ISBN 978-3-514-00755-0, 1.–4. Juni 2008

**Kerzenmacher S., Zehnle S., Volk T., Jansen D., von Stetten F., Zengerle R.:** „PowerMEMS contribution: An efficient low-power DC-CD converter enables operation of a cardiac pacemaker by an integrated glucose fuel cell“, Proceedings of power MEMS2008 + micro-EMS2008, Sendai, Japan, 9.–12. Dezember 2008

**Müller S.:** „Logistik und Bionik: Was logistische Systeme von der Natur lernen können“; Logistik Management Ausgabe 3 und 4, S. 66–77, März 2008

**Müller S.:** „Advanced Truck Load Film“; Hrsg: Peter Klaus, Winfried Krieger, Gabler Logistik, 4. Lexikon komplett durchgesehen und aktualisierte Auflage, Wiesbaden, S. 3–8, 2008

**Nuß U.:** „Principles of Power Electronics“, Tagungsband OTTI-Seminar Power Electronics for Photovoltaics, S. 27–56, München, 10./11. Juni 2008

**Nuß U.:** „Feedback Control Systems for Power Electronics“, Tagungsband OTTO-Seminar Power Electronics for Photovoltaics, S. 251–282, München, 10./11. Juni 2008

**Sänger V., Schmidt C., Pfannstiel J.:** „Game based learning im Bildungskontext einer Hochschule – ein Praxisbericht“, Online-Zeitschrift Medienpädagogik [www.medienpaed.com](http://www.medienpaed.com), Heft 15 – Computerspiele und Videogames in formellen und informellen Bildungskontexten, 2008

**Spangenberg B., Bleichert M. Eckhardt H.-S., Klein K.-F.:** „A simple and reliable method for quantification of glucosamine in nutritional supplements“, J. Planar Chromatogr. 21, p. 55–59, 2008

**Spangenberg B., Jaryj E., Lorenz K.:** „A simple method for the quantification of urethane in spirits“, Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies 31, p. 1969–1976, 2008

**Spangenberg B., Broszat M., Brämer R.:** „A new method for quantification of Melamine in milk by absorption Diode-Array Thin-Layer Chromatography“, J. Planar Chromatogr. 21, p. 469–470, 2008

**Schüssele L.:** „Published online“, Springer Science + Business Media, LLC, 3. Juni 2008

**Treffinger P., Häfele Ch., Weiler T., Eder A., Richter R., Mazar B.:** „Energierückgewinnung durch Wandlung von Abwärme in Nutzenergie – Schlüsselkomponente Wärmeüberträger zur Wärmeauskopplung“, VDI-Bericht 2030, Innovative Fahrzeugantriebe 2008, ISBN 978-3-18-092030-6, Dresden, 6./7. November 2008

**Volk T.:** „RFID-Frontend ISO 15693“, Hochschule Ulm, Ausgabe 39, ISSN 1862-7102, Multi-Chip-Projekt-Gruppe (MPC) Workshop in Ravensburg-Weingarten, Februar 2008

**Werner H.U.:** „Von der Soundscape-Ökologie zur Soundscape-Kompetenz“, Lugert Verlag Odelshausen, Arbeitskreis für Schulumusik, Jahrbuch 2008

**Weuster, A.:** „Personalauswahl“ – Anforderungsprofil, Bewerbersuche, Vorauswahl und Vorstellungsgespräch“; S. 475, 2. aktualisierte und überarbeitete Auflage, Wiesbaden Gabler-Verlag, 2008

**Weuster A.:** „Unternehmensorganisation. Organisationsprojekte – Aufbaustrukturen“; 2. 235, 3. aktualisierte und überarbeitete Auflage, München und Mering Hampp-Verlag, 2008

**Wilke A., Zell C., Duri T., Matern A., Hirt C., Schneider F.:** „Der Einfluss der Biomassekonzentration auf die spezifische Leistung einer mikrobiologischen Brennstoffzelle“; Chemie Ingenieur Technik; Volume 80, Issue 9, pp. 1391–1392, September 2008

**Wilke A., Zell C., Duri T., Matern A., Hirt C., Schneider F.:** Der Einfluss der Biomassekonzentration auf die spezifische Leistung einer mikrobiologischen Brennstoffzelle, Poster Net, Jahrestagung Karlsruhe, September 2008

**Wilke A., Zell C., Duri T.:** „MIBIBZELL – Entwicklung einer mikrobiellen Brennstoffzelle“; Onlinepublikation als Whitepaper; LaborPraxis – Portal für Analytik, Labor und Life Sciences, Vogel-Verlag, Würzburg, 2008

**Zahoransky R., Böhler F.:** Industrial Engines Meet Hybrid Technology, Diesel Progress Int. Edition, March-April 2008

**Zahoransky R., Böhler F., Ballmert B., Jaufmann A.:** Emission Reduction Strategies and Exhaust Gas Aftertreatment Solutions for Large Diesel Engine Applications – Individual Solutions for Different Requirements, Applications and Fuels: EGR, DPF with Regeneration, Hybrid Engine, AVL Large Engine TechDays, Tagungsband, Mai 2008

**Zowislok F.:** Operationssystem für SIRI-US Softcore Processor, Hochschule Ulm, Ausgabe 39, ISSN 1862-7102, Multi-Chip-Projekt-Gruppe (MPC), Workshop in Ravensburg-Weingarten, Februar 2008

## Vorträge

**Bender R.:** „Credit-Eckdaten der Studien- und Prüfungsordnung als Basis zur Studienberatung“; HIS, Hannover, 29. Mai 2008

**Bollin E.:** „Nachhaltige Energie – intelligent genutzt!“; Umwelt- und Energieausschuss der IHK Südlicher Oberrhein, 23. Oktober 2008

**Bollin E.:** „Kühlen mit der Sonne“; AK Umwelt der Daimler AG, Esslingen Berckheim, 13. Oktober 2008

**Bollin E.:** „Solarthermal Systems for Buildings“; Symposium Tecnologias para el Aprovechamiento de la Energia Solar, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogota, 14. August 2008

**Bollin E.:** „Sustainable Energy for Buildings“; Symposium Tecnologias para el Aprovechamiento de La Energia Solar, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, 12. August 2008

**Bollin E.:** Solar Thermal Energy Technologies; Summer School RET, Braganca, Portugal, 21.–23. Juli 2008

**Bollin E.:** „Research Group NET at FH Offenburg – Actual Project Results“; Festvortrag 10 Jahre Internationale Masterstudiengänge an der Hochschule Offenburg, 7. Juni 2008

**Bollin E.:** „Messtechnische Untersuchungen am SIC-Freiburg“; Fachvortrag Frühjahrstagung des AK Regelungstechnik, Freiburg, 25. April 2008

**Bollin E.:** „Nachhaltige Energieversorgung in Deutschland“; Rotary Club Offenburg, 21. April 2008

**Bollin E.:** „Wissenschaftlich-technische Begleitung von thermischen Solaranlagen“; 3. Forum Nachhaltige Energiewirtschaft der Fachhochschulen in Baden-Württemberg, Hochschule Ulm, 9. April 2008

**Bollin E.:** „Energieoptimierung auf Basis von Wetterprognosen am Beispiel des SIC-Freiburg“; Building Forum im Rahmen der light & building, Messe Frankfurt, 8. April 2008

**Breyer-Mayländer T.:** „Strategien für Investitionen und Kooperationen“, Euroforum-Konferenz „Zusatzgeschäfte für Verlage“, Hamburg, 19. November 2008

**Breyer-Mayländer T.:** „Community Management“, Management Circle Fachtagung „Der Community-Manager“, Düsseldorf, 4. November 2008

**Breyer-Mayländer T.:** „Standortmarketing: Grundlagen und Schritte“, Wirtschaftsförderung Stadt Gengenbach, 16. Oktober 2008

**Breyer-Mayländer T.:** „Herausforderungen für Verlage im Internet“, Forum Kundenmanagement Concept Card, Düsseldorf, 8. Oktober 2008

**Breyer-Mayländer T.:** „Verlagsinnovationen durch Digitalisierung“, Euroforum-Konferenz „Online-Strategien für Verlage“, Hamburg, 28. September 2008

