

**Wärmebild des Gebäudes B der  
Fachhochschule Offenburg**

**IAF**

**Beiträge aus  
Forschung und Technik**

**1999**

## GRUßWORT



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

Forschung ist unverzichtbar für die Zukunftsfähigkeit einer Hochschule. Gerade im wettbewerblichen Kontext von auslandsorientierten Studiengängen avanciert die angewandte Forschung an Fachhochschulen zu einem wichtigen Alleinstellungsmerkmal gegenüber der überwiegend erkenntnisorientierten Grundlagenforschung der Universitäten. In diesem Kontext ist der langfristige Erfolg unserer Masterstudiengänge nur im wohl ausgewogenen Zusammenspiel innovativer Curricula und produktorientierter Forschung zu sichern.

„Der Hochschule nutzt, was der Lehre nutzt“ - insofern dient die Forschung der Professoren einer aktuellen, wissenschaftlichen und anspruchsvollen Lehre. Die Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben verhindert ein Abkoppeln der fachlichen Kompetenz der Professoren von den Fortschritten in Wissenschaft und beruflicher Praxis. Primär im Wettbewerb mit den höheren Gehältern der Industrie ist die Option der eigenständigen Bearbeitung von Forschungsvorhaben auch ein wichtiges Entscheidungskriterium bei der Nachwuchsgewinnung. Darüber hinaus können und sollen durch Auftragsforschung Mittel eingeworben werden, die angesichts der rückläufigen Haushaltsmittel eine angemessene Ausbildung der Studierenden in den Labors gewährleisten.

Die Neufassung des Gesetzes über die Fachhochschulen in Baden-Württemberg vom 01.02.2000 formuliert unverändert in § 3 (1) den spezifischen Forschungsauftrag dieser Hochschulart: „Im Rahmen ihres Bildungsauftrages nehmen die Fachhochschulen Forschungs- und Entwicklungsaufgaben wahr“. Neu ist der dezidierte Auftrag, durch Wissens- und Technologietransfer die Umsetzung und Nutzung der Forschungs- und Entwicklungsergebnisse in der Praxis zu fördern. Im Kontext einer Stärkung der Forschung ist auch die Einbeziehung der Ergebnisse in die leistungsorientierte Mittelvergabe der Fachhochschulen zu sehen.

Der vorliegende Forschungsbericht der Fachhochschule Offenburg unterstreicht mit qualifizierten Projekten den hohen Stellenwert, den Forschungs- und Entwicklungsarbeiten an unserer Hochschule einnehmen. Der im vergangenen Jahr nochmals gestiegene Drittmittelanteil dokumentiert, dass angewandte Forschung an der FHO zu einem integralen Bestandteil der Ausbildung geworden ist. Das IAF stellt als zentrale wissenschaftliche Dienstleistungseinrichtung den notwendigen Freiraum und den organisatorischen Rahmen für Forschung und Entwicklung (FuE) an der Fachhochschule Offenburg dar. Vor diesem Hintergrund nehme ich mit Freude zur Kenntnis, dass die Bedeutung des IAF als Wissens-Pool sowie als zentrale Anlaufstelle für interne und externe Fragen zu Forschung und Entwicklung weiter gesteigert werden konnte.

In diesem Sinn danke ich allen Kollegen, insbesondere der Leitung des IAFs, Herrn Prof. Dr. Jansen und Herrn Prof. Dr. Spangenberg, den Mitarbeitern sowie den Studierenden, die durch die Wahrnehmung von Aufgaben in der anwendungsorientierten Forschung ein wesentliches Profilelement einer Hochschule gefördert haben.

**INHALT****I ANGABEN ZUM IAF DER  
FACHHOCHSCHULE OFFENBURG 5**

Gliederung .....5

Institutsmitglieder .....5

**II GESCHÄFTSBERICHT ..... 7**

Kompetenzbereiche .....7

Dienstleistungen im IAF .....8

Einnahmen und Umsatz .....8

Projektübersicht .....11

Einbettung in die Forschungslandschaft an der  
FH Offenburg .....12**III MITTEILUNGEN ZU DURCHGE-  
FÜHRTEN FORSCHUNGSARBEITEN  
..... 13**III.1 Modellierung von Geschäftsprozessen  
(DARIF) .....15

III.2 Chip im Reifen.....15

III.3 Thermologger .....15

III.4 Miniaturisierter EKG - Logger .....16

III.5 Innovative Geräte für die  
Funktionsdiagnostik und Rehabilitation.....17

III.6 ASIC-Entwicklung an der FHO.....17

III.7 Einsatz von Doppelschichtkondensatoren  
als Energiespeicher in Elektrofahrzeugen.....18

III.8 Externes Spleißbeobachtungssystem.....19

III.9 Neue Lichtleiter zur Mehrwellenlängen-  
detektion in der Dünnschichtchromatographie19

III.10 Regio Demo Center.....20

III.11 Energieinsel der Fachhochschule Offen-  
burg mit Photovoltaik, Windkraftanlage und  
Blockheizkraftwerk im Verbundbetrieb .....21III.12 Mensa-Solaranlage der FH Offenburg mit  
LON-Feldbus und Online-Darstellung .....24

III.13 SOLARTHERMIE–2000.....25

III.14 Messung der Partikelemission von  
Verbrennungsmotoren..... 28III.15 Modelluntersuchungen zur Entwicklung  
und zum Bau neuer Industrie-Dampfturbinen 28III.16 Kleinmotorenentwicklung für Zweitakt-  
motoren..... 29III.17 Strukturbildung in Thermo- und  
Fluiddynamik ..... 30III.18 Dezentrale Biomassevergasung zur Strom-  
und Wärmenutzung ..... 31III.19 Zur Einführung des Euro und Schaffung  
einer Gemeinsamen Europäischen Zentralbank  
..... 32III.20 Wärmebilder an der Fachhochschule  
Offenburg.....33III.21 Aufstellung eines Rasterelektronen-  
mikroskops ..... 34III.22 EM - Strahlenbelastung durch Mobilfunk-  
station..... 35**IV ZUSAMMENSTELLUNG ..... 37**

Veröffentlichungen und Vorträge..... 37

Gastprofessuren im Ausland..... 38

Interne Berichte ..... 37

Patentanmeldungen..... 38

Teilnahme an Messen und Ausstellungen..... 38

**V ZUSAMMENFASSUNG ..... 39**

## IMPRESSUM

### *Herausgeber:*

Institut für Angewandte Forschung (IAF)  
Fachhochschule Offenburg

### *Redaktion und Gestaltung:*

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

### *Verantwortlich für den Inhalt:*

Die Autoren und Projektleiter der jeweiligen  
Projekte



Institut für Angewandte Forschung

## VORWORT

Forschung und Entwicklung sind ein wichtiger Teil der regionalen Dienstleistung, die eine Fachhochschule leisten kann. Insbesondere kleinere und mittlere Unternehmen (KMU), die nicht über eigene Forschungsabteilungen verfügen, sind auf den „Science Support“ ihrer wirtschaftlichen Betätigung angewiesen. Forschung & Entwicklung sind Basis jeder Innovation und damit Grundlage für die Erhaltung unseres technologischen Standorts.

Die Fachhochschule Offenburg ist seit 1986 mit dem Institut für Angewandte Forschung (vormals IIT) ein regionaler „Wissenschaftsfaktor“ geworden, der in vielfältigen Forschungsdisziplinen engagiert die Kooperation mit der Industrie angeht.



*Prof. Dr.-Ing. Dirk Jansen*



**Badstraße 24**

**D 77652 Offenburg**

Tel: +49-781-205-267

Tel: +49-781-205-0 (Zentrale)

Fax: +49-781-205-174

d.jansen@fh-offenburg.de

## Angaben zum IAF der Fachhochschule Offenburg

Die im IAF der Fachhochschule Offenburg seit 1986 durchgeführten anwendungsbezogenen Forschungsarbeiten demonstrieren Ausbildungs-niveau und Leistungsfähigkeit der Hochschule. Diese F&E-Arbeiten verfolgen die Zielsetzung, Technologie und innovative Impulse an die Industrie im Sinne einer wirtschaftlichen Verwertung weiterzuleiten. Dieser Praxisbezug sichert der Fachhochschule 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 dem Umweltechnik. Die sich in jüngster Zeit ergebenden Kooperationen mit in- und ausländischen Forschungsinstituten erfüllen die im Zuge der europäischen Harmonisierung wachsende praktische Bedeutung einer länderübergreifenden Zusammenarbeit.

### Gliederung

#### System- und Regelungstechnik

Bildverarbeitung zur Objekterkennung

I Biomedizintechnik, Biomechanik

II Mikropositioniersysteme

III Mikroelektronik & ASIC-Design

#### Physikalische Sensorik

IV Optische Übertragungssysteme

V Faserkreiselentwicklung

VI LWL-Technologie

VII Spektrometrie

#### Verfahrens- und Umweltechnik

VIII Thermische Verfahrenstechnik

IX Solartechnik

X Umweltanalysetechnik

#### Sonderprojekt DARIF

XI CIM-Technologie

### Institutsmitglieder

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

*Geschäftsführender Leiter*

*Sekretariat: Ingrid Lange*

**Prof. Dr.-Ing. Spangenberg**

*Stellvertretender Leiter*

Prof. Ellmar Bollin

Prof. Dr.-Ing. habil. Karl Bühler

Prof. Dr.rer.nat. Detlev Doherr

Prof. Dr.-Ing. Joachim Jochum

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Kern

Prof. Dipl.-Ing. Franz Kolb

Prof. Dr.-Ing. Heinz-Werner Kuhnt

Prof. Dr.-Ing. Winfried Lieber

Prof. Dr.rer.nat. Klemens Lorenz

Prof. Dr.-Ing. Rainer Probst

Prof. Dr.rer.nat. Werner Schröder

Prof. Dr.-Ing. Lothar Schüssele

Prof. Dr.rer.nat. Michael Wülker

Prof. Dr.-Ing. Richard Zahoransky

### Projektleiter DARIF:

**Dipl.-Ing. (FH) Karl-Heinz Sternemann**

### Wissenschaftliche Mitarbeiter :

Dipl.-Ing. (FH) Martin Binkert

Dipl.-Ing. (FH) Bertram Birk

Dipl.-Ing. Jean-Paul Coulon

Dipl.-Phys. Dan Curtikapian

Dipl.-Ing. (FH) Philipp Eudelle

Dipl.-Ing. (FH) Markus Fischer

Dipl.-Ing. (FH) Raimund Fritsch

Dipl.-Ing. (FH) Uwe Geiges

Dipl.-Ing. (FH) Stefan Göhringer

Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Hauser

Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Hetzel

Dipl.-Ing. (FH) Uta Klingenberger

Dipl.-Ing. (FH) Peter Liede

Dipl.-Ing. Jürgen Lott

Dipl.-Ing. (FH) Roland Person

Dipl.-Ing. (FH) M. Rieger-Motzer

Dipl.-Ing. (FH) Lars Schanbacher

Dipl.-Ing. (FH) Carsten Störk

Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Vollmer

Dipl.-Ing. (FH) Andrea Seidel

Dipl.-Ing. (FH) Bernhard Terwey

### **Kooperationspartner**

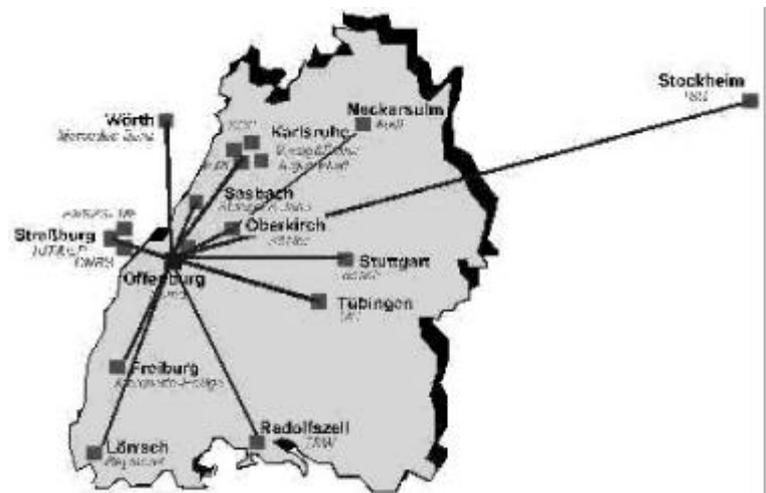
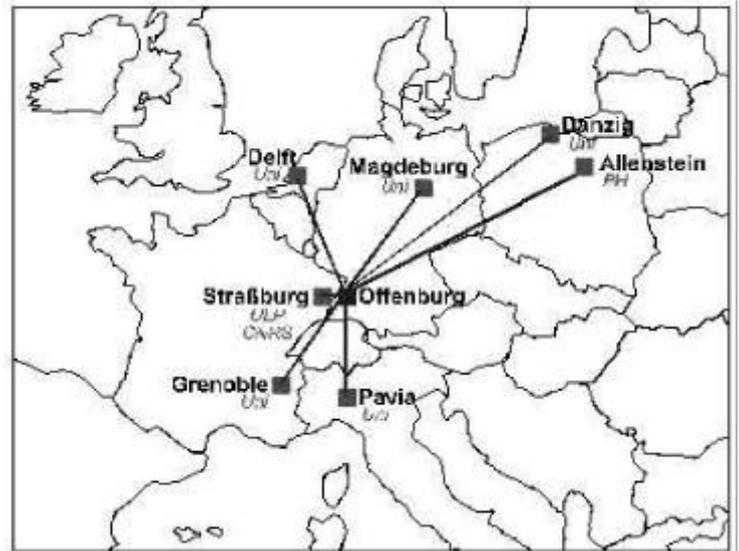
Das Institut arbeitet mit den unten aufgeführten Kooperationspartnern zusammen:

#### **Institute und Vereinigungen:**

III LIME,  
 Universität Joseph Fourier Grenoble  
 IUT, ULP Strasbourg  
 Laboratoire de Cristallographie,  
 ULP Strasbourg  
 ENSPS/IMF , ULP Strasbourg  
 CNR Kernforschungszentrum Strasbourg,  
 Groupe d'Optique Appliquée (GOA)  
 DIS, Universität Pavia ,  
 IAF, FH Karlsruhe  
 IAF, Fachhochschule Furtwangen  
 IAF, Institut für Medizintechnik, FH Ulm  
 IAF, Universität Magdeburg  
 FZK Karlsruhe, Institut für Angewandte Informatik  
 Otto von Guericke Universität Magdeburg, Institut  
 für Arbeitswissenschaft  
 CIMOSA Association e.V.  
 Beratender Expertenkreis aus Industrie und Wissenschaft  
 Deutsche Forschungsgemeinschaft, Rechnerkommission  
 Universität Delft, NL, Institut für Meßdatenerfassung  
 Universität Heidelberg, Institut für Anatomie II  
 Universität Danzig, Department of Computer Science