**Breyer-Mayländer T.:** „Leser und Nutzer – Print und Online“, Euroforum-Konferenz „Zukunft Print“, Hamburg, 8. April 2008

**Bühler K.:** „Visualization and numerical simulation of the secondary flow due to the coaxial rotation of two spheres“; IS-FV13 – 13th International Symposium on Flow Visualization, FLUVISU12 – 12th French Congress on Visualization in Fluid Mechanics, Nizza, Frankreich, 1.–4. Juli 2008

**Bühler K.:** „Numerical Simulations of Spherical Gap Flows“, European COMSOL Conference, Hannover, 2008

**Christ A., Hillenbrand G., Pfannenstiel J., Feißt M.:** „Making Online Student Service more User-friendly“, Eduvate 2008, Pretoria, South Africa, 25.–27. Juni 2008

**Curticapean D., Christ A., Feißt M.:** „3D Mobile Virtual Reality Simulations and Animations using Common Modern Displays“, Frontiers in Optics 2008, Laser Science XXIV, Plasmonics and Metamaterials/Optical Fabrication and Testing (Optical Society of America, Rochester, New York, 23. Oktober 2008

**Curticapean D., Lieber W., Bunge C.-A.:** „Evaluation of Launch-Dependent-Frequency Response of Multimode Fibers for Subcarrier-Multiplexing (SCM)“, Frontiers in Optics 2008-Section Photonics-San Jose, Silicon Valley, California, 16. April 2009

**Curticapean D., Neculae A., Paulescu M.:** „Modelling and numerical simulation of the transport processes inside DSSD using a monodomain approach“, Photonics Europe Strasbourg, 7. April 2008

**Curticapean D., Neculae A.:** „Temperature measurement using optical fiber with applications to automobiles considering a high accurate numerical solution for the conductive heat transport in a circular cylinder“, Optical Sensors 2008, Photonics Europe Strasbourg, 7. April 2008

**Da Costa Fernandes J.:** „Energieüberwachung und innovative Gebäudeautomation ermöglichen energieeffizienten Gebäudebetrieb am Beispiel: Solar Info Center Freiburg“; Fachvortrag beim EnOB-Symposium in Dresden, 1./2. Oktober 2008

**Da Costa Fernandes J., Feldmann T., Bollin E.:** "Langzeitmonitoring des Neubauvorhabens Solar Info Center Freiburg (SIC)", Posterpräsentation im Rahmen des EnOB-Symposium in Dresden, 1./2. Oktober 2008

**Fawaz N.:** "Enhanced Telemetry System using CP-QPSK Band-Pass Modulation Technique Suitable for Smart Pill Medical Application", IEEE Communication Society, IFIP Wireless Days Conference, Dubai, UAE, November 2008

**Fawaz N.:** "A SoC Electronic Pill (ePill<sup>®</sup>) with 32bit SIRIUS Processor and Bidirectional Communication System used for Biomedical Telemetry Applications", International Conference on Information & Communication, Technologies from Theory to Applications – ICTTA Conference '08, IEEE Communication Society, p 63-64, ISBN: 978-1-4244-1752-0, Damascus, Syria, April 2008

**Fawaz N.:** "Biomedical Telemetry Application of an Electronic Capsule with Enhanced Performance", Seminar at University Karlsruhe, April 2008

**Feldmann T.:** „Optimierung des Gebäudebetriebs durch die Auswertung von Wetterprognosen“; 3. Forum Nachhaltige Energiewirtschaft der Fachhochschulen in Baden-Württemberg, Hochschule Ulm, 9. April 2008

**Henschen G.:** „Winning international Projects, Compliance Management“, Festvortrag, 10 Jahre Internationale Masterstudiengänge an der Hochschule Offenburg, 7. Juni 2008

**Huber K., Bollin E.:** „Solarunterstützte Klimatisierung des Technologiezentrums der FESTO AG & Co. KG in Esslingen, Schwerpunkt: Kollektorbetrieb“; Monitoring Seminar am Fraunhofer ISE Freiburg, 16. Dezember 2008

**Huber K.:** „Einführung in die Solarthermie am Beispiel der Solaranlage Vauban“; Klimawandelaktionstag am St.-Ursula-Gymnasium Freiburg; 18. Juli 2008

**Huber K., Bollin E.:** „Detailmonitoring einer solarthermischen Anlage zur Unterstützung der Kälteversorgung eines Büro- und Verwaltungsgebäudes“; Posterpräsentation 18. Symposium Thermische Solarenergie; Bad Staffenstein; 23.–25. April 2008

**Jansen D.:** Key Note Paper, ICVLSI-Conference, Chennai, Madras, Indien, 11.–17. Februar 2008

**Junk S.:** „Entwicklungstrends beim Werkzeinsatz im Abgasstrang“, VDI Fachkonferenz, Nürnberg, 9./10. Dezember 2008

**Junk S., Grün T.:** "Experimental and numerical investigations into the forming of tailored strips and tailored tubes". Experimentelle und numerische Untersuchungen zur Formgebung von Tailored Strips and Tailored Tubes, SCT, 2. International Conference on Steel in Cars and Trucks, S. 261–268, Düsseldorf: Stahleisen, ISBN 978-3-514-00755-0, 1.–4. Juni 2008

**Kachel G., Yalamas C.:** „Innovative Montagetechnik für Offshore Windenergieanlagen, Strukturanalyse und Optimierung eines kranlosen Montagesystems“, ANSYS Conference & 26th CAD/FEM Users' Meeting 2008, Kongress, Darmstadt, 22.–24. Oktober 2008

**Nuß U.:** „Principles of Power Electronics“, Tagungsband OTTI-Seminar Power Electronics for Photovoltaics, S. 27–56, München, 10./11. Juni 2008

**Nuß U.:** „Feedback Control Systems for Power Electronics“, Tagungsband OTTI-Seminar Power Electronics for Photovoltaics, S. 251–282, München, 10./11. Juni 2008

**Scheck E.:** Wissenschaftlich-technische Begleitung der badenova Energiepionier-Aktion; Freiburg, 5. August 2008

**Scheck E., Huber K.:** „Solarthermische Großanlagen und Beispiele in der Praxis“; Lehrerfortbildung „Nachhaltigkeit Lernen“; Hochschule Offenburg, 5. November 2008

**Schüssele L.:** „Wie gefährlich ist Mobilfunkstrahlung?“, Vortrag auf dem 1. Ortenauer Hirntumortag, Ortenauklinikum Lahr, 18. Oktober 2008

**Spangenberg B.:** „A new method for the quantification of Quats by TLC“, International Symposium for Thin-Layer Chromatography, Helsinki, Finland, 11<sup>th</sup>–13<sup>th</sup> June 2008

**Spangenberg B.:** „Fluorescence spectroscopy for HPTLC separations in phytochemical analysis“, 6<sup>th</sup> International Symposium on Chromatography of Natural Products, Lublin, Poland, 15<sup>th</sup>–18<sup>th</sup> June 2008

**Wilke A.:** „Energie aus Abwasser – Die mikrobielle Brennstoffzelle; Naturschau Ortenau, Umweltbildung – aktuell?“ Fachtagung für Lehrkräfte an allgemeinen Schulen, Offenburg 5. September 2008

**Wilke A., Zell C., Duri T., Matern A., Hirt C., Schneider F.:** Der Einfluss der Biomassekonzentration auf die spezifische Leistung einer mikrobiologischen Brennstoffzelle; Poster PressNet Jahrestagung, Karlsruhe, September 2008

#### Technische Berichte

**Da Costa Fernandes J., Feldmann T., Bollin E.:** BMWi-Langzeitmonitoring der Solar Info Center Freiburg

**Doherr D.:** Bericht über Forschungsaufenthalt an der University of Kansas, Lawrence, USA im WS 2007/2008, Projekt „Humboldt on the Web“

**Dorn B., Zahoransky R.:** UPAK Unveresterte Pflanzenöle als Kraftstoff

**Spangenberg B.:** Analyse der Oxidationsprodukte bei dem Betrieb einer Glukosebrennstoffzelle, Teilaufgabe im Rahmen des Projektes BioPower