#### **Industrie:**

ASS Adam Stegner, Stockheim (Oberfranken)  
 BURDA Druck GmbH Offenburg, Tiefdruck  
 Standort Offenburg  
 August Koehler AG, Oberkirch  
 Striebel & John GmbH, Sasbach  
 SCC Schwarz Communication Consult, Karlsruhe  
 Witzig & Frank GmbH, Karlsruhe  
 Mercedes Benz AG, Wörth  
 Argus Fluid, Karlsruhe-Albtal  
 Marquette - Hellige GmbH, Freiburg  
 Siemens AG, München  
 Audi AG, Neckarsulm  
 Raymond GmbH, Lörrach



## II. Geschäftsbericht

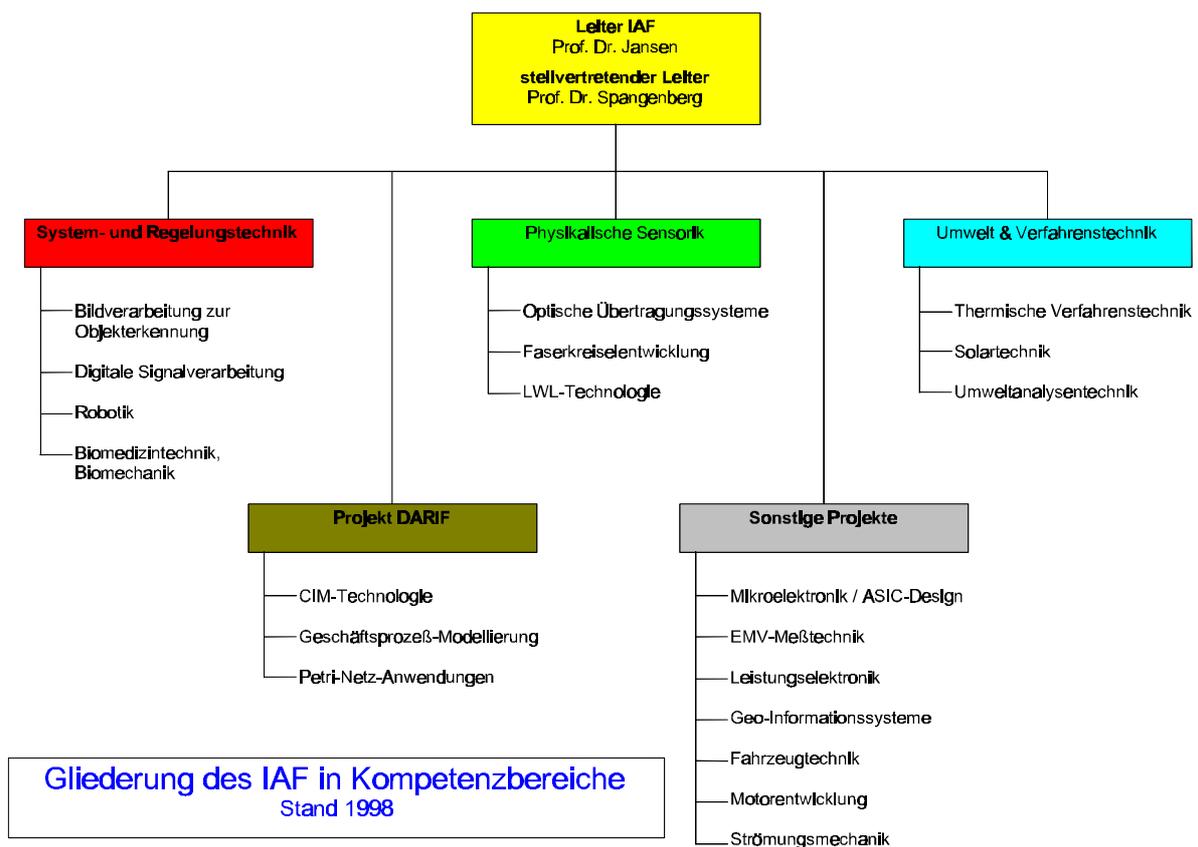
Der Bericht gibt die im Zeitraum Oktober 98 - Oktober 99 durchgeführten, dem IAF zuzuordnenden Aktivitäten wieder. Bezüglich der Umsatzdarstellung wird das Kalenderjahr 99 verwendet, wobei die Ausgaben auf der Basis des aktuellen Standes bis Ende 1999 geschätzt sind. Hinsichtlich des Mitglieder- und Mitarbeiterbestandes wird der im Oktober erreichte aktuelle Stand beschrieben. Bei der im Mitarbeiterbereich gegebenen hohen Fluktuation sind auch Personen aufgeführt, die nur zeitweise in 1999 mit IAF - Forschungsaufgaben betraut waren oder nur mit einer halben Stelle beschäftigt sind. Der Beitrag der Professoren in Form von Deputatserlass ist bisher noch nicht in den Umsatz eingerechnet.

### Kompetenzbereiche

Das IAF der Fachhochschule Offenburg pflegt die in Bild 1 dargestellten Kompetenzbereiche. Das Institut verfügt über die Schwerpunkte

- System- und Regelungstechnik,
- Physikalische Meßtechnik,
- Verfahrens- und Umwelttechnik.

Einzelne Projekte großen Umfangs wie DARIF sind als eigenständige Organisationsstrukturen ausgewiesen. Dies ergibt sich einmal aus dem großen Volumen dieser Projekte, die eine direkte Eingliederung unter die Institutsleitung erfordern, als auch inhaltlich, als diese Projekte thematisch interdisziplinär angelegt sind. Unter „sonstige Projekte“ sind Vorlaufentwicklungen subsummiert, die sich inhaltlich nicht direkt unter die Hauptschwerpunkte einordnen lassen.



## Dienstleistungen im IAF

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

Angesichts der derzeit extrem knappen Stellensituation (1 Mitarbeiter) für den Zentralbereich muß die Darstellung in Abb. 2 als Ziel, nicht als Iststand verstanden werden, und manches befindet sich noch im Aufbau.

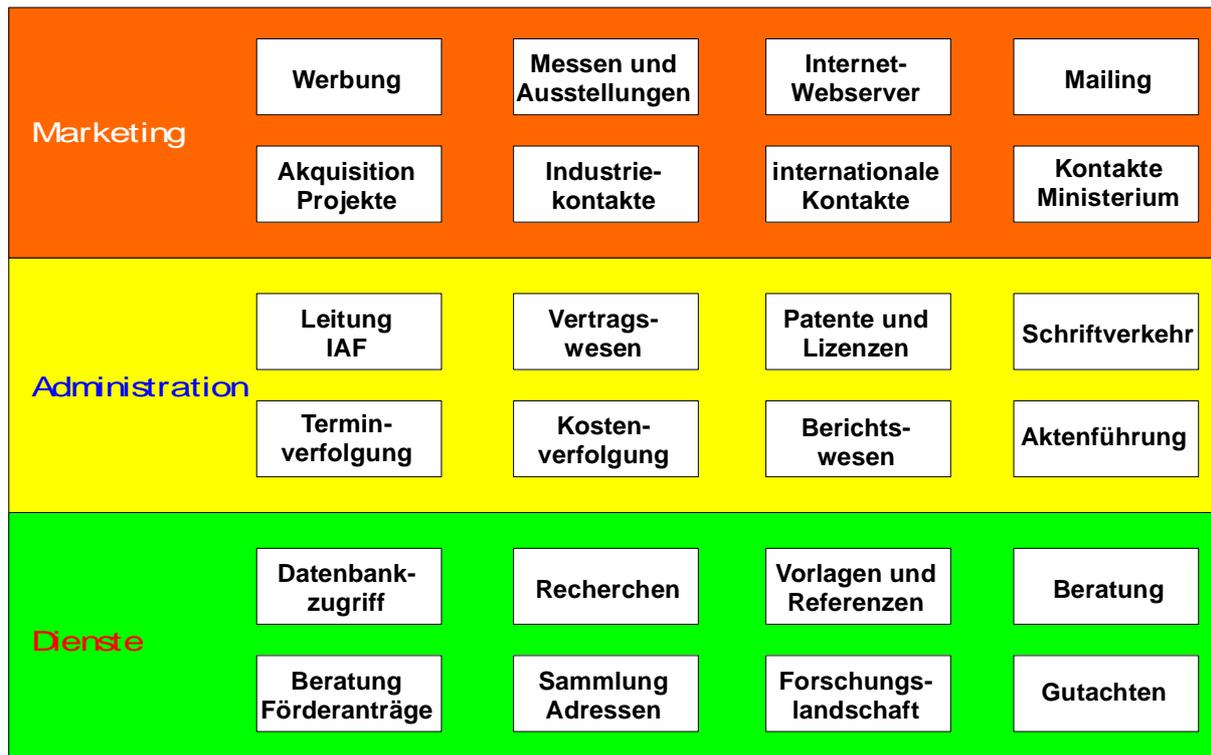


Abb. 2: Dienstleistungen des IAF's

## Einnahmen und Umsatz

Einnahmen und Umsätze konnten in den letzten Jahren erheblich gesteigert werden. Abb. 3 enthält die Umsatzentwicklung der letzten Jahre, wobei die Zahlenwerte für 1999 geschätzt wurden. Die Zahlen basieren auf den kalkulatorischen Kosten für die Personalstellen, die somit auch Kosten für Arbeitsplatz, Räume und Grundausstattung umfassen und entsprechen damit den Realkosten. Die Sachkosten sind durch Kostenstellenrechnung erfaßte Realkosten.

Dem Diagramm kann entnommen werden, daß die bescheidene Grundförderung der IAF's durch das Land in zunehmendem Maße gegenüber den Drittmitteln an Bedeutung verliert, wenn auch in 1999 wieder eine deutliche Steigerung zum Vorjahr erreicht werden konnte. Maßgebend hierfür waren neben dem Innovativen Projekt „MINELOG“, dem neu akquirierten Projekt „Chip im Reifen CiR“ und dem ebenfalls in 1999 hinzugekommenen Projekt „Partikelmeßtechnik in Abgasen“ auch eine erhöhte Zuweisung bei der Grundfinanzierung (Bonus) sowie die Gewinnung von Fördermitteln aus dem Programm „Neue Generation“, und dem Schwerpunktprogramm III, die zusätzliche Investitionen ermöglichten. Das Darif-Projekt, das in 1999 auslief, war nur noch in den Industriemitteln wirksam.

An dieser Stelle sollte erwähnt werden, daß inzwischen alle Mitarbeiter des DARIF-Projektes die Hochschule verließen, wobei drei von Ihnen auf der Basis des DARIF-Know-Hows eine Firma gründeten, die inzwischen mehr als 5 Mitarbeiter hat. Nachfolgeprogramme des IAF's auf der Basis von DARIF sind noch in der Akquisition und deshalb umsatzmäßig in 1999 nicht wirksam.

Die Förderung durch Hochschulmittel, im wesentlichen dem IAF zugewiesene Personalstellen, konnte angesichts der engen personellen Situation an der Hochschule nur mit Mühe beibehalten werden, ist jedoch immer noch von Bedeutung. In den Anfangsjahren hat die Bereitschaft der Fachbereiche, das IAF mit Personal zu unterstützen, wesentlich zum erfolgreichen Start und Wachstum des Instituts beigetragen. Von großer Bedeutung für die Akquisition neuer Projekte sind auch Verstärkungsmittel aus dem Hochschulbereich, die erst die notwendigen Vorarbeiten bei F&E - Projekten durchzuführen erlauben. Da in diesen Vorarbeiten in erheblichem Umfang Studenten in Studien- und Diplomarbeiten engagiert sind, kommen diese Mittel gleichzeitig der Lehre zu Gute. Im übrigen ist die Zusammenstellung der Förderung durch die Fachbereiche sicher unvollständig, da weder die Deputatsbeiträge noch die von Assistenten geleisteten Beiträge kostenmäßig erfasst sind.

Im Drittmittelbereich konnten vor allem im Umfeld des Projektes DARIF, aber auch in einem ersten Verwertungsschritt bei MINELOG sowie im Bereich der Lichtwellenleitertechnik bemerkenswerte Einnahmen als direkte Industriemittel erzielt werden.

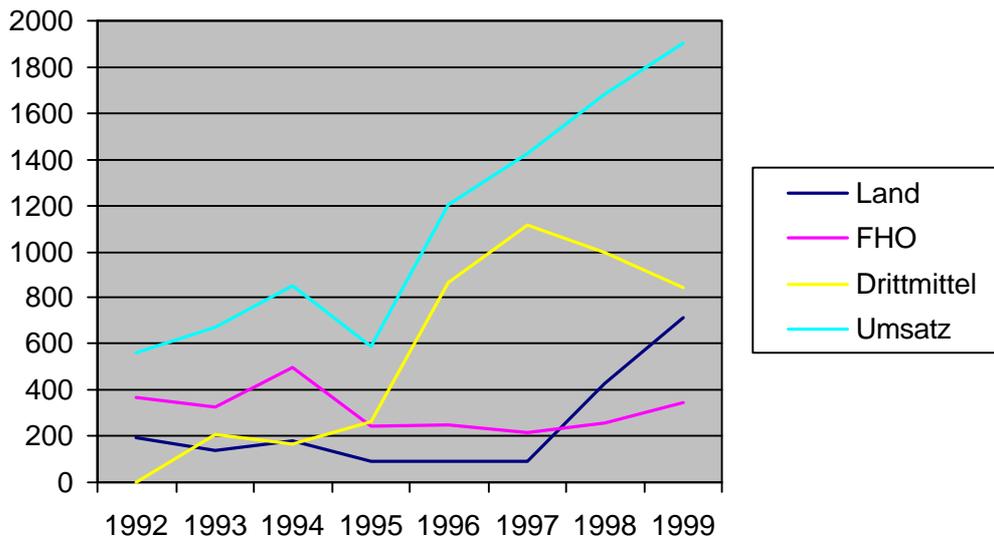


Abb 3: Umsatzentwicklung im IAF der Fachhochschule Offenburg (kalkulatorische Realkosten in DM)

Bei den Großprojekten ist das BMBF- und industriefinanzierte DARIF - Projekt zu erwähnen, das zu einem erheblichen Umsatz im Drittmittelbereich führte, mit Juni 1999 aber abgeschlossen wurde. Im europäischen Rahmen konnte mit dem Projekt „RegioDemoCentre“, einer Zusammenarbeit mit der Straßburger Partnerhochschule, ein längerfristiges europäisch finanziertes Projekt begonnen werden. Neu begonnen wurde auch das bundfinanzierte SOLARTHERMIE-Projekt. Weiterhin konnten zwei neue Innovative Projekte „CiR“ und „Partikelemission“ angefangen werden, beide in Industriekooperation. Darüber hinaus führte eine Patentanmeldung im VU Schwerpunkt inzwischen zu einem Industrieprojekt, die Vorarbeiten im Schwerpunkt Physikalische Sensorik haben zu einem weiteren Anschlußprojekt geführt, in dessen Rahmen eine Dissertation erarbeitet wird. Auch im Mikroelektronikbereich konnte ein Industrieprojekt akquiriert werden. Alle diese Maßnahmen haben dazu geführt, dass auch nach Auslaufen des Großprojektes DARIF der Umsatz gehalten bzw. gesteigert werden konnte.

Anträge für weitere Projekte wurden erarbeitet und gestellt, werden sich aber erst 2000 im Umsatz niederschlagen. Hierbei stehen mehrere Großprojekte an, die zu einer weiteren Expansion, soweit dies bei der derzeitigen Personalsituation möglich ist, führen wird.

Der Industrie - Umsatz gliedert sich, neben dem Anteil DARIF, in eine Vielzahl von Einzelprojekten. Sachspenden der Industrie sind nicht aufgeführt.

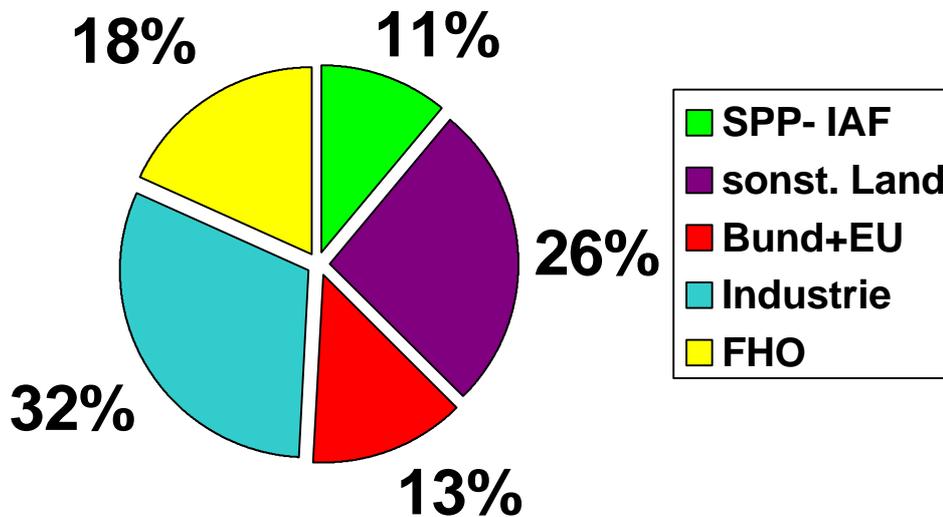


Abb. 4: Zusammensetzung der Umsätze nach Förderquellen

Abb. 4 zeigt die Quellen der Fördermittel. Für 1999 wird ein **Umsatz von 1.906.000 DM** prognostiziert, nochmals eine Steigerung gegenüber 1998. Das Diagramm zeigt, dass der Finanzierungsanteil des Landes wieder auf 37 % gestiegen ist, wobei allerdings die Innovativen Projekte mitgezählt wurden. Die eigentliche Basisfinanzierung ist trotz Bonus mit 11% außerordentlich bescheiden.

Der überwiegende Teil der Mittel wird für Personal aufgewendet (**ca. 84 %**), Sachmittel und Investitionen machen nur **ca. 16 %** aus. Durch zwei ABM – Stellen (Sekretariat, Elektroniktechniker) konnte die Personalkraft des Instituts kostengünstig gesteigert werden. Die Personalkosten enthalten bisher nicht die Arbeitsleistung der Professoren und sind insofern noch nicht ganz mit anderen Instituten vergleichbar. Dies soll im nächsten Jahr berücksichtigt werden.

Bei den Personalkosten ist zu beachten, dass das IAF über keine „Personal - Stellen“ verfügt, sondern ausschließlich mit Projektingenieuren in Zeitverträgen arbeitet. Inwieweit unter der wenig marktgerechten Bezahlung nach BAT IVb und beginnender Knappheit von Ingenieuren in Zukunft noch qualifizierte Absolventen gewonnen werden können, ist fraglich. Da die Arbeit in den größeren Projekten zunehmend professioneller und industrieähnlicher wird, muss die Bezahlung auch Industrieverhältnissen angepaßt sein, insbesondere, wenn durch Projektablauf und Zeitbegrenzung damit ein Arbeitsplatzrisiko verbunden ist.

Das aufgebaute Know-How kann nur dann erhalten bleiben, wenn eine personalmäßig „kritische Masse“ **ständiger Mitarbeiter** vorhanden ist, eine Zahl, die noch nicht erreicht werden konnte. So konnte zwar die Zahl der Institutsmitglieder (Professoren) auf heute 16 Mitglieder (Abb. 5) erhöht werden, die Zahl der Mitarbeiter ist mit durchschnittlich 15 jedoch noch zu gering für eine stabile, sich selbst tragende Weiterentwicklung, insbesondere, da sich diese auf mehrere Fachbereiche und Disziplinen aufteilen und eine durchschnittliche Verweildauer von unter 2 Jahren üblich ist.

Eine Steigerung der Grundfinanzierung auf mindestens 3 - 4 Stellen und Planungssicherheit sind deshalb für ein weiteres Gedeihen des Instituts unabdingbar. Hierbei ist auch aus Gerechtigkeitsgründen der Anteil der Arbeit im Institut, der unmittelbar lehr- und ausbildungsbezogen ist, vom Staat zu tragen. Ferner ist zu bedenken, dass die nahezu ausschließliche Arbeit mit Absolventen, die erst in die industriennahe Tätigkeit eingearbeitet werden müssen, erhebliche zusätzliche Kraft bindet und das Entwicklungsrisiko aufgrund der Unerfahrenheit der Mitarbeiter stark erhöht. In der Konkurrenzsituation mit anderen Instituten und der Industrie im europäischen Raum muss deshalb auch für die IAF's Chancengleichheit hergestellt werden, was nur durch Übernahme dieser Ausbildungskosten und Risiken durch das Land erfolgen kann.

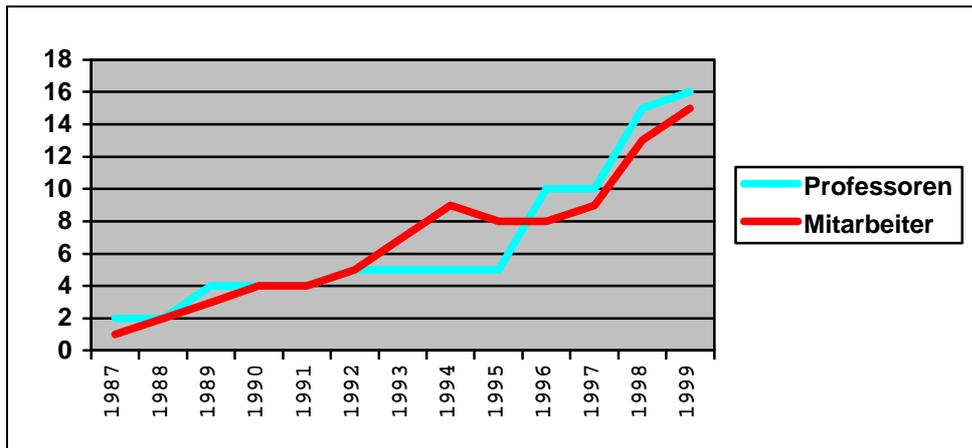


Abb. 5: Entwicklung der Mitgliederzahl

### Projektübersicht

Im IAF der Fachhochschule Offenburg werden Projekte aus den Fachgebieten

- System- und Regeltechnik,
- Physikalische Sensorik,
- Verfahren- und Umwelttechnik
- Informatik (DARIF)
- Mikroelektronik

bearbeitet. Bei den in den letzten Jahren bearbeiteten Projekten ist deren Einordnung in Schwerpunkte wegen ihres interdisziplinären Charakters immer schwieriger geworden. Fast in allen Projekten spielt der Einsatz von Rechnern eine bedeutende Rolle, so daß der Informatik - Kompetenz größte Bedeutung zukommt. So steht die EDV - Anwendung im Projekt DARIF an vorderster Stelle, die Entwicklung von Hardware - Komponenten hat demgegenüber, nicht zuletzt wegen des gegenüber früher gestiegenen Aufwandes in Personal, Kompetenz und Werkzeugkosten, deutlich abgenommen. Hier ist auch keine Konkurrenzfähigkeit mit der Industrie mehr gegeben, allenfalls noch im Mikroelektronik - Bereich, wo die Fertigung komplett außer Haus gegeben wird.

Eigentliche „Produkte“ des IAF's sind deshalb Urheberrechtsobjekte, heute „IP“ genannt (von Intellectual Property), in Form von Programmen, Designs oder Plänen, die erst Warencharakter erringen müssen. Der Schutz durch Urheberrecht und Patente hat deshalb große Bedeutung, hier muß noch Basisarbeit geleistet werden.

### Einbettung in die Forschungslandschaft an der FH Offenburg

Im Rahmen der im Zuge der Evaluation des Instituts durchgeführten Bestandsaufnahme der Forschungslandschaft an der FH Offenburg im Juni 1997 wurde der Anteil der im Institut durchgeführten Forschungsleistungen auf etwa 1/3 der insgesamt an der FH im Hauptamt betriebenen F&E geschätzt. Inzwischen wurde dieser Anteil durch Aufnahme von Kollegen aus den Fachbereichen Maschinenbau und Verfahrens- und Umwelttechnik auf über 70 % erweitert, so dass nun die wesentlichen an der Fachhochschule Offenburg durchgeführten hauptamtlichen Forschungsaktivitäten im IAF angesiedelt sind.

Hinzu kommt die F&E, die im Rahmen der **7 Transferzentren der Steinbeis Stiftung geleistet** wird, die sich aber zum größten Teil außerhalb der Hochschule niedergelassen haben. Hierfür verantwortlich war neben der räumlich engen Situation durch Ausbau weiterer Studiengänge ohne Gebäudezuwachs die Veränderung der Rahmenbedingungen, insbesondere die hohen und nicht marktgerechten Gerätenutzungsgebühren, die zu einem untragbaren Geschäftsrisiko wurden. Zwar stellt die Schaffung qualifizierter und dauerhafter Arbeitsplätze in den Transferzentren für die Region einen großen Gewinn dar, jedoch gehen der Hochschule das Know-How und die Befruchtung durch die industrienahe Entwicklungsarbeit verloren.

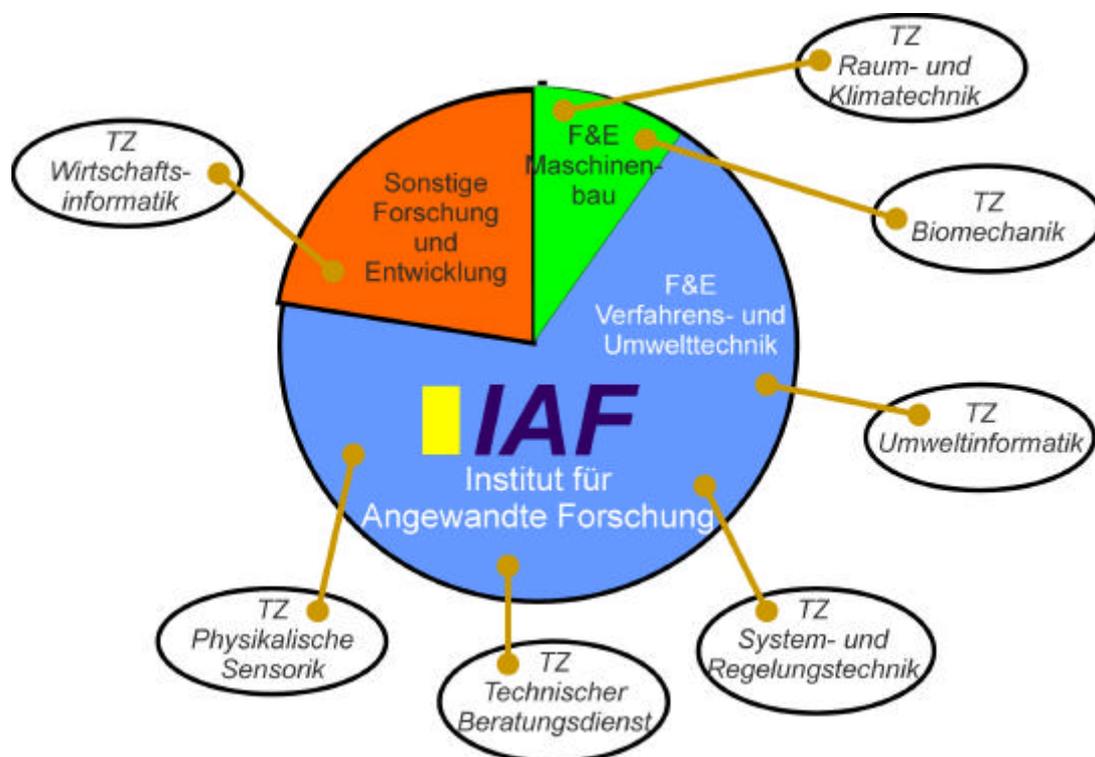


Abb. 5: Forschungslandschaft an der Fachhochschule Offenburg. Die Steinbeis - Transferzentren sind durch Personalunion der Leiter mit der Hochschule verbunden.

Wie der Graphik in Abb. 5 entnommen werden kann, sind die Transferzentren in Personalunion der Leiter mit der Hochschule liiert und leisten den größten Teil der unmittelbaren, auftragsbezogenen F&E für die KMU's der Region.

### III. Mitteilungen zu durchgeführten Forschungsarbeiten

Im folgenden werden die im Jahre 1999 durchgeführten Forschungsvorhaben inhaltlich kurz angerissen. Die Projekte sind in der nachstehenden Tabelle nach Fachgebieten / Schwerpunkten sortiert, die Förderkategorie kann der Eintragung entnommen werden. Die Zuordnung kann im Einzelfall bei mehreren Förderquellen schwierig sein. Es werden im wesentlichen drei Kategorien unterschieden:

#### Projekte aus Mitteln öffentlicher Förderer und der Industrie

Größten Umfang nimmt derzeit das DARIF – Projekt ein, das auf Grund der mit eigenen Mitteln durchgeführten umfangreichen Projektvorarbeiten in Zusammenarbeit mit Industriepartnern der Umgebung beim BMBF akquiriert werden konnte. Hinzu kommt eine Vielzahl kleinerer Projekte, die entweder in direktem Industrieauftrag oder mit maßgeblicher finanzieller Beteiligung der Industrie durchgeführt werden. Das Projekt *RegioDemoCentre*, ein EU – Projekt in Verbindung mit der Universität Straßburg/F, ist erfolgreich begonnen worden. Neu sind auch die Projekte *SOLARTHERMIE*, das Projekt *Thermologger*, die Fortsetzung der LWL – Speißuntersuchungen und das Projekt zur Spektroskopie mit LWL.

#### Projekte aus Landesförderung

Projekte dieser Art setzten in größerem Umfang Landesmittel ein. Hierzu gehören insbesondere die „Innovativen Projekte“, Verbundprojekte sowie Projekte, die aus der Zukunftsinitiative oder aus Schwerpunktmitteln Leistungen erhalten haben sowie die Projekte *MINELOG*, *CiR* und *Partikelmessung*.