**Volk T., Jansen D.:** SEAGsens-Bericht über die Qualifikation

**Volk T., Jansen D.:** SEAGsens-Temperature Monitoring Device with RFID Device with RFID Performance, Bericht über die Nachqualifikation

**Volk T., Jansen D.:** SEAGsens-Temperature Monitoring Device with RFID Device with RFID Performance, Messungen der Produktion

**Zowislok F., Jansen D.:** SIRIUS-OS Betriebssystem für das SIRIUS-Emulationsboard

#### Sonstiges

**Fischer R.:** Gastdozent an der TUM im MBA Executive Programm „Communicate“, 11./12. Februar 2008

#### Teilnahme an Messen und Ausstellungen

**Bollin E.:** Intersolar 2008, Messe Freiburg, Gemeinschaftsstand Baden-Württemberg International, Freiburg, 12.–14. Juni 2008

**Bollin E.:** Posterpräsentation Forschungsprojekte auf dem Messestand der Hochschule Offenburg im Rahmen der Fachmesse GeoTHERM 2008, Offenburg, 27./28. Februar 2008

**Curticapean D.:** Committee member Photonics Europe 2008 / Photonics in the Automobile

**Curticapean D.:** Session Chair: Creative Photonics Engineering for the Automobile

**Curticapean D.:** Palais de la Musique et des Congrès Strasbourg, France, 7.–11. April 2008

**Felhauer T.:** German Higher Education Fair, Pune, Bangalore, Hyderabad, Chennai, India 2008,

**Henschen G.:** Greenbuild International Exhibition & Conference, Boston, USA, 18.–22. November 2008

**Henschen G.:** Hannover Messe, Hannover, 20.–26. April 2008

**Henschen G.:** Science Days, Nano Days, Rust, 12. Juni 2008

**Jansen D.:** ACTUATOR08, Bremen, 9.–11. Juni 2008

**Junk S.:** „Entwicklungstrends beim Werkzeinsatz im Abgasstrang“, VDI-Fachkonferenz, Nürnberg, 9./10. Dezember 2008

**Lorenz K., Barragan C.:** „Germany-Land of Ideas“, Gemeinschaftsstand der Bundesrepublik Deutschland auf der NSTI Nanotech in Boston, USA, 1.–5. Juni 2008

Hochschultag der Hochschule Offenburg, 26. November 2008

Baden-Württemberg-Tag, Swiss-Tech, Basel, November 2008

VDE Summer University – Fit for future, Hochschule Offenburg, 3./4. September 2008

Office + Communication, Freiburg, April 2008

#### Erfindungen

**Hildenbrand P.:** „Verfahren und Vorrichtung zur Gleisnebenschlusserzeugung durch Bahnfahrzeuge“, EM vom 20. August 2008

**Jansen D.:** „Elektronische Pille zur steuerbaren Abgabe einer Substanz, insbesondere eines Medikaments, in einem menschlichen oder tierischen Körper“, EM vom Oktober 2008

**Schröder W.:** „Fluglagerregler für beliebige Fluglagen“, EM vom 23. Januar 2008

**Spangenberg B.:** „Extraktion mit Monolithen“, EM Oktober 2008

**Spangenberg B.:** „Verfahren zur Linearisierung von Streulichtmessungen“, EM Oktober 2008

#### Laufende Promotionen

**Fawaz N.:** Biomedizinische Telemetrie, IAF Offenburg, Betreuung durch Professor Dr. Jansen

**Ortega V.:** Ramanspektrometer, IAF Offenburg, Betreuung durch Professor Dr. Schröder

#### Master Thesis WS 2007/2008

**Brahaj A.:** Concepts and Implementations of a Multivariable Search Path in the Humboldt Digital Library; Univ. Kansas, Lawrence (USA), Hochschule Offenburg

**Fedurin N.:** Modelling the Coexistence of NGSO Satellite Systems and Terrestrial Radio Communication Systems Using C#; LS Telekom AG, Lichtenau

**Gatica Vergara M. H.:** Energiehaushalt im Härtetunnel bei Umlaufanlagen zur Herstellung von betontypingen für den maschinellen Tunnelbau; Herrenknecht Formwork Technologie GmbH, Schwanau

**Husain H. B.:** Thermal and Fluid Dynamic Simulation of Flake Ice Production System; Hochschule Offenburg

**Karatas C.:** Numerische Simulation der Umströmung von Körpern unterschiedlicher Geometrie; Hochschule Offenburg

**Kubrak B.:** Development of a New Thermal CDF Model for Brake Cooling; Renault F1 Team Ltd., Oxford, UK

**Remeli M. F.:** Dynamic Modelling and Simulation of an Adsorption Heat Pump; Vissmann Werke GmbH & Co. KG, Altlendorf

**Wu T.:** Concept and Design of an Interactive Multi User VR World for Mobile Devices; Guided Wave Lab., Hochschule Offenburg

**Zowislok F.:** SIRIUS 2.0 Implementierung und Verifikation eines 32-bit SIRIUS-Mikrocontrollersystems im 0,18 µm VMC Prozess; Hochschule Offenburg

#### Master Thesis SS 2008

**Bau D.:** Development of an Electro Physiological Front End for Logging Electrocardiogram Data with Wavelet Compression in 2 Channels and SPI-Bus Connection; ASIC-Design-Center, Hochschule Offenburg

**Breyer G.:** Dimensionierung einer industriellen Dampfkesselanlage; Stein Energie, F-Cernay

**Derikesen S.:** Performance and Clogging Analysis of Multiport Extruded Compact Condenser, Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH, Offenburg

**Draganova E.:** Energieeinsparungen bei der Erzeugung, Verteilung und Nutzung von Druckluft in der Industrie; Systemplan, Durmersheim

**Durrenberger M.:** Digital Inductive Transceiver and Impementation of a Transmission Channel for an Electronic Pill with Softcore Processor in VHDL for Cyclone III FPGA; ASIC-Design-Center, Hochschule Offenburg

**Gottlieb A.:** Darstellung eines Standardprozesses für die Visualisierung von CFD-Ergebnissen; Hochschule Offenburg

**Güner Y. E.:** Potenzialabschätzung der heimischen Energiequellen in der Türkei, Hochschule Offenburg

**Hauber J.:** Optimierung der Crashesicherheit eines Rennwagens; Fraunhofer Institut für Kurzzeitdynamik, EMI, Freiburg

**Hoffmann M.:** Toleranzuntersuchungen an Strahlquellen und Optik bei Laserprojektionssystemen; Hochschule Offenburg

**Hoontrakul G.:** Bewertung unterschiedlicher Möglichkeiten zur chemischen Nutzung von Kohlendioxiden Survey of Different Possibility for the Chemical Utilization of CO<sub>2</sub>; Hochschule Offenburg

**Hutzenlaub T.:** Degradationserscheinungen an einer Hochtemperatur PEM Brennstoffzelle mit PBI Membran, Hochschule Offenburg

**Ngonzi F. K.:** Numerical Simulations in Convective Heat Transfer; Hochschule Offenburg

**Rahman M. S.:** Analysis of Hybrid Gas Turbine – Solid Oxide Fuel Cell (SOFC) Combined Cycle Power Plant, Hochschule Offenburg

**Shabaneh Al Tamimi A.:** Bipedal Walking in the RoboCup 3D Simulation Domain, Hochschule Offenburg

**Suwannarat K.:** Dynamic Modelling of a Micro Proton Exchange Membrane Fuel Cell System, Hochschule Offenburg

**Tennyson D.:** Design and Contruction of a Laboratory Apparatus to Study the Natural Convection in a Vertical Duct under Typical Conditions Found in an Electric Power Transformer, Tecnologico de Monterrey and Prolec GE, Monterrey, Mexiko

**Vatan O.:** Procurement Market Research in Turkey and Arabian Peninsula for Electrical Control Technology Components Used in Power Plant Construction; Siemens Energie AG, Power Generation, Erlangen