#### Projekte aus FH – Eigenmitteln

Diese Projekte werden aus Eigenmitteln der Fachhochschule 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, sensitiven Gebieten nicht zu verletzen. Die Projekte sind im folgenden kurz skizziert

**Tabelle 1: Projektübersicht (thematisch gegliedert)**

Nr	Projektthema	Projektleiter	Förderer	Status	Kategorie
1	Modellierung von Geschäftsprozessen (DARIF)	Dipl.-Ing. (FH) Sternemann	BMBF +Industrie	Abgesch l. 6/99.	A
2	Chip im Reifen (CiR)	Prof. Dr.-Ing. Dirk Jansen, Prof. Dr. Mescheder, FH-Furtwangen	Verbund IAF-Furtwangen Industrie	Neu seit 9/99	B
3	Thermologger	Prof. Dr.-Ing. Jansen	Industrie	neu	C
4	Miniatur EKG – Logger	Prof. Dr. Jansen, Prof. Dr. Paulat (FH-Ulm)	Verbund IAF-Ulm Industrie	laufend	B
5	ASIC-Entwicklung an der FHO	Prof. Dr. Jansen, Dipl.-Ing. (FH) Vollmer	FH-IAF, MPC	laufend	D
6	Innovative Geräte für die Funktionsdiagnostik und Rehabilitation (Förderprogramm Ausgründung aus FH's)	Prof. Dr. Kern, Dipl.-Ing. (FH) –Schweiker	Land + Industrie	Abgesch 12/98	B

7	Energiespeicherung in hochkapazitiven Kondensatoren	Prof. Dr. Probst, Dipl.-Ing. Lott	FH-IAF, FZ-Ka, Ind.	laufend	A
8	Externes Spleißbeobachtungssystem	Prof. Dr. Lieber	Industrie	laufend	C
9	LWL für Spektroskopie	Prof. Dr. Spangenberg	Industrie	laufend	C
10	RegioDemoCentre	Prof. Dr. Schröder	EU	neu	A
11	Energieinsel an der FHO	Prof. Bollin, Prof. Dr. Zahoransky, Prof. Dr. Wülker	Land	laufend	B
12	Mensa-Solaranlage der FH Offenburg mit LON-Feldbus und Online-Darstellung	Prof. Bollin, Prof. Dr. Wülker	Land + FHO	laufend	B
13	SOLARTHERMIE 2000	Prof. Bollin	Bund	neu	A
14	Partikelemissionsmessung an Dieselmotoren	Prof. Dr. Zahoranski Prof. Dr. Kuhnt	Verbund	Neu seit 9/99	B
15	Modelluntersuchung zur Entwicklung und zum Bau neuer Industrie-Dampfturbinen	Prof. Dr. Zahoransky	Industrie, Energieforschung	Antrag gestellt	(A)
16	Kleinmotorenentwicklung	Prof. Dr. Kuhnt	IAF+ Industrie	laufend	C
17	Strukturbildung in Thermo- und Fluidodynamik	Prof. Dr. habil. Bühler	IAF	laufend	D
18	Dezentrale Biomassevergasung zur Strom- und Wärmenutzung	Prof. Dr. Jochum	FH, IAF	laufend	D
19	Umweltmessstation	Prof. Dr. Spangenberg	IAF	laufend	D
20	Beschaffung und Aufstellung eines Raster-Elektronenmikroskops	Prof. Großhans	IAF	neu	D

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

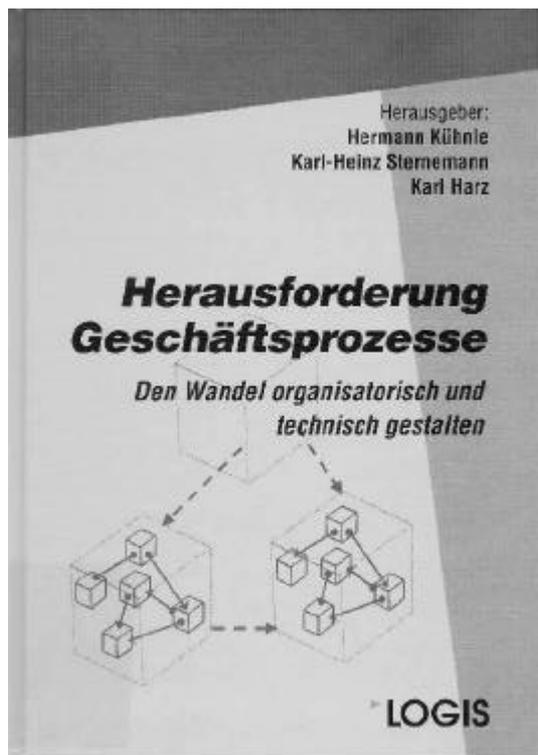
### III.1 Modellierung von Geschäftsprozessen (DARIF)

Prof. Dr. Hermann Kühnle und Dipl.-Ing. (FH)  
Karl-Heinz Sternemann  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg,  
Fachhochschule Offenburg

Das Projekt DARIF behandelt Methoden und Werkzeuge für dezentrale Arbeits- und Informationsstrukturen auf der Basis von Geschäftsprozessen. Das Projekt wird von einem Verbund von vier mittelständischen Industrieunternehmen, drei Forschungsinstituten und assoziierten Partnern bearbeitet. Förderer ist das BMBF innerhalb des Rahmenkonzeptes PRODUKTION 2000. Forschungsträger ist der Projektträger Fertigungstechnik (PFT) am Forschungszentrum Karlsruhe, Außenstelle Dresden. Das Projekt wurde 1996 begonnen und im Juni 1999 erfolgreich abgeschlossen.

Auf der Basis der Projektergebnisse, die einmal zu einer Dissertation führten (Dr. Sternemann), zum andern zu einem Sachbuch führten, wurde von Mitarbeitern des Projekts eine Fima gegründet, die sich mit der weiteren Verwertung der Ergebnisse im industriellen Umfeld auseinandersetzen wird.

Das Thema wird weiterhin vom IAF betreut. Auf der Basis der erstellten Software und des gewonnenen Know-Hows wird in direkter Industriekooperation eine Umsetzung angegangen. Bezüglich weiterer Informationen wird auf die Website der FH Offenburg <http://www.darif.fh-offenburg.de> hingewiesen.



### III.2 Chip im Reifen

Prof. Dr.-Ing. Dirk Jansen  
Dipl.-Ing. Carsten Störk  
Prof. Dr. Mescheder (FH-Furtwangen)

Die Messung von Reifendruck und -temperatur im fahrenden Fahrzeug ist mit zunehmender Elektronik im Fahrzeug sicherheitstechnisch von großem Interesse. Die bisher existierenden Systeme arbeiten mit Sensoren in der Radnabe oder Felge und sind bis dato nicht überzeugend. Ein Chip im Reifen, der gleichzeitig auch noch eine Identifikation für logistische Zwecke enthält, ist die elegantere Lösung.

Das im ASIC Design Center der FH Offenburg in den letzten Jahren erarbeitete Wissen über eingebettete Prozessoren, induktive Datenübertragung und Sensorik soll an einem anspruchsvollen Projekt angewendet werden.

In einem innovativen Projekt, gefördert durch das Land Baden-Württemberg, soll ein experimentelles System aufgebaut und untersucht werden. Der mikromechanische Drucksensor wird hierbei von der Fachhochschule Furtwangen, Prof. Dr. Mescheder spezifisch für diesen Anwendungszweck entwickelt. Die Fahrzeugintegration soll von einem Unternehmen aus dem Bereich Kraftfahrzeugzuliefererindustrie erarbeitet werden. Das Projekt wurde im September 1999 begonnen.

### III.3 Thermologger

Prof. Dr.-Ing. Dirk Jansen  
Dipl.-Ing. Jürgen Hauser  
Fa Coolcard/München

Die Erfassung von Temperaturprofilen mit einem Chipkarten großen speichernden Temperatursensor wird im ASIC Design Center schon seit Jahren verfolgt. Ein erstes funktionierendes System mit einem separaten digitalen Sensorchip und einem an der FH Offenburg entwickelten ASIC mit Microcontroller und CMOS-Speicher wurde auf der DATE 99 in München präsentiert. Das System besteht aus einer Daumennagel großen Leiterplatte, die in ein Chipkarten großes Gehäuse integriert ist. Das Auslesen erfolgt über eine Telefonkartenschnittstelle.

Die als Thermologger bezeichnete Anwendung ist in der Lage, ca. 7.000 Temperaturmesswerte, mit digitaler Kompression auch ein Vielfaches davon, zu erfassen und zu speichern. Die Auflösung beträgt  $0,2^\circ\text{C}$ , die Genauigkeit etwa  $0,5^\circ\text{C}$ .

Neben den Chipkartensensoren umfasst das System ein Lesegerät und ein PC-Programm, über das die Sensoren konfiguriert und die Messergebnisse dargestellt werden können. Über den PC erfolgt auch das Sicherheits-Handling, wie Passwortabfrage, ID-Nr.-Eingabe usw., wie es für ähnliche logistische Baugruppen heute üblich ist.

Derzeit wird an einer Version 3 gearbeitet, die zusätzlich einen auf dem Chip integrierten Temperatursensor enthält und über eine induktive Datenschnittstelle verfügt. Damit ist dieses hochintegrierte Modul nicht nur kleiner und kompakter, sondern auch hermetisch einschließbar, was vor allem im Lebensmittelbereich eine Forderung darstellt.

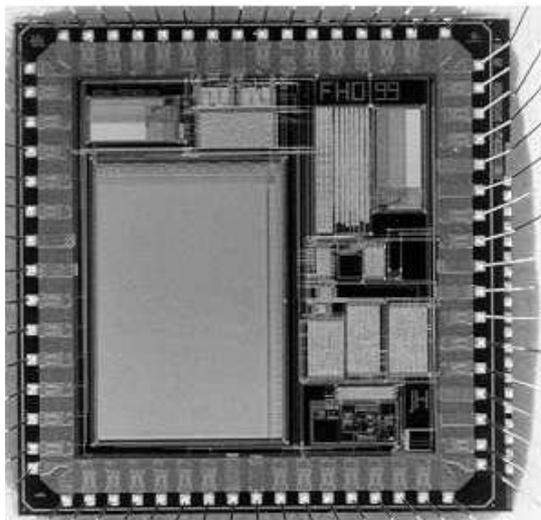


Abb. III.3-1: Thermologger-Chip, Version 3

Die Vermarktung der Entwicklung, die Weiterentwicklung zu einem Produkt erfolgt in Zusammenarbeit mit der Firma CoolCard. Anwendungsgebiete finden sich in der Landwirtschaft, der Gärtnerei und vor allem im Transportwesen, z.B. beim Transport verderblicher Güter.

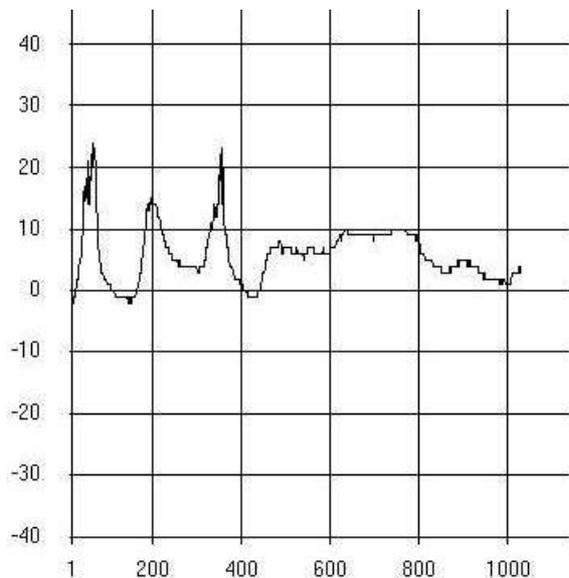


Abb. III.3-2: Mit dem Thermologger aufgezeichnetes Temperaturprofil

### III.4 Miniaturisierter EKG - Logger

Prof. Dr.-Ing. Dirk Jansen  
 Dipl.-Ing.(FH) Markus Fischer, Dipl.-Ing.(FH)  
 Carsten Störk, Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Vollmer  
 Dipl.-Ing. Stefan Göhringer  
 Prof. Dr. Paulat (FH-Ulm)  
 Dipl.-Ing. (FH) Mohamed Rezaiean

Im Medizinbereich werden häufig Patienten mit EKG - Datenloggern ausgestattet, um über einen Zeitraum von Stunden oder Tagen die Herzrhythmen aufzuzeichnen. Aus den Aufzeichnungen kann auf Rhythmusstörungen oder andere Anomalien geschlossen werden.

Die existierenden Datenlogger sind relativ groß und schwer und werden vom Patienten am Gürtel getragen. Zusammen mit den Ableitungen ist das unbequem, unhandlich und schränkt den Bewegungsspielraum ein. Nicht zuletzt dadurch ist dem Patienten der Logger ständig bewusst, was letztlich zu unnormalem Verhalten und damit zu einer Verfälschung der Messergebnisse führen kann.

Im Rahmen des Projektes MINELOG (Miniatur-EKG-Logger) wird ein 24 h-EKG-Datenaufzeichnungsgesät entwickelt, das so klein ist, dass es in ein auf der Brust befestigtes Elektrodenpflaster integriert werden kann.

Im Jahr 1999 wurde ein erster Prototyp erfolgreich in Betrieb genommen, sowie die Pflasterkonzeption grundsätzlich erprobt. Hierbei wurde mit einem Elektrodenhersteller, der in großem Umfang Elektroden für die EKG-Erfassung herstellt, kooperiert. Fragen der Elektrodenoberfläche, der Verdrahtung und Fertigung konnten weitgehend abgeklärt und funktionsfähige Prototypen gefertigt werden.



Abb. III.4-1: Versuchsperson mit angelegtem Pflaster

Die Datenerfassungselektronik ist in einem nur wenige Zentimeter großen und weniger als 20 Gramm wiegenden Modulgehäuse zusammengefasst. Hierfür wurde ein neuer ASIC entwickelt, der zwei 16-Bit Analog/Digital-Konverter nach dem Sigma/Delta-Verfahren, eine Filter- und

Datenkompressionseinheit sowie einen Microcontrollerkern enthält. Dieser ASIC bildet zusammen mit einem Flashspeicher die gesamte MINELOG-Elektronik. Der inzwischen gelieferte ASIC hat sich als voll funktionsfähig erwiesen, ein Prototyp mit allen Eigenschaften wird derzeit aufgebaut.

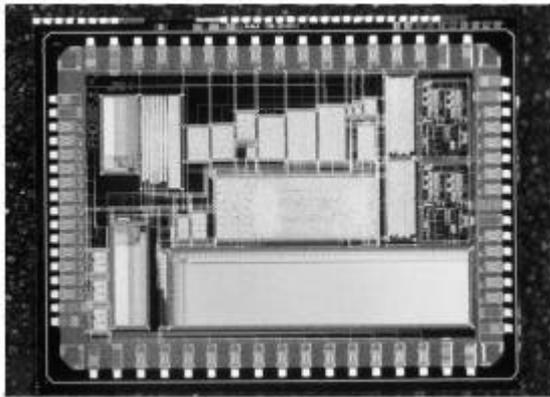


Abb. III.4-2: MINELOG – ASIC

Die Entwicklung des EKG-Loggers erfolgte in Kooperation mit der Firma Marquette-Hellige in Freiburg.