**Wehmann C.:** Bewertung von Prognoseverfahren für den kundenspezifischen, kurzfristigen Energieabsatz und Analyse von Steuerungs- und Optimierungsmöglichkeiten; Badenova AG & Co. KG, Freiburg

**Zhu Q.:** Development and Implementation of Strategies and Tools for Handling Plate Heat Exchangers in China; API Schmidt GmbH & Co. KG, Bretten

#### Diplomarbeiten WS 2007/2008

**Auerbach W.:** Zielgruppenorientierte Konzeptentwicklung eines Marketing-Events am Beispiel des Achterbahn Produkts-Launch 2009 im Europa-Park unter besonderer Berücksichtigung der Kunden von Mack Rides; Europa-Park Rust

**Bieberbach B.:** ‚Ex-Jugo-Punk‘ – Experimental Dokumentarfilm; Hochschule Offenburg

**Branz P.:** „Effizienz und Effektivität von Marketingkooperationen“ – Erfolgsmessung anhand einer strukturierten Input-Output-Bewertung; Noshokaty Döring & Thun GmbH, Berlin

**Budig S. C.:** „You’ll newer walk alone“ – Ein Dokumentarfilm im Direct-Cinema-Stil über jugentliche Fußballfans von Rot-Weiss Essen; Hochschule Offenburg

**Christmann T.:** Businessplan und Marketingkonzept für einen Kletterwald in Schweden; Hochschule Offenburg

**Dombek A.:** Ansteuerung eines luftgelagerten Drehtisches; Genesys Elektronik, Offenburg

**Druykina M.:** Durchführung der Reinigungsvalidierung des Wirbelschichtgranulators-/trockners inklusive Bestimmung der Wiederfindungsfaktoren mittels TOC-Analysenverfahren; Dr. Willmar Schwabe Arzneimittel, Karlsruhe

**Eckmann H.:** Validierung von Dual-Fuel-Nachrüstsyste-men für Dieselmotoren; Heinzmann GmbH + Co. KG, Schönau

**Endres J.:** Rich Internet Applications auf dem Desktop – Entwicklung von Anwendungen für die Adobe Integrated Runtime; Hochschule Offenburg

**Fies R.:** Design and Implementation of an Access Control Coaching Architecture for Business Process Driven Environment; SAP Research, Karlsruhe

**Foß S.:** Konzeptvergleich zur Abkoppelung von Nebenaggregaten an einem R4-Ottomotor; Audi AG, Ingolstadt

**Fürnstahl M.:** „Von der Idee ins Fernsehen“ am Beispiel einer Sendung der Janus TV GmbH; Janus TV GmbH, Ismaning

**Gaiser Y.:** Ultra wideband indoor localization algorithmus and impementation in MATLAB; Oregon State University, Oregon, USA

**Gambert D.:** „Rock Rainer“ – Musikvideo Produktion – 80er Actionfilm; Hochschule Offenburg

**Gießler A.:** Etablierung eines Phagocytose-Assays zur Bestimmung der Aktivität von Mikroglia und Makrophagen bzw. deren Beeinflussung durch pharmakologische Substanzen; Vivacell Biotechnology GmbH, Freiburg

**Grandl M.:** Gegenüberstellung der beiden Wireless Standards „Bluetooth“ und „IEEE802.15.4“ für den Einsatz in industriellen Steuerungen und Referenz-Programmierung auf einem ARM7 in einem embedded System; Bebro Electronic GmbH, Frickenhausen

**Haas F.:** Optimierung der Quenche in den Direktabsaugungen der BSW – Elektroöfen; Badische Stahlwerke GmbH, Kehl

**Hornung C.:** Untersuchung von Common Rail Injektionskonzepten für Industrieanwendungen; Heinzmann GmbH + Co. KG, Schönau

**Kabelitz T.:** Entwicklung eines mobilen Serviceberater & Rekrutierungskonzepts am Beispiel von Mercedes Benz UK; Daimler AG, Stuttgart

**Käfer A.:** Professional MediaCoders-Mediananalyse tool; IT + Media Group GmbH, Baden-Baden

**Klausmann T.:** Aufbau und Test eines neuartigen Heterodynemessverfahrens für die optoelektronische Entfernungsmessung; SICK AG, Waldkirch

**Köbele B.:** Weiterführende Untersuchungen zur geometrischen Momentenschwankung an trockenlaufenden Reibungskupplungen und Untersuchung relevanter Einflussgrößen; LuK GmbH + Co. oHG, Bühl

**Koffi A.:** Analyse des Stands der Technik bei 3D-Koordinatenmessgeräten; Hochschule Offenburg

**Koop D.:** Steigerung der Übertragungssicherheit im 2.4 GHz Frequenzband mittels eines intelligenten Frequenzsprungverfahrens; Kehl-Bodersweiler

**Kreker A.:** Entwicklung eines PDA-Demonstrators mit OLED Display, Touchscreen und grafischer Bedienoberfläche mit dem FHO-Prozessor SIRIUS; IAF Hochschule Offenburg

**Myrcha A.:** Optimierung der HPTLC – Methode zur Milchfettbestimmung und die Etablierung der Online-Methode; Hochschule Offenburg

**Petschy W.:** Elektronische Charakterisierung von plasmagespritzten Hochtemperaturbrennstoffzellen (SOFC) in metallischen Gehäusen bei unterschiedlichen Betriebszuständen; Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Stuttgart

**Rienth A.:** Produktion und Konzeption eines Animationsfilms mit Elementen aus 2D-, 3D- und Rotoskopietechnik; Hochschule Offenburg

**Schäfer A.:** ‚Rock Rainer‘ – Musikvideo Produktion – 80er Actionfilm; Hochschule Offenburg

**Schmidt M.:** Konzeption und Realisierung eines Webauftritts mit integrierter Shop Lösung, gestützt auf TYPO3; Opti Systems Computer GmbH, Karlsruhe

**Schröder B.:** „IT-Security Landscaping“ – Audit der IT-Infrastruktur der Hochschule Offenburg aus interner und externer Sicht; Hochschule Offenburg

**Schwendt M.:** Entwicklung und Implementierung einer FlexRay-Sendeeinheit mit optimierter Start-up-Funktionalität; Vector Informatik GmbH, Stuttgart

**Spiekermann S.:** Entwicklung einer asymmetrischen Halbbrücken-Topologie zur Steigerung des Wirkungsgrades bei DC/DC-Stromversorgungen im Leistungsbe-  
reich bis 3 kW; Schäfer Elektronik GmbH, Achern

**Streubel M.:** Entwurf einer Befeuchtungsregelung für ein Brennstoffzellensystem; Robert Bosch GmbH, Stuttgart

**Steubel T.:** Ethercat/Lanopen Gateway; IXXAT Automation GmbH, Weingarten

**Urban S.:** Erprobung und Auswertung verschiedener Analysemethoden im Abwasserbereich; DaimlerAG, Mercedes-Benz-Werke, Gaggenau

**Vögtlin B.:** Übertragung der Detektordaten über eine Wireless High-Speed Datenkommunikation; GAEDE Medizintechnik GmbH, Freiburg

**Welle C.:** Bestimmung der Mykotoxin Aflatoxin B1, Zeralenon und Deoxynivalenol in Futtermittel; Chemisches Untersuchungslabor Dr. J. Zipfel, Offenburg

**Wenkel A.:** Workflowoptimierung für die SWR-Produktion „Die Fallers“ in HD unter Berücksichtigung einer bandlosen Bearbeitung; Südwestrundfunk, Baden-Baden

**Wiegert M.:** Bewertung bestehender Nachstellmechanismen und Erstellung eines funktions- und fertigungstechnischer Sicht optimalen Entwurfs einer Doppelkupplung; LuK GmbH + Co. oHG, Bühl

**Wittek M.:** Businessplan und Marketingkonzept für einen Kletterwald in Schweden; Hochschule Offenburg

**Zenker F.:** ‚Ex-Jugo-Punk‘ – Exterimental-Dokumentarfilm; Hochschule Offenburg

**Zeller C.:** Wetterdatenintegration in die Gebäudeleittechnik; Sauter-Cumulus, Freiburg

## Diplomarbeiten SS 2008

**Arndt C.:** Konzeption für die Implementierung des Aufgabenbereichs Marktforschung bei einem Handelsunternehmen; EDEKA Handelsgesellschaft Südwest mbH, Offenburg

**Becker A.:** FPGA-basierte Stromregelung für digitale Servoregler; Parker Hannifin GmbH & Co. KG, Offenburg

**Bolanz S.:** Personalmarketingkonzept zum Aufbau einer Arbeitgebermarke für ein führendes Unternehmen in der Medizintechnik; Stryker Leibinger GmbH & Co. KG, Freiburg

**Bonna F.:** Strategisches Eventmanagement im Stadtmarketing – Entwicklung eines Maßnahmenkatalogs anhand einer Marktanalyse am Beispiel der Optimierung der Jahrmarktsituation der Stadt Biberach an der Riß; Circle of Dreams, Heidenheim

**Broszat M.:** Orthogonale Messmethoden von Milchfett und Milchfettsäuren in Milch mittels HPTLC und Fluoreszenzmessung; J&M Analysenmesstechnik, Aalen

**Deeg N.:** Messe-Marketing als kommunikationspolitisches Instrument eines multimedialen Verlagshauses; Südkurier GmbH; Konstanz

**Demeusy T.:** Korrosionstest an CO<sub>2</sub>-Membranen im Rauchgas einer Kohlefeuerungsanlage; EnBW Energie Baden-Württemberg AG, Karlsruhe

**Dorn A.:** Planung und Einrichtung eines SNMP Monitoring Systems für die Fernsehtechnik im SWR Baden-Baden; Südwestrundfunk, Baden-Baden

**Endisch S.:** MEF Raffiniert; Fraunhofer Institut Chemische Technologie; Pfinztal

**Feldhan T.:** Einsatzpotential der ATR-IR Spektroskopie bei der Hansgrohe AG; Hansgrohe AG, Schiltach

**Gidt M.:** Optimierung und Entwicklung von mechanischen Vorfilterelementen zur Aerosolabscheidung mittels eines Berechnungsprogrammes; LTA Lufttechnik GmbH; Nordrach

**Glesius B.:** Wettbewerb auf dem Markt deutschsprachiger Presse an der türkischen Riviera – Eine industrieökonomische Analyse; Aktuelle Türkei Rundschau/Prima Leben; Acsallar-Alanya/Türk.

**Göltz H.:** Hard- und Softwareplanung einer Pappenanlage; Controlmatic AG, CH-Pratte

**Göppert M.:** Eyetracking-Analyse der Wirkung von InGame Advertising; 11 Prozent Communication, Erding

**Grün T.:** Etablierung einer Messmethode auf einem automatisierten Analysegerät zur Bestimmung von IGG Antikörperkonzentrationen in Zellkulturproben; Novartis Pharma AG, CH-Basel

**Hauß M.:** Konstruktive Optimierung der TAC-2VR Verschleißnachstellung hinsichtlich Industrialisierungsthemen; LuK GmbH + Co. oHG, Bühl

**Hils S.:** Eyetracking-Analyse der Wirkung von InGame Advertising; 11 Prozent Communication, Erding

**Horn K.:** Untersuchungen zur Aufbereitung von Lyanidhaltigen Reststoffen sowie Planung und Auslegung einer Modifikation an einer Technikumsanlage; Fraunhofer-Technologie Entwicklungsgruppe TEG, Stuttgart

**Huber A.:** Entwicklung eines low-power Trancievers; HBH Microwave GmbH, Stutensee

**Hurle S.:** Modell für die Sanierung einer diffusionsdichten Bodenkonstruktion; Gerhard Lang Recycling GmbH & Co. KG, Gaggenau

**Ilg T.:** Experimentelle und analytische Untersuchungen hinsichtlich der Festigkeit von Bauteilen in trocken laufenden Kupplungsdruckplatten; LuK GmbH + Co. oHG, Bühl

**Jagoda M.:** Konzeption und Implementierung eines strategischen Target Costing Prozess für den Geschäftsbereich ED am Fallbeispiel des Fensterhebermotors FPx; Robert Bosch GmbH, Bühl

**Lehmann M.:** Entwicklung eines Systems aus Hochtemperatur-PEM-Brennstoffzelle und Pyrolyserator; Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme, Freiburg

**Kast C.:** „DigAS.web“ – Entwicklung eines Nachfolgesystems für DigASweb; Südwestrundfunk, Baden-Baden

**Kaub C.:** Erarbeitung einer „Go to Market“-Strategie für die Business Unit Industrial and Communication der IBM Software Group unter Einbindung der IBM Business Partner; IBM Deutschland GmbH, Düsseldorf

**Kohler D.:** Halbautomatischer Komponentenmessplatz: Konzept und Teilimplementierung; ihr GmbH, Bühl

**Kubrak B.:** Transition to Chaos in Rayleigh-Bernard Convection in a Rectangular Box – An Experimental and Numerical Analysis; Hochschule Offenburg

**Laurenz S.:** Analyse, Vergleich und Einsatzmöglichkeiten von Emissionsmessverfahren im Zeitbereich; Robert Bosch GmbH; Bühlertal

**Lutz B.:** Aufbau eines Messplatzes zur Analyse von Voice-over-IP-Verbindungen nach SIP-Standard; Hochschule Offenburg

**Mang S.:** Erstellung eines Businessplans für eine Kindertageseinrichtung mit flexibler Betreuung; Hochschule Offenburg

**Matern A.:** Nachweis von C-reaktiven Protein mit einem Biosensor auf Basis akustischer Oberflächenwellen; Forschungszentrum Karlsruhe, Eggenstein

**Matt T.:** Neubauausrichtung eines Geschäftsfelds am Beispiel der Herbert Waldmann GmbH & Co. KG; Herbert Waldmann GmbH & Co. KG, Villingen-Schwenningen

**Meisinger F.:** „Relaunch einer Traditionsmarke“ – Strategie und Umsetzung der Marketingneuausrichtung der Marke Hein Gericke; JWT Engage, Frankfurt

**Melcher R.:** Etablierung der NIR – Analytik zur Rohstoffwareneingangskontrolle in der Pharmaproduktion; Klocke Pharma Service GmbH, Offenburg

**Mohd Najib M.:** Auslegung und Konstruktion eines Deckelhubwerks für einen 140 t DC Elektrolichtbogen (EAF); Badische Stahl Engineering GmbH, Kehl

**Peter M.:** Realisierung eines Media-Asset-Management-Systems; Contens Software GmbH, München

**Pfeifer S.:** Analysierung des Wärmeverbundes Herrenacker in Schaffhausen; HL-Technik AG, CH-Schaffhausen

**Pretzsch M.:** Konzeption & Konstruktion einer Montagestation für Ankerpakete von DC-Kollektromotoren; Danner + Knosp Maschinenbau GmbH, Offenburg

**Rose C.:** Direkt-Methanol-Brennstoffzelle (DMFC)-Untersuchung von Betriebskonzepten bei erhöhtem Systemdruck; Forschungszentrum Jülich GmbH, Jülich

**Schörverth U.:** Marketing Kommunikation Produkt Qualität für SEA; LuK GmbH & Co. KG, Bühl

**Schulze D.:** Darstellung der Eignung von Outdoor-Übungen in Assessment Centern als Personalauswahl- und Entwicklungsverfahren – Konzeption und Durchführung eines Outdoor-Assessment-Centers; OTA Outdoor Training Academy GmbH, CH-Laax

**Seib A.:** Suchmaschinenoptimierung am Beispiel einer Dienstleister-Website; eye-workers interactive GmbH, Karlsruhe

**Sonner D.:** Entwurf und Charakterisierung eines 400 MHz Low Noise Amplifiers in 100 nm mHEMT-Technologie; Fraunhofer Institut für Angewandte Festkörperphysik, Freiburg

**Traier S.:** Konzeption und Programmierung eines Austragungsbandes mit Servoantrieb (Siemens) zum formatierten Ablegen von Fleischstücken; Majatronik GmbH, Kehl