### **III.5 Innovative Geräte für die Funktionsdiagnostik und Rehabilitation**

*Dipl.-Ing. (FH) Schweiker*

Dieses Projekt ist eine auf Verwertung gerichtete Fortsetzung der am IAF seit Jahren durchgeführten Zusammenarbeit mit der ULP / Straßburg auf dem Gebiet der Physiologie. Die Finanzierung erfolgt über ein Ausgründungsprogramm, der Mitarbeiter ist nur über eine vom Land geförderte halbe Stelle mit der Hochschule verbunden.

Inhaltlich geht es um die elektrische Erfassung der Augenbewegung über Elektroden, die am Kopf angebracht werden. Das Projekt wurde Ende 1998 beendet. Ergebnisse können dem Projektbericht entnommen werden.

### **III.6 ASIC-Entwicklung an der FHO**

*Prof. Dr.-Ing. Dirk Jansen*

*Dipl.-Ing. (FH) W. Vollmer, Dipl.-Ing. (FH)*

*Jürgen Hauser, Dipl.-Ing. (FH) Markus Fischer*

An der FH Offenburg steht seit Mitte 1990 ein gut ausgestattetes Labor für den Entwurf integrierter Anwenderschaltungen (ASIC steht für Application Specific Integrated Circuits) zur Verfügung. Im Rahmen der Studentenausbildung, in Studien-, Diplom- und Forschungsarbeiten wurden inzwischen mehr als ein Dutzend integrierte Schaltkreise entworfen, gefertigt und erprobt.

Hierbei wird eng mit Kollegen der MPC - Gruppe zusammengearbeitet, die von den in dem Gebiet der Mikroelektronik tätigen Fachhochschullehrern Baden-Württembergs gebildet wird und einen regen Austausch in Lehre, Ausrüstung und Forschung sicherstellt. So konnten die von den Studenten entwickelten Chips erfolgreich gefertigt werden, was allein die notwendige Entwurfserfahrung und den Rückfluss von Information durch Test der Chips sicherstellt. Die Fertigung der Schaltungen erfolgt über die europäische Organisation EURO PRACTICE, in der die FHO seit 1991 Mitglied ist (zuvor EUROCHIP).

Der Schwerpunkt der Arbeiten an der Fachhochschule Offenburg konzentriert sich seit einiger Zeit auf digitale Schaltungen, wobei als bisher umfangreichster Entwurf ein eigener 16 Bit – Mikroprozessor (FHOP) entwickelt und erfolgreich erprobt werden konnte. Als Zelle von nur 1,5 mm<sup>2</sup> Größe kann dieser Prozessorkern auch in sehr komplexe digitale Schaltungen zusammen mit Speichern und Peripheriezellen integriert werden und damit Applikationen vom Taschenrechner bis zum Fahrradcomputer abdecken.

Um den Prozessorkern nutzen zu können, war ein Entwicklungssystem mit Assembler und Simulator zu entwickeln, ein C-Compiler soll noch folgen. Diese Programmentwicklungsumgebung läuft komfortabel unter dem Betriebssystem "WINDOWS" und braucht den Vergleich mit kommerziellen Tools nicht zu scheuen. Auch der Prozessor selbst ist mit 50 MHz maximaler Betriebsfrequenz und sehr kompaktem Code durchaus vergleichbar mit modernen kommerziellen Controllern. Die Entwicklung fand auf internationalen Konferenzen in Rochester / USA und Paris 1996 Anerkennung und Resonanz. Derzeit bahnt sich eine Zusammenarbeit mit weiteren potentiellen Anwendern in internationalem Rahmen an.

Mit dem Release eines ersten FHOP - Design - Kits auf CD, der einem größeren Teil von Anwendern zugänglich gemacht wurde, konnten die an der FH erarbeiteten Module dokumentiert (englisch) und eine inzwischen weltweite Verbreitung (Japan, Singapur, USA) erreicht werden. Auf den an der FH entwickelten FHOP – Entwurf – Kit wird seit Frühjahr 1998 auch auf der an über 300 Universitäten Europas verbreiteten EURO PRACTICE-CD hingewiesen. Eine spätere Aufnahme auf die CD ist zugesagt.

Die FHOP – Core – Entwicklung ist der Schlüssel zu einer ganzen Reihe von weiteren Projekten, in denen der Prozessor und die dazugehörigen Module eingesetzt werden. Erwähnt werden sollten die Projekte MINELOG, CiR und THERMOLOGGER, weitere Projekte sind derzeit noch in der Akquisition.

1999 wurden insgesamt 5 IC - Projekte entworfen und zur Fertigung an EURO PRACTICE übergeben. Die bisher gelieferten Muster sind erwartungsgemäß funktionsfähig.

Der Prozesskern konnte zu einer 2. Generation (Softcore) mit noch höherer Leistung, der eine einfachere Anpassung an neue Technologien ermöglicht, weiterentwickelt werden. Es gelang zudem, den Kern auch auf programmierbaren FPGA-Bausteinen zu implementieren, sodass eine direkte Erprobung von neuen Schaltungen im Zusammenspiel mit dem Kern möglich wurde.

Der Prozesskern wurde an ein der Fa Infinion nahestehendes Institut für Erprobungszwecke lizenziert.

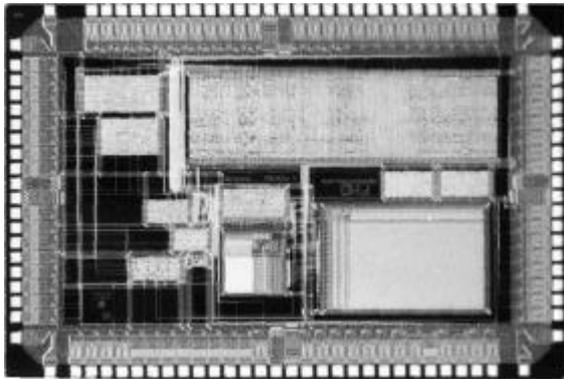


Abb. III.6-1: FHOP Version 2

Weiterhin wurden die Fähigkeiten im Design von Analogschaltungen weiter ausgebaut. So konnte mit dem Entwurf eines 16 Bit Sigma-Delta-Wandlers eine wichtige Schlüsselkomponente qualifiziert werden. Weiterhin wurde eine Temperaturmesszelle mit direktem digitalen Ausgang für den Temperaturbereich von  $-40 \text{ ..} +80\text{C}$  erfolgreich entwickelt

Zudem wurden alle Komponenten des FHOP-Design-Kits auf die neue Technologie ALCATEL-Mietec  $0.5\mu$  CMOS-A umgesetzt, was erhebliche Überarbeitung erforderte. Die Komponenten sind nun auch als Soft-IPs in der Entwurfssprache VHDL vorhanden und könne damit schnell auf neue Technologien umgesetzt werden.

### III.7 Einsatz von Doppelschichtkondensatoren als Energiespeicher in Elektrofahrzeugen

Prof. Dr.-Ing.. Probst

Dipl.-Ing. Lott

Kooperationsprojekt mit der Universität Karlsruhe

In einem Elektrofahrzeug sollen Doppelschichtkondensatoren eingesetzt werden, um die Reichweite des Fahrzeugs mit einer Batterieladung zu steigern. Daneben wird auch die Entlastung der Batterie von hohen Leistungsanforderungen deren

Lebensdauer möglicherweise deutlich verlängern, da effektiv weniger Zyklen durchlaufen werden.

Der als Versuchsträger eingesetzte Transporter des Typs MB 180E wurde inzwischen mit einer Zink-Luft-Batterie „ZOXY“<sup>®</sup> ausgestattet. Der erste Test fand im Frühjahr 1999 in Karlsruhe statt. Weitere Tests sind für dieses Jahr noch geplant. Dabei soll die mittlerweile fertiggestellte Leistungselektronik sowie der zweite Energiespeicher, bestehend aus 105 Power Caps, erprobt werden. Daneben findet ein Signalprozessor-System Anwendung, das neben der Leistungsregelung auch zur Archivierung von Messdaten auf dem PC dient.

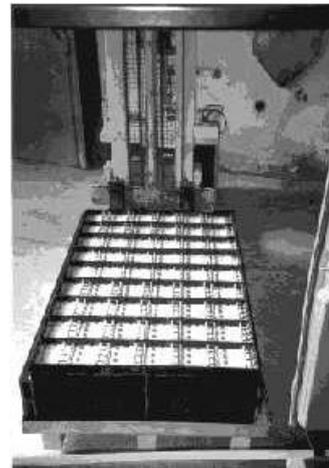


Abb. III.7-1: Zink-Luft-Batterie „ZOXY“

Das Fahrzeug wird angetrieben von einem luftgekühlten Drehstrom-Asynchronmotor mit Spannungszwischenkreisumrichter. Die Antriebsleistung beträgt 30 kW. Zur Unterstützung der Batterie, die über eine sehr hohe Energiedichte verfügt, wird ein zweiter Speicher eingesetzt, der kurzzeitig hohe Leistung liefern kann. Für diese Aufgabe sind Doppelschichtkondensatoren integriert worden, die einerseits die Fahrdynamik verbessern und andererseits Bremsenergie aufnehmen sollen.



Abb. III.7-2: Versuchsträger MB 180E

Der Kondensatorspeicher besteht aus 7 Blöcken, eine Einheit ist in untenstehender Abbildung zu sehen. Jedem Block ist eine Spannungserfassung zugeordnet, die es ermöglicht, die Spannung eines beliebigen Kondensators abzufragen. Dadurch können Unsymmetrien in der Spannungsaufteilung rechtzeitig erkannt und eine Zerstörung der Bauelemente vermieden werden.

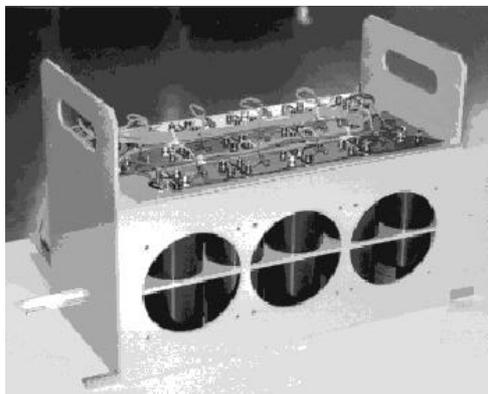


Abb. III.7-3: Power-Cap-Modul

Dieses Kooperationsprojekt mit der Universität Karlsruhe hat eine Laufzeit bis zum Herbst 2000 und ein Volumen von über 100 k DM. Die Finanzierung erfolgt intern/extern, Förderer sind das Grundausstattungsprogramm „Umwelt und Energie, Verfahrenstechnik und Werkstoffe“, die Universität Karlsruhe, die Firmen Panasonic, Badenwerk, Mercedes-Benz, ChemTEK und HPC und nicht zuletzt die FH Offenburg.

### III.8 Externes Spleißbeobachtungssystem

**Kooperationsforschungsprojekt zwischen der Siemens AG München und der FH Offenburg**

*Prof. Dr. rer. nat. Werner Schröder  
Prof. Dr.-Ing. Winfried Lieber  
Dan Curticaean ( Lic. fiz. )*

Das Herstellen eines optischen Netzwerkes bedarf einer großen Anzahl von Verbindungen und Verknüpfungen mit möglichst wenigen Verlusten. Dies wird u. a. mit Hilfe von modernen Spleißgeräten erreicht. Damit werden hochwertige, dauerhafte und beinahe verlustfreie ( 0,01 dB Verlust ) Verbindungen hergestellt.

Die Fachhochschule Offenburg entwickelt im Rahmen eines Kooperationsforschungsprojektes mit der Firma Siemens AG aus München ein Spleißbeobachtungssystem und führt damit Messungen zur Untersuchung der Spleißgeräte durch. Gleichzeitig werden die Spleißstelle sowie das Verhalten der Faser während des Spleißvorgangs untersucht.

Die Arbeiten werden in drei Schritten durchgeführt.

- Im ersten Schritt wird eine Bildbearbeitungs-oberfläche für die Spleißprozesse und Messeinrichtungen entwickelt. Entsprechend werden auch die passenden Bildbearbeitungsalgorithmen eingesetzt. Der Hardwareteil wird mit dem Einbau optischer Filter und Objektive erweitert.
- Im zweiten Schritt, werden die Messungen mit Hilfe der entwickelten Tools durchgeführt. Die Messergebnisse werden einheitlich gespeichert. Zudem ist es möglich, dem Beobachtungssystem mit der Zeit zusätzliche Messmodule hinzuzufügen.
- Der letzte Schritt ist der Modell- und Simulationsschritt. Er hat die Verarbeitung der Messdaten in Modellen und das Erstellen von Prognosen als Ziel. Diese so gewonnenen Erkenntnisse sollen später in die Entwicklung der Spleißgeräte mit einbezogen werden.

Das Projekt erfolgt im Rahmen einer Zusammenarbeit mit der SIEMENS AG, Bereich Nachrichtenkabel, München sowie der Universität Louis Pasteur, Straßburg /F, in dessen Rahmen eine Dissertation erarbeitet wird.

### III.9 Neue Lichtleiter zur Mehrwellenlängendetektion in der Dünnschichtchromatographie

*Prof. Dr. rer. nat. Bernd Spangenberg,  
Prof. Dr. Ing. Winfried Lieber,  
Prof. Karl-Friedrich Klein, Kooperationsprojekt  
mit der Fachhochschule Gießen-Friedberg*

Nachdem 1998 die Vorarbeiten zum Bau eines neuartigen Dünnschichtscanners abgeschlossen werden konnten, wurde eine Patentschrift eingereicht, die sich im Augenblick in der Offenlegungsphase befindet. Im Jahre 1999 konnte dann mit dem eigentlichen Bau der Apparatur begonnen werden. In enger Diskussion mit der Firma Merck (Darmstadt), dem Marktführer auf dem Gebiet DC-Platten, der Fa. CAMAG (Muttens), Marktführer bei DC-Scannern und der Fa. J&M (Aalen), einem der profiliertesten Hersteller von Diodenarrayspektrometern, wurden Design und technische Parameter des Prototyps festgelegt. In enger Abstimmung mit Prof. Karl-Friedrich Klein von der FH Giessen/Friedberg und der Fa. Polymicro (Phönix/Arizona) wurde der Lichtleiter geplant und in Arizona gebaut. Zum Erproben des neuen Gerätes stellte die Fa. Merck freundlicherweise der Fachhochschule Offenburg für ein Jahr eine halbe Laborantenstelle zur Verfügung. Die Fa. J&M überließ dem Umweltanalytiklabor der FH Offenburg eine spezielle Deuteriumlampe, einen modernen Diodenarray-Detektor und einen hoch auflösenden X/Y-Tisch der Fa. Micropack (Aalen), wobei Lampe und Spektrometer von der Fa. Merck mit 2.500.-- DM pro Monat geleast werden. Der Wert der zur Verfügung gestellten Messanordnung

beläuft sich auf ca. 60 TDM. Die neuartige Deuteriumlampe arbeitet dabei ohne UV-Filter. Die ersten Messergebnisse sollen hier vorgestellt werden.