**Vogel S.:** Bau und Optimierung einer Kompaktstrippanlage; Züblin Umwelttechnik, Stuttgart

**Vollmer C.:** Sensorlose Positionsbestimmung für einen elektromagnetischen Aktor; Robert Bosch GmbH, Schwieberdingen

**Walter T.:** Entwicklung eines langfristigen nutzbaren Instruments zur Bestimmung des Marktvolumens international erreichbarer Märkte für physische Zugangssysteme; Kaba Gallenschütz GmbH, Bühl

#### **Bachelor WS 2007/2008**

**Huschle J.:** Anbindung eines externen A/D-Wandlers an einen Signalprozessor zur Verbesserung des Regelverhaltens eines Drehstomantriebs; Hochschule Offenburg

**Dieringer M.:** Konstruktion eines stufenlosen Getriebes für den Antrieb eines Düngerstreuers; Hochschule Offenburg

**Gallagher S.:** Konzeptionierung & Aufbau eines modularen Systems für schnelle Prüfaufbauten, Hochschule Offenburg

**Helmer D.:** Untersuchung zum Wärmehaushalt einer konventionellen Traktordoppelkupplung; LuK GmbH + Co. oHG, Bühl

**Hendel F.:** Erstellung einer Marketingstrategie für die Zielgruppe 50 plus eines Autohauses; Autohaus Link, Lahr

**Mayer S.:** Konstruktion und Bau eines Radnabenmotors; Hochschule Offenburg

**Schäfer I.:** Pro Juventute Vahia e.V. – Fundraising; Vaihingen

**Skrzypczyk C.:** Umstellung der Sportredaktion des Regionalsenders R.TV Karlsruhe auf das 16:9 Format; Regional-TV Karlsruhe AG, Karlsruhe

**Weiss A.:** Empfehlungsmarketing einer Gesundheitsmarke; Glaxo Smith Kline Consumer Healthcare GmbH & Co. KG, Bühl

**Wissert T.:** Verbesserung des Qualitätsmanagements durch Einführung eines standardisierten Projekt Review Prozesses; Burda Digital Systems GmbH, Offenburg

**Zoller F.:** Entwicklung und prozesstechnische Optimierung eines Niedrigenergiespülprozesses für den Airline-Catering-Bereich (gewebliche Großspülstraßen); Hobart GmbH, Offenburg

#### **Bachelor SS 2008**

**Fichtner E.:** Implementierung eines Algorithmus zur Identifikation der Poradlage von permanentmagneterregten Synchronmaschinen bei festgebremstem Rotor; Hochschule Offenburg

**Huber D.:** Entwicklung und Realisierung eines Prüfplatzes zur Charakterisierung von Photomultipliern; BMG Labtech, Offenburg

**Marhaban J. A.:** Optimierung von photoleitenden Terahertz-Emittern auf InGaAs-Basis für die Anwendung mit einem 1060-nm-Lasersystem; Hochschule Offenburg

**Talle Nembot B. B.:** Entwicklung und Implementierung einer Ansteuerplatine für ein OLED-Display mit Touch-Panel für das SIRIUS-EMULATION-BOARD, einschließlich Treiber-Software; Hochschule Offenburg

**Birkle M.:** Entwicklung einer optischen Messzelle zur schnellen Vorklassifikation von luftgetragenen Aerosolpartikeln entsprechend ihrer biotischen/abiotischen Zusammensetzung; Fraunhofer Institut für physikalische Messtechnik, Freiburg

**Bischler F.:** Entwicklung einer Steuerung für eine hydraulische Schnellschmiedeautomatik einer Freiformschmiedepresse; Presscontrol Elektronik GmbH, Kehl

**Biskaborn M.:** Analyse der in IHT-Höhenregelungen verwendeten Istwerteerfassung und Regelung für Plasmaschneidemaschinen auf Basis der Gegen-EMK und Entwurf einer modernen, DSP-gestützten Positionsbestimmung und Stromregelung; IHT Automations GmbH & Co. KG, Baden-Baden

**Enderle E.:** 3D-Laserscanner für tastende Vermessung der Umwelt auf einem autonom navigierenden Fahrzeug; Otto Nussbaum GmbH & Co. KG, Kehl

**Steffen M.:** Validierung und Weiterbildung eines elektromaagnetischen Aktors zum Betreiben der Membranpumpe eines Abgasnachbehandlungssystems; Robert Bosch GmbH, Waiblingen

**Striebel C.:** Automatisierter Vergussprozess in einer Fertigungslinie für Elektronikkomponenten mittels SCARA-Roboter; Hochschule Offenburg



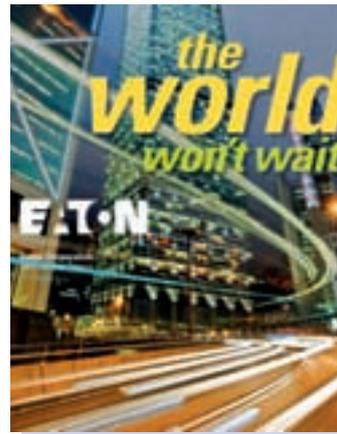
## Mit dieser Technik spült die Welt!

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

## Mit neuer Vielfalt gestärkt in die Zukunft!



Die Eaton Fluid Power GmbH ist die deutsche Tochtergesellschaft der US-amerikanischen Eaton Corporation. Der Eaton Konzern mit Hauptsitz in Cleveland, Ohio/USA beschäftigt 75.000 Mitarbeiter weltweit in 195 Produktionsstätten und ist in mehr als

27 Ländern vertreten. Eaton hat im vergangenen Jahr das Bonner Traditionsunternehmen der Elektrotechnik Moeller für 1,5 Mrd. Euro vom Finanzinvestor Doughty Hanson gekauft und dadurch seine Sparte Elektrotechnik gestärkt. Sie weist jetzt einen Umsatz von knapp 7 Mrd. Dollar aus, der Gesamtkonzern kam 2008 auf einen Umsatz von 15,4 Mrd. Dollar.

Eaton entwickelt, produziert und vertreibt weltweit eine umfassende Produktlinie verlässlicher, hoch effizienter Komponenten und Systeme für mobile und industrielle Anwendungen und bietet seinen Kunden die ideale Kombination von Produkten, Service und Know-how. Viele Eaton-Produkte und Dienstleistungen können sogar helfen, den Energieverbrauch um bis zu 30 Prozent zu senken.

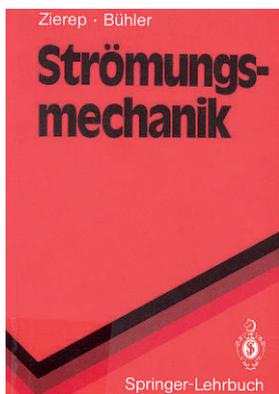
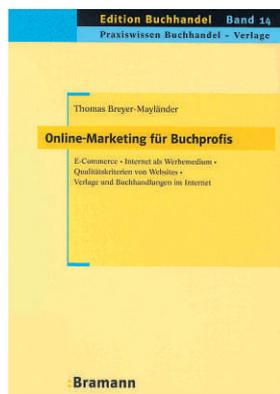


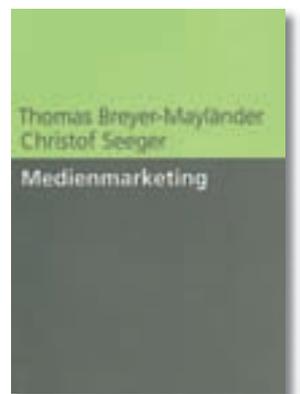
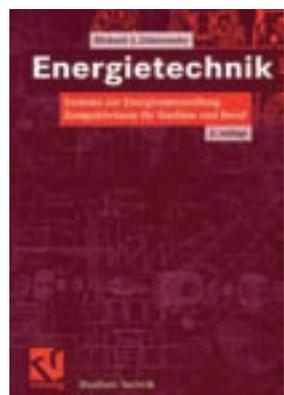
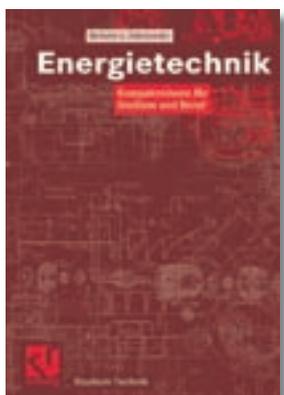
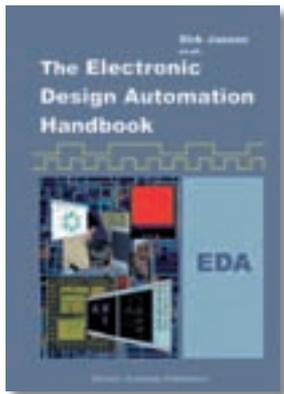
Der Geschäftsbereich Automotive der Eaton Fluid Power GmbH am Standort Baden-Baden ist spezialisiert auf die Entwicklung, die Produktion und den Vertrieb von fluidtechnischen Leitungskomponenten für den Kraftfahrzeugbereich. Um auch in Zukunft wettbewerbsfähig zu bleiben, legt Eaton großen Wert auf eine international ausgerichtete Ausbildung und Weiterentwicklung seiner Mitarbeiter und fokussiert dabei auf Teamarbeit. Gemäß dem Slogan „One Eaton“ erreichen wir unser Ziel, das am meisten geschätzte Unternehmen in unseren Märkten zu sein, nur gemeinsam.

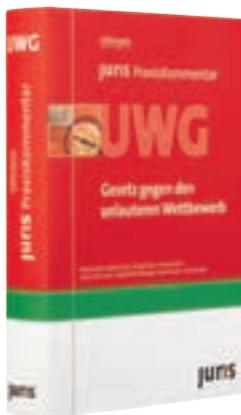
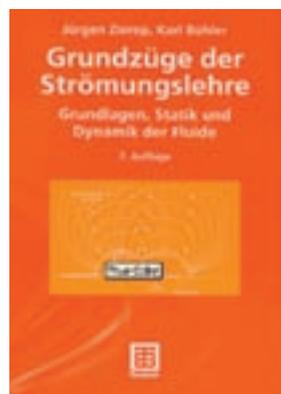
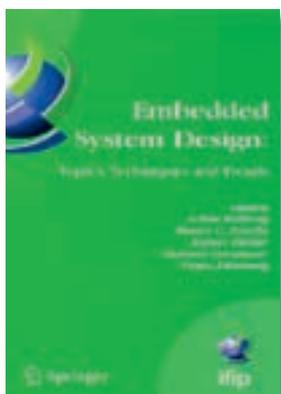
**Besuchen Sie uns auf [www.eaton.com](http://www.eaton.com) Wir freuen uns auf Sie!**



# Werbung in eigener Sache









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

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

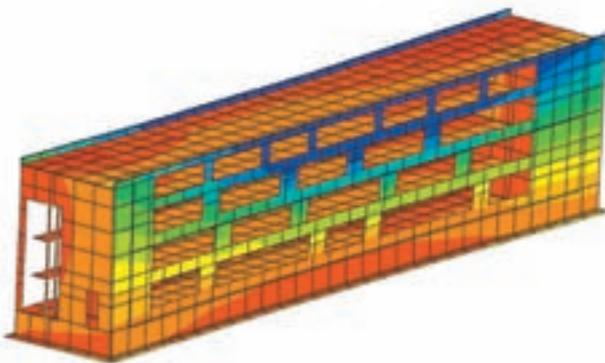


# GeneSys

**Elektronik GmbH**

GeneSys Elektronik GmbH  
In der Spöck 10 · D-77652 Offenburg  
Tel. 07 81 / 96 92 79 - 0 Fax 07 81 / 96 92 79 - 11  
mail@genesys-offenburg.de  
www.genesys-offenburg.de

## 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

J. Schneider Elektrotechnik GmbH



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

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

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

- Plasmatechnologie
- Laseranwendungen
- Röntgenanwendungen



Helmholtzstrasse 13  
77652 Offenburg

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

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

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

# Stichwortverzeichnis

µSens	32	consolidation algorithm	49	Fuzzy-and	52
3D-perspective	106	Cyclon III-FPGA	29	Fuzzy-Propositionen	52
3D simulation league	51	<b>D</b> ämpfungsverhalten	61	<b>G</b> ärstörungen	43
<b>A</b> berationen	56	Designoptimierungen	42	gaseous emissions	94
Abgasnachbehandlung	99	destructive interference	33	gasoil	90
Absorptionskurven	44	DGFC-Zelle	25	Gebäudeautomation	85
Abtasttheorem	57	Dienstleistungen	18	Gebäudeheizung	82
Abwasser	75	Dieselmotoren	90	Gebäudeklimatisierung	84
Abwasserteilströme	75	Direkt-Glukose-Brennstoffzelle	25	Gebäudemanagement	81
acoustic noise	33	Direktwerbung	128	Gebäudeschutz	85
Active Noise Control	33	Diskriminierung	122	Generalisierbarkeit	121
ADS-B data	49	Display of Traffic Information	47	Generator/regeneration	100
ADS groundstations	47	Dissertation	25, 67	Geothermie	117
Aerodynamik	41	Diversitätsgewinn	64	geothermischen Energieressourcen	117
Air traffic control	47	Diversitätstechniken	62	German Open	53
Air Traffic Control Centre	49	Drehgeberschnittstelle	38	Global Navigation Satellite System	47
Akzeptanz	121	Drehmomentbegrenzung	38	Globalstrahlung	85
Algorithm	34	Drittmittel	18, 19	Glukose	25
Als-ob-Situation	122	Druckverteilung	41	Glukoseproben	25
Aluminium	25	dual fuel engines	99	GPS	59
AMES TEST	93	Dünnschichtchromatographie	26	Grants	15
Anaglyph images	107	Dynamometer	92	Graphitelektroden	76
Analyseverfahren	43	<b>E</b> arliest Deadline First (EDF)	48	Gravimetrie	93
Anforderungsbezug	121	Echtzeit	58	Großprojekte	21
Animations	106	Eco-Marathon	41, 88	Gründerstipendium	15
Ankerantworten	120	efficiencies with gas oil were higher	94	Gründerverbund	16
Anodenkompartiment	75	Eigenwerte	39	Gutachten	15
Antennenanzahl $N_t$	64	Eindrucksmanagement	121	<b>H</b> ausroboter	51
Antennendiversität	61	Einnahmen	18	Head-up-Displays	57
Arbeitsgemeinschaften	15	E-Learning-Lektion	113	health impacts	96
Array-Gewinn	64	elektrischen Leistungsdichte	75	Heizbedarf	118
ASIC-Baustein	27, 29, 31	elektromagnetischen Wellen	56	Herzschrittmacher	25
A TIS-B Server	47	Eloquenz	122	high mutagenic effects	96
Augenscheingültigkeit	121	EMISSION GAS ANALYSIS	92	HIL-Prüfstand	37
Ausgaben	19	emitted particulate matter	96	Hochschuleigenaufwand	20
Ausgründungen	15	Energieeffizienz	81	Hochschuleigenmittel	23
autonomer Hubschrauber	59	Energiemanagement	82	Höhenregelung	59
<b>B</b> ajonettauflage	70	Energiesparwettbewerb	41	Hohlfaser-FFF	43
balance fraction	73	Energietechnik	82	Hohlfasermembran	44
Battery Management System	103	Energieversorgung	82	Holographische Verfahren	56
battery-operated vehicle	104	Energy Harvesting	26	Hubgondel	69
Battery Size	103	engine characteristics	90	Hubschrauber	59
Battery Type	103	Entertainmentsektor	127	humanoid league	51
bauphysikalischen Parametern	118	ePille®	27	Hybridantrieb	37, 99
Bell-Hiller-Mechanik	59	Equal-Gain-Combining (EGC)	63	Hybridantriebsprüfstand	37
Beratung	15	Erdwärmesonden	118	Hybrid Control Strategy	101
Berechnungsfaktoren	118	Erfolgskritische Situationen	120	<b>I</b> mplantate	25
BER-Werte	62	exhaust gas	95	IMTEK	25
Bioakustik	108	Exhaust gas composition	93	Industrieprojekte (C)	23
biological hazard	96	exhaust system	92	Ingroup-Favorisierung	121
Biomassekonzentration	76	Existenzgründungen	15	Insulation monitoring	103
Biophonie	110	Extended Behavior Networks	52	Interferenzmuster	57
BioPower	25	Externe Validität	121	Intermedialer Wettbewerb	128
Biotrockenmasse	77	eye-tracking	125	Internetplattform	81
Bismuth	25	<b>F</b> ällungsverfahren	68	Internet- Berichterstattung	88
Bitfehlerrate (BER)	64	farbige Projektionen	57	<b>J</b> unge Innovatoren	16
Blended Learning	113	Färbung	44	<b>K</b> askadenregelung	38
Bluetooth-Schnittstelle	59	feedback path	34	Kerngeschäft	127
Blutbank	31	Feldflussfraktionierung	43	kidney stones	78
Bodenabstandssensoren	59	Filtered-X Least Mean Squares	34	Kirchhoff-Fresnel'schen Integral	58
Boost	100	Finanzinvestoren	128	Kjeldahl test	78
Boost-Knopf	37	Finanzkrise	127	Kohärenzbandbreite	61
Brennpunkt	56	flash banner	125	Kommunikationsansätze	125
Brennstoffzelle	75	Flash-Stream	89	Kompetenzbereiche	17
Broadcast	47	Flash-Technik	89	Kompetenzmodule	52
<b>C</b> alibration plot	80	flow behaviour	73	Kontibetrieb	77
Carpet-Plot	84	fokussiert	56	Konzentrationsprozesse	128
CCD-Bildaufnahmewandler	57	food	78	Kooperationen	14
Charge balancing	103	Forklift application	100	Kooperations- und Teamfähigkeit	121
circular flow field	73	Forschungsaufträge	14	kooperative Promotion	21
combustion temperatures	94	FPGA	29	kranloses Montagesystem	69
Computational architecture	106	Fraunhofer'schen Näherung	58	Kreppelmoment	70
Computerholographie	56	Front-End	32		
conductive heat transport	86	Funksystemen	61		