Bei einer Beleuchtungszeit von 500 msek werden mit der neuen Anordnung bei 200 nm folgende Ergebnisse erhalten. Auf Kieselgel-Schicht kann ein Reflexionsvermögen von ca. 1400 counts, auf Rp-18 Schicht ca. 1800 counts und auf einer Cellulose-Platte fast 2500 counts gemessen werden. Mit diesen Werten ist eine vollwertige 10 Bit-Analytik bei 200 nm gewährleistet. Die folgenden Bilder sollen dies verdeutlichen.

Aufgenommen wurde ein Coffein-Peak (ca. 100 ng) von einer Si60 Platte.

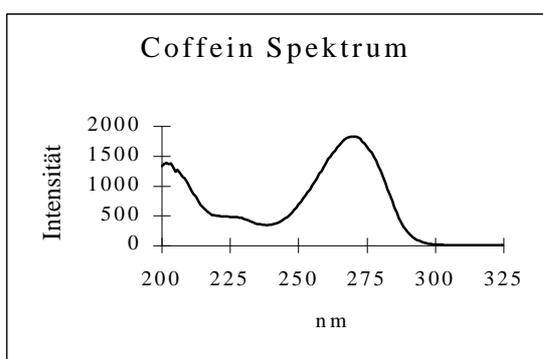


Abb. III.9-1: Coffeinspektrum bei 23.5 nm Laufhöhe

Das oben gezeigte Spektrum einer Diode ist ungeglättet dargestellt.

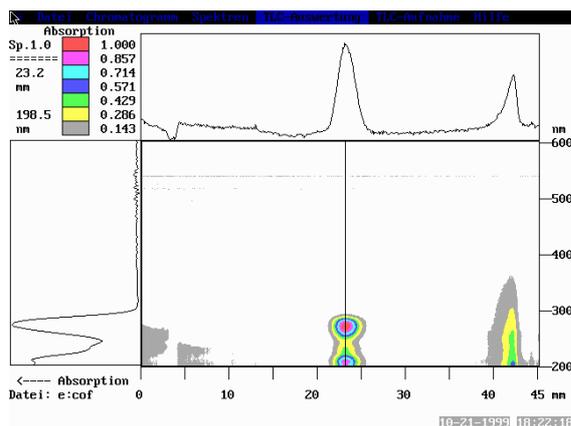


Abb. III.9-2: Coffeintrennung mit Spektrum bei 23.5 nm Laufhöhe und Densitogramm bei 198.5 nm

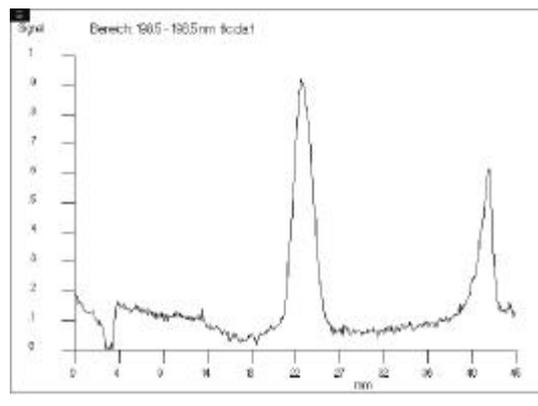


Abb. III.9-3: Densitogramm einer Coffeintrennung bei 198.5 nm

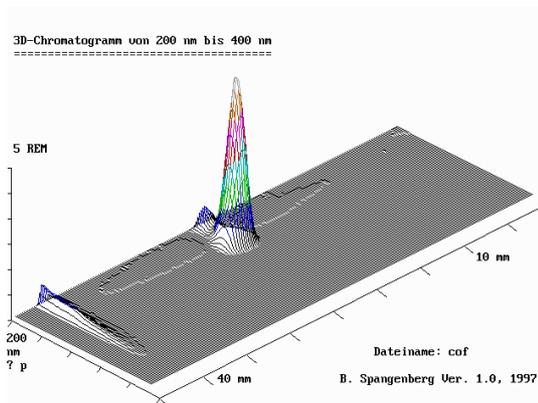


Abb. III.9-4: Ein 3-D Densitogramm einer Coffeintrennung

Alles in allem kann bei Optimierung aller Parameter heute schon eine 11 bis 12 Bit Analytik bei 200 nm mit einer Scangeschwindigkeit von etwa 50 msek pro Spektrum garantiert werden. Bei 450 Messspektren ergibt das eine Messzeit von 22.5 Sekunden pro DC-Bahn. Mit einer stärkeren Deuteriumlampe und einer entspiegelten Fasereinkopplung ließen sich diese Leistungsdaten sicherlich noch steigern.

Ob der neue DC-Scanner in die Serienproduktion geht, wird sich Anfang 2000 entscheiden. Der Weltmarktumsatz liegt derzeit bei ca. 150 Geräten pro Jahr. Mit der gegenüber herkömmlichen Scannern gesteigerten Leistungsfähigkeit bleibt abzuwarten, ob das Segment Dünnschichtchromatographie der HPLC Marktanteile abnehmen kann.

### III.10 Regio Demo Center

Prof. Dr. rer. nat. Werner Schröder  
Dipl.-Ing. (FH) Philipp Eudelle

Das von der EU geförderte Projekt mit den Partnern Universität Louis Pasteur/ Straßburg und der Fachhochschule Offenburg befindet sich noch in der Vorphase. Der gemeinsame Antrag der

Fachhochschule Offenburg und der Universität Louis Pasteur /Straßburg ist im Rahmen des InterReg - Programms genehmigt worden.

Vorgesehen ist die Schaffung einer Demonstrationsausstellung an der Universität Straßburg, in der die Leistungsfähigkeit der Technologieregion an Hand von Beispielentwicklungen und Objekten dargestellt werden soll. Zugleich ist damit eine Anlauf- und Informationsstelle vorgesehen, die Industrieanfragen an die entsprechenden Institute weiterleitet und Gesprächspartner vermittelt. Von hier aus ist auch ein gemeinsames Marketing der beteiligten Partner angestrebt.

Das Projekt ist längerfristig angelegt und hat einen nicht unbedeutenden Umfang (1.2 Mio DM). Über Einzelheiten wird nach Anlaufen des Projektes berichtet.

### **III.11 Energieinsel der Fachhochschule Offenburg mit Photovoltaik, Windkraftanlage und Blockheizkraftwerk im Verbundbetrieb**

*Prof. Dipl.-Ing. Elmar Bollin, Prof. Dr. rer. nat. Michael Wülker, Prof. Dr.-Ing. R. Zahoransky, Dipl.-Ing. Uwe Hoferer*

An der FH Offenburg wird z. Z. modellhaft ein energieautarkes Energie-Inselsystem aufgebaut, das aus drei verschiedenen kleinen Energiekonvertern und einem Speichermedium besteht:

- Einer 1,2 kW<sub>el,p</sub> Photovoltaikanlage;
- einer 1,0 kW<sub>el,p</sub> Windkraftanlage;
- einem 5,5 kW<sub>el</sub>, 12,5 kW<sub>th</sub> Blockheizkraftwerk;
- 9,6 kWh<sub>el</sub> Stromspeicher (Batteriesatz).

Sämtliche Systemkomponenten wurden im Rahmen des Schwerpunktprogramms des Landes Baden-Württemberg beschafft. In der Folgezeit wurde mit Unterstützung des Studiengangs Versorgungstechnik die Detailausführung einschließlich der Aufstellungspläne auf dem Dach des Labors sowie dem Anschluss an die bestehende Laboranlage geplant und großen Teils realisiert. Wegen der Dachaufstellung waren hierzu umfangreiche Abstimmungen mit dem zuständigen Hochbauamt vorzunehmen. Anfang des Jahres 1999 konnten sämtliche sperrigen Einrichtungen der Inselanlage mit einem Baukran auf dem Labordach installiert werden.

Für die Unterbringung des BHKW's, des Pufferspeichers und des Schaltschranks wurde auf dem Labordach eigens ein Container aufgestellt, der auch sämtliche Anschlüsse zu den Laboratorien der Versorgungstechnik beherbergt.

Derzeit werden die letzten Verkabelungsarbeiten vorgenommen und die Montage des Windkonverters vorbereitet. Das BHKW wird gas-,

heizungs- und abgasseitig angeschlossen. Von JCI wurde ein frei programmierbarer Regler zur Verfügung gestellt, der mit dem LON-Feldbus an ein LON-Netzwerk angeschlossen werden kann. Der Regler wird derzeit im Rahmen einer studentischen Arbeit getestet und für die komplexen Regel- und Steueraufgaben konfiguriert.

Bis Ende 1999 ist geplant, den Ladebetrieb mit den PV-Generatoren aufzunehmen. Um die Batteriespeicher in einem zulässigen Ladezustand zu halten, werden die Batterien mit Hilfe des PV-Generators über einen konventionellen Solar-Laderegler geladen. Ist der Ladevorgang abgeschlossen, geht die Anlage automatisch in einen Netzparallelbetrieb und speist Solarstrom in das FH-Netz ein.



*Abb. III.11-1: Montage der Energieinselskomponenten auf dem Labordach.*

Das Energiesystem dient der praktischen Ingenieurausbildung:

- Reale Simulation des Betriebes einer Energieinsel mit allen Facetten eines technischen Energiemanagements (Steuerung, Regelung, verbrauchsseitiger Feed-back),
- Demonstration des dynamischen Verhaltens regenerativer Stromerzeuger,
- Zusammenspiel verschiedener Stromerzeuger im Inselnetz,
- Steuerung und Regelung energietechnischer Anlagen,
- Messwerterfassung und Darstellung,
- Kraft-Wärmekopplung, Auswirkungen der Fahrweisen, (Strom- oder Wärmeführung)
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen,
- Einspeisung in globales Stromnetz,
- Optimierung der Anlagen (z.B. Schaufelprofil der Windkraftanlage),
- Beitrag zur nachhaltigen Stromversorgung der FH Offenburg.

Da diese Energieinsel die Behandlung einer Fülle ingenieurtechnischer Aufgaben erlaubt, dient sie als

Bestandteil von vier Laboren des Studiengangs Versorgungstechnik im Maschinenbau: Energie-technik-Labor; Strömungsmaschinen-Labor; Labor Angewandte Regelungstechnik sowie Labor Messwerterfassung und -verarbeitung.

Sämtliche relevanten Daten der Anlage werden online erfasst und demnächst im öffentlich zugänglichen Internet dargestellt. Hierbei interessieren vor allem die Leistungsdaten der permanent betriebenen regenerativen Energieanlagen. Sämtliche Anlagenteile sind auf dem Dach des Gebäudes C der FH Offenburg installiert.

Das BHKW ist zusammen mit der Windkraft- und der Photovoltaikanlage im Freien aufgestellt. Da das BHKW nur für Innenraumaufstellung konzipiert ist, wurde die Anlage mit Batteriesatz in einem Baucontainer untergebracht, der für den Sommerbetrieb mit einer Lüftung und für den Winterbetrieb mit einem Frostwächter versehen ist.

Die elektrische Energie wird für die Ladung der Batterie verwendet, und bei Überschuss wird ins öffentliche Stromnetz gespeist. Die Wärme kann wahlweise an das Heiznetz der Fachhochschule, zur Beladung eines Schichtwärmespeichers oder über einen Rückkühler an die Umgebung abgegeben werden. Die vollständige Aufladung des Batteriesatzes beträgt etwa 1 1/2 Stunden. Für diesen Betriebszeitraum ist auch der Schichtwärmespeicher ausgelegt.

### Windkraftanlage

Repräsentativ für die großen Windkraftanlagen von 500 bis 1500 kW<sub>el,p</sub> (Maximale, d.h. Peak-Leistung), die bei der derzeitigen Einspeisevergütung in windexponierten Gegenden einen wirtschaftlichen Betrieb versprechen, ist ein kleiner Rotor der Firma Solartechnik Geiger, Modellbezeichnung SG 270/4 mit einem Flügeldurchmesser von 2,75 m ausgewählt worden. Da Offenburg nur geringe mittlere Windgeschwindigkeiten aufweist, kam zwar, um den großen Anlagen zu entsprechen, ein Schnellläufer zur Auswahl, jedoch mit vier Flügeln, damit die Anlauf-Windgeschwindigkeit gering ist.

Ein Drehstrom-Permanentmagnetgenerator, der auf zwei Spannungen umschaltbar ist, wandelt die mechanische Energie in elektrische Energie um. Der Gleichstrom wird wahlweise zur Batterieaufladung, zur Warmwasserbereitung mittels Heizstab verwendet oder über einen Wechselrichter ins 50 Hz-Netz eingespeist. Die Anlage ist auf einem kippbaren Mast montiert, damit zum einen Wartungs- und Reparaturarbeiten und zum anderen studentische Versuche wie die Montage anderer Flügel bei geringem Aufwand auszuführen sind.

### Photovoltaik

Der Solargenerator besteht derzeit aus 12 Siemens-Solarmodulen vom Typ SM50. Die einzelnen Module mit einer Größe von 1,29 x 0,36 m (0,426 m<sup>2</sup> Modulfläche) geben bei einer Einstrahlungsleistung von 1000W eine Spitzenleistung von 50,6 W (IMPP = 3,05A, VMPP = 16,6V) ab. Der Modulwirkungsgrad liegt unter Standard-Testbedingungen bei ca. 12%. Beim Solarmodul SM50 werden monokristalline Silizium-Zellen der PowerMax-Technologie von Siemens verwendet. Die hohe Qualität der Module verspricht eine Nutzungsdauer von über 30 Jahren. Der Hersteller gewährt deshalb eine Leistungsgarantie von 25 Jahren.

### Batteriespeicher

Sonneneinstrahlung und Windaufkommen hängen von geografischen und zufälligen Gegebenheiten ab. Gleichzeitig variiert der Stromverbrauch je nach Bedarf erheblich in Leistung und Dauer. Mittels eines Batteriespeichers können Erzeuger- und Verbraucherströme entkoppelt werden. Bei der Energie-Insel-Anlage der FH Offenburg werden hierzu OPzS-Akkumulatoren eingesetzt. Dabei werden 24 Stück der 2V-Zellen in Reihe geschaltet. Die Kapazität des Puffers beträgt insgesamt 200 Ah bei 48 V Betriebsspannung.

### Systemtechnik

Photovoltaische Inselsysteme in Hybridtechnik haben weltweit eine große Bedeutung bei der Versorgung von abgelegenen Dörfern, Gehöften oder technische Einrichtungen, wie z.B. Wetterstationen. In Deutschland werden heute eine Vielzahl von Alpenhütten photovoltaisch versorgt. Je nach Anwendungsfall ist eine mehr oder weniger hohe Versorgungssicherheit bei hoher Qualität der Stromversorgung gefordert. Durch die Nutzung regenerativer Energiequellen werden Betriebskosten gesenkt und Vorortemissionen vermieden. Oft befinden sich solche Anlagen, wie z.B. Alpenhütten, in schwer zugänglichen Gebieten, wodurch eine Versorgung mit fossilen Energieträgern erschwert wird.