Kühlaggregate	84	<b>O</b> ffshore Windenergieanlagen	69	situational awareness	47
kunstflugtauglich	59	Online-Lernspiel	114	situative Interview (SI)	122
Kunstkopfaufnahmen	110	Online-Plattformen	128	Software Engineering	115
Kunststofflinsen	57	optimised genset diesel-generator	105	Solar-Info-Center-Gebäudes	84
Kurs-Lagerreferenzsystem	59	OPTIMUS	70	soot particles	95
<b>L</b> agewinkel	59	ORACLE kernel	49	Soundscape	110
LAM-Prozess	66	<b>P</b> articulate matter emission	93	Space-Time-Coding (STC)	65
Landesförderung	23	Partikel	43	Spektraldarstellung	109
Langzeitmessergebnisse	32	perfekte Optiken	57	Spenden	15
Langzeitmonitoring	85	Personal-Digital-Assistent PDA	29	Spiegelserver	89
Laser-Ablation	66	Personalnettokosten	20	Spielfilmsenders	125
Laser-Ablationsverfahren	67	Pflanzenöle	90	spiked milk	80
Lastwechsel	99	Phase	56	Stabwerkskonstruktion	70
launching condition	55	Phasenhologramme	56	staining reagents	78
Lenticular lenses	107	Phasenschieber	56	Standortbedingungen	118
Lichtintensität	56, 85	Physikalische Sensorik	17	starch/iodine reagents	78
lithium-ion battery	99	Physik-Simulation ODE	51	statistical analysis	125
Live-Internetübertragungen	88	Pilotprojekt	31	Steinbeis GmbH	16
Lizenzen	15	PL/SQL stored	49	Steinbeis-Transferzentren	22
LMS algorithm	34	plant oils	90	stereoscopic view	106
Long Path Multi-Wavelength		Platin	25	Stereovideokamera paar	59
Extinction LPME	93	Portalkran	69	Stiftungen	15
loudspeaker	34	power amplifiers	36	StudiVZ	128
Low-Frequency-Telemetrie	27	PowerMEMS	26	SUSE LINUX	49
Luftwiderstand	42	power re-distribution	54	System- und Regelungstechnik	17
<b>M</b> agmaOffenburg	52	propagation delays	55	Systemverhaltens	39
Magnetic Pull	102	propagation properties	54	<b>T</b> ätigkeitsvorschau	121
Markertechnologie	66	Prozessorkern	29	Temperaturerfassung	32
Marktanalyse	127	Prüfung kognitiver Fähigkeiten	121	Testwechselrichter	38
Maximum-Ratio-Combining (MRC)	63	Punktgewicht	122	Thin Layer Chromatography	78
Mechanical Integration	102	<b>Q</b> ualitätsüberwachung	43	throttle valve	73
Medien	17	Quaternionen	59	Time/Space Scheduler (TSS)	48
Medienbetriebslehre	127	Quizzes	113	Topologieoptimierung	70
Medienbranche	127	<b>R</b> adial heat transport	86	Touchscreen	29
Medienkonvergenz	128	Rahmenwerk	113	Transferzentrum	16
Medienmanagement	125	Ranque-Hilsch vortex tube	73	Transmission Electron Microscope	
Medienökonomie	127	rape seed oil as fuel	95	TEM	93
Medienwirtschaft	127	Raumklimamessungen	85	transmission link	54
Medikamenten	27	Raumlufttemperatur	85	Transponder	31
Medizintechnik	27	Rayleigh Fading	61	<b>Ü</b> bertragungsqualität	61
Mehrantennensystemen	61	Reaktorgeometrie	77	Ultraschall-Abstandssensor	59
Mehrwegeausbreitung	61	recuperation have less influence	104	Umsatz	18
Melamine	78	redistribution of power	54	Untergrundverhältnissen	118
melamine in milk	78	Referenzstrahl	57	Up-Conversion Lumineszenz	66
Membranfläche	76	regeneration	99	UrbanConcept-Klasse	41
Memory-Effekte	44	Reliabilität	121	<b>V</b> alidität	121
MEMS-Kreiseln	59	renal failure	78	Ventilkonzepts	27
Mentale Arbeitsprobe	121	Rennwagen	37	Verfahrenstechnik	17
microphone	34	Ressourcen	127	Virtual Reality	106
mikrobiellen Brennstoffzelle	75	Rettungsroboter	51	Virtuelles Klassenzimmer	117
Mikrometer-Partikelgröße	67	RFID-TAG	31	<b>W</b> achstumsdynamik	128
Mikroorganismus	75	rightsizing the engine	104	Wärmepumpen	118
Mikropartikel	67	RoboCup WM	51	Weinfermentationsprozesses	43
Mild hybrid	99	Roboterfußball	51	Weinherstellung	43
milk	78	Robotik-Event	51	Weltmeisterschaft	53
MIMO: Multiple-Input-Multiple-Output	65	Rotordrehzahl	59	Wetterdaten	84
model matching	36	Rotorlage	38	wetterprognosegestützten Optimierung	84
Monitoring of individual cells	103	<b>S</b> afety shutdown	103	Wide Area Surveillance Network	47
Moodle-Server	117	sample diluted with water	80	Wiegandsensor	59
Motivationsproblem	122	Schluckspecht	21	wind energy converter	69
MPC-Gruppe	29	Schluckspecht III	41	Wirtschaft	17
multimode fibre	54	Schulungen	15	Wuster's blue reagent	78, 79
Musterkoffer	32	Screening	67	<b>Z</b> eitgewinn	121
Mutagenic Effects of Particulate Matter	90	Screeningzellen	76	zeitvariantem Verhalten	61
<b>N</b> achhaltige Energietechnik	81	SEAGsens	31	Zentrifugalkräfte	44
Nafion-Membran	76	Search for mutagenic substances	93	Zink	25
Nanokristalle	67	Sedimentations-FFF	43	Zustandsregler	39
Nao-Roboter	51	Selection Combining (SC)	63	Zwischenbilanz	121
nitrogen content	78	Signal Processor	35		
numerischer Strömungsmechanik	41	Simulationsmodell	39		
		SIRIUS	29		
		SIRIUS-OS	29		