Als Laboranlage soll die Energie-Insel-Anlage den Studierenden die komplexen Zusammenhänge bei der Erzeugung, Speicherung und Nutzung von elektrischem Strom in einem Inselsystem verdeutlichen. Das Energiemanagement einer solchen Anlage ist von besonderem Interesse. Es wurde daher im Falle der Energie-Insel-Anlage flexibel und transparent gestaltet. So ist es möglich, die regenerativen Energieerzeuger PV- bzw. Windgenerator je nach Energieangebot (Sonne, Wind) und Verbrauchssituation optimal in das System einzubinden. Zentrales Element ist dabei der Batteriepuffer.

## Regel- und Steuerkonzept

Je nach Ladezustand der Batterien können regenerative Erzeuger ins Inselnetz einspeisen bzw. muss deren Einspeisung verhindert werden (um ein Gasen der Batterien zu vermeiden). Bei Lastabwurf geht der PV- und Windgenerator in Leerlaufbetrieb. Für den PV-Generator ist der Leerlaufbetrieb unproblematisch, jedoch bleibt dabei sauberer, regenerativ erzeugter Strom unbenutzt. Im Falle der Energie-Insel-Anlage der FH Offenburg wurde deshalb ein zusätzlicher Anschluss an das 230V-FH-Netz geschaffen. Im sogenannten Standby-Betrieb kann die PV-Anlage automatisch auf Netz-Parallel-Betrieb geschaltet werden und mittels eines separaten Netzverbund-Wechselrichters ins öffentliche Netz einspeisen. Der Windkonverter würde bei plötzlichem Lastabwurf hohe Drehzahlen erreichen. Hier besteht deshalb die Möglichkeit, mittels eines Heizwiderstandes Warmwasser zu erzeugen. Zusätzlich besteht eine Option für einen Netz-Parallel-Betrieb.

Das BHKW wird vom Inselfsystem angefordert, wenn der Ladezustand des Batteriespeichers es erfordert, d.h. um eine Tiefentladung zu vermeiden, oder wenn Verbraucher mit hoher Leistung am Insel-Netz betrieben werden. Zur Demonstration des BHKW-Betriebs kann bei vollständig entladener Batterie ein ca. 90-minütiger Ladebetrieb durchgeführt werden.

Die Steuerung und Regelung erfolgt sowohl über einen handelsüblichen Solar-Laderegler als auch mit Hilfe eines Computer gesteuerten Leitsystems auf LON-Basis. Aufgabe des Solar-Ladereglers ist es, die Batteriespannung in einem zulässigen Bereich zu halten. Die zusätzlichen, Rechner gesteuerten Schalter ermöglichen es über ein eigens konzipiertes Be- und Entlademanagement, die Batteriepuffer, unabhängig vom Solar-Laderegler, zu optimieren und eigene Regelalgorithmen zu realisieren. Somit ist es den Betreibern (z.B. Studierende im Rahmen einer Projektarbeit) möglich, das Energiemanagement zu gestalten und an die jeweiligen Verbraucher- und Wetterbedingungen anzupassen. Für die Überwachung dieses Prozesses wurden zahlreiche Strom-, Spannungs-, und Leistungsmessgeräte in das System integriert. Über das LON-Feldbussystem können diese Größen erfasst und auf einem Computer ausgewertet und visualisiert werden.

Die folgende Abbildung zeigt die hydraulische Einbindung des BHKW's in das Heiznetz der FH Offenburg bzw. den Kühlkreislauf. Als zentrales Koppelglied ist hier ein Pufferspeicher mit schichtender Ladevorrichtung vorgesehen. Bei Betrieb des BHKW's wird die Abwärme von Motor, Generator und Abgas in den Pufferspeicher eingespeist. Als Wärmeverbraucher steht mit erster Priorität das Heiznetz und erst mit zweiter Priorität ein Rückkühler zur Verfügung.

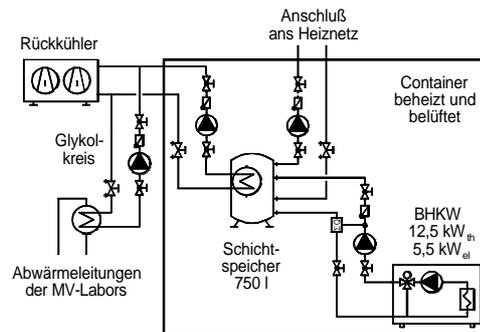


Abb. III.11-2: Hydraulische Einbindung des BHKW's in das Heiznetz der FH Offenburg bzw. den Kühlkreislauf

## Betrieb, Datenerfassung und Datenpräsentation der Energieinsel

Für das Betreiben der Energie-Insel-Anlage wurden folgende Ziele verfolgt:

Kurzfristig: Versuchsbetrieb.

Langfristig: Routinebetrieb mit effizientem Wartungsplan und - in Anbetracht der Aufstellung unter freiem Himmel – Reaktionmöglichkeit auf kritische Situationen bei z. B. Sturm, Frost oder Hitze.

Konsequente Fernüberwachung, um z. B. Eignung für Alpenhütten oder andere dem öffentlichen Versorgungsnetz nicht angeschlossene Verbraucher zu demonstrieren.

Optimierung des Anlagenbetriebes und Test des Langzeiteinsatzes.

Betrieb als Teil der einzelnen studentischen Labore.

Werbung für die Fachhochschule und das Konzept der Energieinsel.

Alle genannten Ziele - mit Ausnahme des ersten - erfordern eine geeignete Kommunikationsverbindung zur Energieinsel, die konsequenterweise nicht leitungsgebunden sein sollte. Im Bereich der Fachhochschule ist eine Verbindung über Kurzstreckenfunk ausreichend. Bei möglichen Anwendungen, z.B. für Alpenhütten, könnte man über Mobilfunk-Modemstrecken anbinden, falls eine Datenerfassung gewünscht wird.

## Automatisierter Betrieb:

Voraussetzung für den oben erwähnten Fernbetrieb ist ein vollständig autonomer, d.h. automatisierter Betrieb der Anlage. Obwohl ein reiner Handbetrieb über eine Schalttafel möglich ist, sind die Mess- und Steuerungskomponenten der gesamten Energieinsel so konzipiert, daß sie leicht in ein Automatisierungskonzept integriert werden können. Wegen des höheren Aktualitätsgrades für die Lehre wurde eine Feldbuslösung klassischen Automatisierungsgeräten mit sternförmiger Verkabelung (SPS oder DDC) vorgezogen. Mit LON (Local Operating

Network) wurde eine Feldbusvariante gewählt, die einerseits wegen der flexiblen Wahl des Übertragungsmediums den Einsatz einer Funkstrecke gewährleistet und andererseits Betriebsvorteile durch eine möglichst hohe Dezentralisierung der Aufgaben erlaubt.

#### **Visualisierung:**

Die Daten von der Energieinsel werden über die Funkstrecke an einen LON Netzwerk Server (LNS) übermittelt, der den Anlagenzustand in unterschiedlicher Form weitergeben kann. Im Labor wird dann eine Visualisierungssoftware benötigt, um die Anlagendaten geeignet zu präsentieren. In einem ersten Schritt wurde die Schalttafel als „virtuelle Schalttafel“ dargestellt. Als Beispiel für die zeitliche Darstellung von Betriebsparametern werden Tages- und Jahresverläufe der Solarstrahlung gezeigt, wie sie von der Wetterstation der Fachhochschule (<http://mv-geo.m.fh-offenburg.de/cgi-bin/.snap?Momentane%20Wetterdaten.vi>) bzw. über die Homepage der Fachhochschule (<http://www.fh-offenburg.de>) erfasst wurden.

Beim Betrieb der Energieinsel werden diese Daten zur Beurteilung der Leistungskennwerte der regenerativen Energielieferanten herangezogen werden.

#### **Infranet:**

Im Endausbau soll das Betriebsverhalten der Energieinsel hochschulweit und auch weltweit einsehbar und - mit entsprechendem Zugangsrecht - steuerbar sein; es soll also eine Art „globalisierte Visualisierung und Steuerung“ erfolgen.

### **III.12 Mensa-Solaranlage der FH Offenburg mit LON-Feldbus und Online-Darstellung**

*Prof. Dipl.-Ing. Elmar Bollin,  
Prof. Dr. rer. nat. Michael Wülker  
Dipl.-Ing (FH) Klaus Böhler  
Dipl.-Ing. (FH) Ulrich Kuttruff*

Dieses seit 1994 laufende Projekt wird in geringem Umfang aus Landesmitteln (Hochbauamt) und Mitteln der Fachhochschule gefördert.

Die im Rahmen von Studienarbeiten und wissenschaftlichen Voruntersuchungen geplante solarunterstützte Brauchwassererwärmungs-Anlage befindet sich z. Zt. in der Erprobungsphase. Die Solaranlage soll dem Studiengang als Demonstrations- und Pilotprojekt im Bereich Solartechnik und Kommunikationstechnik dienen. Dazu wurden im Frühjahr 1998 von seiten der Hochschule das Kollektorfeld, bestehend aus 140 Vakuumkollektorröhren nach dem Heatpipe-Prinzip, und die

MSR-Technik auf LON-Basis installiert und in Betrieb genommen.



*Abb. III.12-1: Montage der Kollektoren auf dem Mensadach*

Hierbei geht es um folgende Forschungsinhalte:

- Das Anlagenmonitoring liefert kontinuierlich Betriebsdaten zur Analyse des Anlagenbetriebs, für die Online-Visualisierung, die Energiebilanzierung und die Optimierung der Mensa-Solaranlage.
- Die Überprüfung des Stillstandverhaltens der Heatpipe-Kollektoren mit Memory-Metall-Überhitzungsschutz (Ferienbetrieb).
- Vergleich der Messergebnisse mit Ergebnissen des dynamischen Simulationsprogramms TRNSYS.
- Die praktische Erprobung der LON-Feld-bus-Technologie: Sowohl die Sensorik als auch sämtliche Aktuatoren (Pumpen, Ventile) der Anlage sind über sogenannte LON-Knoten vernetzt.
- Die Erprobung der Regelung über das verteilte LON-Bus-System. Freiprogrammierbare LON-Knoten übernehmen Regler-, Steuerungs- und Messwertverarbeitungs- und Übertragungsfunktionen.
- Die Erprobung der Fernsteuerungstechnik. Über eine Funkstrecke können Daten zum Labor der Versorgungstechnik übermittelt bzw. können Parametereinstellungen bis hin zur Programmierung der Knoten vorgenommen werden.
- Die Erprobung der Systemvisualisierung. Visualisierung aller Baugruppen und ihres Zusammenwirkens sowie der Meßergebnisse erfolgt auf einem Rechner im Labor mit Hilfe des LON-Servers und des Programms LabVIEW.

Neben Fragenstellungen aus dem Bereich der Hydraulik werden in den nächsten Monaten die Betriebsoptimierung und die Visualisierung der Ertragskontrolle im Vordergrund stehen. Geplant ist ebenfalls der Betrieb eines LED-Anzeigerätes

mit LON-Schnittstelle als Visualisierungseinheit im Bereich der Mensa. Für alle Beteiligten ist es zudem eine große Herausforderung, dass es sich bei der Mensa-Solar-Anlage um ein reales Projekt handelt, das ständig Nutzenergie für den Küchenbetrieb der Mensa liefert und neben wissenschaftlichen Anforderungen hohe Ansprüche an Zuverlässigkeit und Transparenz erfüllen muss.



Abb. III.12-2: Ansicht des Kollektorfeldes der Mensa-Solaranlage

### III.13 SOLARTHERMIE-2000

#### Solarthermische Demonstrationsanlagen an öffentlichen Gebäuden

Prof. Dipl.-Ing. Elmar Bollin  
Dipl.-Ing. (FH) Sascha Himmelsbach,  
Dipl.-Ing. (FH) Uta-Maria Klingenberger

Das Projekt betrifft die Demonstration der technischen Einsatztauglichkeit von aktiven thermischen Solarsystemen für diverse Anwendungsfälle sowie die Dokumentation der Möglichkeiten zur Energieeinsparung und zur Reduzierung von Schadstoffemissionen durch die Nutzung der Solartechnik.

Weiterhin sollen Perspektiven für eine wirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit der thermischen Solartechnik gegenüber anderen Techniken zur Erzeugung von Wärme aufgezeigt werden.

Ein Fernziel ist die intensive Anregung von Weiterentwicklungen in der Systemtechnik, mit dem Ziel, technisch und wirtschaftlich hochwertige Solaranlagen zu erhalten.

Weiterhin geht es um eine Standardisierung der Auslegung von Solarthermischen Anlagen. Solarthermische Anlagen werden gefördert, wenn sie folgende Bedingungen erfüllen:

- Mindestens 100 m<sup>2</sup> Kollektorfläche (Großanlage).
- Mindestens 7 m<sup>3</sup> Warmwasserverbrauch pro Tag.
- NutzwärmeKosten von unter 25 Pfennig pro Kilowattstunde erreichbar.

- Gute Demonstrationswirkung des Objekts.
- Guter Zustand der vorhandenen konventionellen Technik.

Im Rahmen des Projekts Solarthermie 2000 hat die Fachhochschule Offenburg die Aufgabe der wissenschaftlich-technischen Programmbegleitung von Solaranlagen in Südwestdeutschland.

#### Hierzu gehört:

- ◆ Objektauswahl
- ◆ Bestandsaufnahme
- ◆ Verbrauchsmessungen
- ◆ Objektbewertung
- ◆ Beratung bei Anlagenplanung und -ausschreibung
- ◆ Überwachung der Anlageninstallation
- ◆ Installation der Messtechnik
- ◆ Messdatenerfassung zur Beurteilung des Betriebsverhaltens
- ◆ Optimierungsvorschläge und Störfallanalyse



Abb. III.13-1: Kollektorfeld der Solaranlage Kreis-krankenhaus Singen in Solar-Roof-Ausführung.

#### Derzeit werden folgende Projekte begleitet:

**Studentendorf Vauban** in Freiburg-Merzhausen: 143 m<sup>2</sup> Kollektorfläche,

**Kreis-krankenhaus in Mindelheim/Allgäu:** 112 m<sup>2</sup> Kollektorfläche,

**Hegau Klinikum** in Singen/Hohentwil: 264 m<sup>2</sup> Kollektorfläche,

**Wohngebäude Wilmersdorfer Str.** in Freiburg,: 314 m<sup>2</sup> Kollektorfläche,

**Stadtklinik Baden-Baden,** 276 m<sup>2</sup> Kollektorfläche

#### Stand des Projektes Ende 1999:

Zwei Objekte wurden in die Detailmessung über 12 Monate aufgenommen. Dazu werden täglich 5-minütige bzw. halbstündliche Messdaten per Modem abgefragt und an der FH ausgewertet.

Zwei Anlagen befinden sich derzeit kurz vor der Inbetriebnahme. Eine weitere Anlage steht kurz vor der Ausschreibung bzw. Vergabe.

Im Rahmen von Arbeitsbesprechungen werden Betreibern und Planern über die Anlagenenerträge Optimierungsmaßnahmen vorgeschlagen. Im Rahmen einer Diplomarbeit wird die Steuer- und Regelungstechnik von ausgeführten Großanlagen analysiert und bewertet. Ziel dieser Arbeit ist es, klare Empfehlungen für die Steuerung und Regelung von solaren Großanlagen auszusprechen.

### Solarunterstützte Brauchwassererwärmung im Kreiskrankenhaus Mindelheim/Allgäu

Im Mai 1999 wurde im Kreiskrankenhaus Mindelheim eine der ersten von der FHO betreuten Solaranlagen in Betrieb genommen. Das Gebäude wird seit 1989 saniert und erweitert, die Heizzentrale wurde 1990 mit neuer Technik ausgestattet. Das Warmwasser wird zentral über Gas-Heizkessel bereitete. Im Endausbau verfügt das Krankenhaus über ca. 250 Betten. Im Zuge der Sanierung des Bettentrakts West entstand seitens des Landkreises Unterallgäu die Idee, auf dem neu zu erstellenden Dach Solarkollektoren zur Brauchwassererwärmung aufzustellen und damit den Verbrauch an fossilen Energieträgern zu reduzieren.

Die Solaranlage im Kreiskrankenhaus Mindelheim wurde aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) im Rahmen des Förderprogramms Solarthermie-2000 zu 67,2 % gefördert.



Abb. III.13-2: Kreiskrankenhaus Mindelheim / Allgäu

#### Anlagentechnik

Die Flachkollektoren der Solaranlage im Kreiskrankenhaus Mindelheim, mit einer Absorberfläche von insgesamt 120 m<sup>2</sup>, sind auf einem 7° geneigten Blechdach aufgeständert. Der Aufstellwinkel beträgt 30°, die Ausrichtung ist genau nach Süden. Die gesamte Kollektorfläche ist auf drei Teilfelder aufgeteilt, die zur Gewährleistung der gleichmäßigen Durchströmung untereinander hydraulisch abgeglichen sind. Die Abbildung III.13-3 zeigt das Prinzipschaltbild der Solaranlage. Sobald eine bestimmte Differenz zwischen Kollektortemperatur und Temperatur des Solar-Pufferspeichers gemessen wird, schaltet die Kollektorkreispumpe ein, und die aus der Sonneneinstrahlung gewonnene Energie

wird über eine Wärmeträgerflüssigkeit zu einem Plattenwärmetauscher transportiert. Die Einstellung der richtigen Einschalttemperaturdifferenz bereitet anfangs Probleme, da die Regelfühler zur Messung der Kollektortemperatur direkt am Absorberblech befestigt sind. Dadurch wird eine zu hohe Temperatur gemessen, die nicht der maßgeblichen Temperatur der Wärmeträgerflüssigkeit entspricht. Durch Erhöhen des Einschaltwerts wurde erreicht, dass die Kollektorkreispumpe später einschaltet und damit verhindert, dass zu kaltes Fluid zum Wärmetauscher transportiert wird. Bei Erreichen einer bestimmten Differenz zwischen der Wärmeträgertemperatur am Wärmetauscher und der Pufferspeichertemperatur schaltet die Beladepumpe ein, und die Energie aus dem Kollektorkreis wird über den Beladekreis an den Solar-Pufferspeicher (6.000 l Volumen) abgegeben. Die Entladung des Pufferspeichers erfolgt über einen zweiten Plattenwärmetauscher. Sobald eine ausreichende Temperaturdifferenz zwischen Solar-Pufferspeicher und Trinkwasser-Vorwärmespeicher gemessen wird, schaltet die Entladepumpe ein, und die gespeicherte Energie wird in den Trinkwasser-Vorwärmespeicher (3.000 l Inhalt) geladen. Bei Warmwasserentnahme strömt das so erwärmte Wasser aus dem Vorwärmespeicher in zwei nachgeschaltete Trinkwasserspeicher (je 3.000 l Inhalt). An diese beiden Speicher ist eine Nachheizung über zwei Gas-Heizkessel angeschlossen, mit der das Trinkwasser bei nicht ausreichendem Solarenergieangebot auf Solltemperatur gebracht wird. Dadurch ist die ständige Verfügbarkeit von ausreichend warmem Wasser gewährleistet.

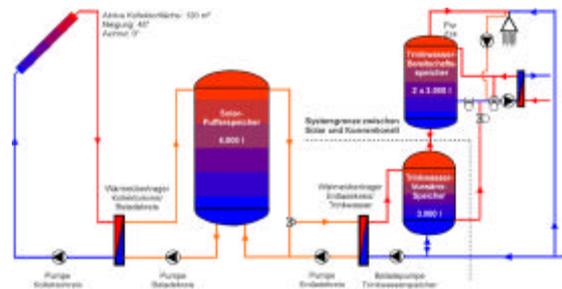


Abb. III.13-3: Prinzipschaltbild der Solaranlage Kreiskrankenhaus Mindelheim

#### Auslegung

Die wichtigsten Kenngrößen für die Auslegung von Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung sind der tatsächliche Warmwasserverbrauch und das Verbrauchsprofil, d.h. die zeitliche Verteilung der Warmwasserentnahme. Diese sind oftmals nicht bekannt. Deshalb ist es in vielen Fällen unumgänglich, den tatsächlichen Verbrauch zu messen und daraus ein Zapfprofil zu erstellen. Dieses Zapfprofil ist Grundlage für die Anlagensimulation mit einem Computersimulationsprogramm. Im Kreiskrankenhaus Mindelheim wurde im Juli 1997 über einen Zeitraum von einer Woche mittels Volumenzähler im Zulauf zu den Warmwasserspeichern der tatsächliche Warmwasserverbrauch gemessen und

aufgezeichnet. Die Messung ergab für den Wochentag einen durchschnittlichen Tagesverbrauch von ca. 10 m<sup>3</sup>, d.h. ca. 40 Liter pro Person (bei 52°C Warmwassertemperatur). Am Wochenende lag der Tagesverbrauch wegen einer geringeren Belegung des Krankenhauses bei ca. 6,5 m<sup>3</sup>. Diese Verbrauchswerte waren Grundlage für die Ermittlung der Kollektorfläche. Bei großen Solaranlagen kann man von überschlägig 1 m<sup>2</sup> aktiver Kollektorfläche je 70 Litern zu erwärmendem Wasser ausgehen (bei Erwärmung auf 60°C). Für das Kreiskrankenhaus Mindelheim bedeutete dies eine Kollektorfläche von 120 m<sup>2</sup>.

Die Anlagensimulation auf Basis dieser Werte ergab u.a. folgende zu erwartende Kennzahlen:

Einstrahlung auf gesamtes Kollektorfeld:	152.656 kWh/a
Ertrag aus Solarsystem:	71.973 kWh/a
Systemnutzungsgrad:	47,15 %
Brennstoffeinsparung:	ca. 9.000 m <sup>3</sup> /a
CO <sub>2</sub> -Reduzierung:	ca. 18.000 kg/a

### Solarunterstützte Brauchwassererwärmung im Studentendorf Vauban in Freiburg/Br.

Eine weitere Solaranlage wurde im Januar 1999 im Studentendorf Vauban in Freiburg im Breisgau in Betrieb genommen. Das Studentendorf Vauban, entstanden aus dem Umbau einer ehemaligen Kaserne, besteht aus acht Gebäuden, die von 1993 bis 1998 saniert bzw. neu errichtet wurden. Derzeit stehen 580 Betten zur Verfügung. Träger des Studentendorfs ist das Studentenwerk Freiburg. Das Warmwasser wird zentral über Gas-Heizkessel bereit. Im Zuge der Sanierung entstand seitens des Studentenwerks Freiburg die Idee, die Brauchwassererwärmung mit einer Solaranlage zu unterstützen und damit den Verbrauch an fossilen Energieträgern zu reduzieren.

Die Solaranlage im Studentendorf Vauban in Freiburg wurde aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) im Rahmen des Förderprogramms Solarthermie-2000 zu 73% gefördert.



Abb. III.13-4: Kollektordach im Studentendorf Vauban in Freiburg

### Anlagentechnik

Die Flachkollektoren der Solaranlage im Studentendorf Vauban, mit einer Absorberfläche von insgesamt 143 m<sup>2</sup>, sind in ein 38° geneigtes Ziegeldach integriert. Die Ausrichtung weicht um 5° von der Südrichtung ab. Die Abbildung III.13-5 zeigt das Prinzipschaltbild der Solaranlage. Sobald ein bestimmter Einstrahlungswert überschritten wird, wird die aus der Sonneneinstrahlung gewonnene Energie über eine Wärmeträgerflüssigkeit im Kollektorkreis zu einem Plattenwärmetauscher transportiert und dort über den Beladekreis an die vier Solar-Pufferspeicher (je 1.500 l Volumen) abgegeben. Die Beladung der Pufferspeicher erfolgte anfangs temperaturabhängig über ein Umschaltventil entweder in die Hochtemperatur- oder die Nieder-temperatur-Speichergruppe (je zwei Speicher). Da bei dieser Schaltung die NT-Speicher nicht entladen wurden, wurde auf das Umschaltventil verzichtet, und die Speichergruppen werden seitdem in Reihe beladen. Die Entladung der Pufferspeicher erfolgt über eine drehzahlvariable Umwälzpumpe, die gestartet wird, sobald eine Warmwasserentnahme erkannt wird. Über einen zweiten Plattenwärmetauscher wird die gespeicherte Energie an das zu erwärmende Trinkwasser abgegeben. Das Trinkwasser wird dabei aus einem Vorwärmespeicher entnommen, in dem es über die Kondensationswärme des Gas-Heizkessels vorgewärmt wird. Nach Inbetriebnahme der Anlage bereitete insbesondere die Zapferkennung Probleme, da diese über die Messung eines Temperaturunterschieds zwischen zwei Fühlern im Trinkwasserzulauf erfolgen sollte. Dies funktionierte wegen der Vorwärmung nicht zufriedenstellend. Die Zapferkennung erfolgt nun über den Abgriff von Impulssignalen des Volumenzählers im Boilerzulauf. Das über den Wärmetauscher erwärmte Trinkwasser wird in drei Speichern mit je 1.500 l Inhalt geladen. Zum Ausgleich des nicht immer ausreichenden Solarenergieangebots ist an die Trinkwasserspeicher eine Nachheizung über einen Heizkessel angeschlossen, mit der die ständige Verfügbarkeit von ausreichend warmem Wasser gewährleistet wird.

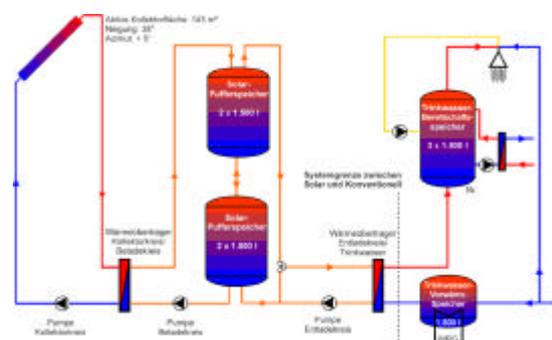


Abb. III.13-5: Prinzipschaltbild der Solaranlage Studentendorf Vauban

### Auslegung

Im Studentendorf Vauban wurde über einen Zeitraum von 8 Monaten mittels Volumenzähler im Zulauf zu den Warmwasserspeichern der tatsächliche Warmwasserverbrauch gemessen und

aufgezeichnet. Zusätzlich wurden die Kalt- und Warmwassertemperatur erfasst, um die Umrechnung der Verbrauchswerte auf eine WW- Temperatur von 60°C zu ermöglichen. In der Vorlesungszeit lag der tägliche Warmwasserverbrauch bei durchschnittlich ca. 20.000 Litern, d.h. ca. 35 Liter pro Person, in den Semesterferien (Juli – Sept.) bei ca. 10.000 Litern pro Tag. Für die Dimensionierung der Solaranlage wurde der Verbrauch in den Sommermonaten herangezogen, was bei 1 m<sup>2</sup> Kollektorfläche pro 70 Liter zu erwärmendem Wasser eine aktive Kollektorfläche von insgesamt 143 m<sup>2</sup> bedeutete.

Die Anlagensimulation auf Basis dieser Werte ergab u.a. folgende zu erwartende Kennzahlen:

Einstrahlung auf gesamtes Kollektorfeld:	191.735 kWh/a
Ertrag aus Solarsystem:	81.406 kWh/a
Systemnutzungsgrad:	42,5 %
Brennstoffeinsparung:	ca. 10.000 m <sup>3</sup> /a
CO <sub>2</sub> -Reduzierung:	ca. 20.000 kg/a

#### Internet:

[www.fh-offenburg.de/mv/forschung.htm](http://www.fh-offenburg.de/mv/forschung.htm)

### III.14 Messung der Partikelemission von Verbrennungsmotoren

*Prof. Dr.-Ing. Richard Zahoranski  
Prof. Dr.-Ing. Heinz-Werner Kuhnt  
Dipl.-Ing. Liede, Dipl.-Ing. Terwey*

Die Partikelemission von Diesel- und anderen Verbrennungsmotoren wird als generelles ökologisches und gesundheitliches Problem erkannt. So gelangen die Partikel aus motorischen Quellen in die Atmosphäre, wo sie die Sonneneinstrahlung beeinträchtigen (sog. Whitehouse-Effekt). Die gesundheitlichen Wirkungen der Partikel in Bronchien und Lungen sind noch in Erforschung. Derzeit werden weniger den chemischen als den mechanischen Eigenschaften der Rußpartikel kanzerogene Eigenschaften bei einer aveolen Anlagerung in den Atemwegen zugesprochen. Sowohl für die atmosphärische und gesundheitliche Relevanz als auch für geplante technische Maßnahmen zur Emissionsminderung (z.B. Rußfilter) sind die Partikelgröße und Partikelkonzentration die entscheidenden Einflußgrößen.

Gegenstand des Projektes ist die direkte quantitative on-line/in-situ-Analyse von Partikelgröße und Partikelkonzentration im unbehandelten Abgas von Verbrennungsmotoren. Hierzu wurde an der FH Offenburg ein opto-elektronisches Partikelmesssystem gebaut, das berührungsfrei direkt im heißen, unverdünnten Abgasstrom misst. In Vorversuchen konnte die gute Eignung für motorische Partikelemissionen nachgewiesen werden. Bei modernen Dieselmotoren zeigt sich ein interessanter Zusam-

menhang zwischen Last und Größe der emittierten Partikel [1,2].

Es ist Ziel dieses Projekts, ein Messsystem zu entwickeln, mit dem die Partikelemission selbst im fahrenden Fahrzeug quantitativ erfasst werden kann.



*Abb. III.14-1: Die Studentin Frau Michaela Dierle der FH Offenburg bei Vorarbeiten mit dem Partikelmessgerät*

Damit sollte es zum ersten Mal möglich sein, die Partikelparameter der Emission on-line in realen Fahrzyklen zeitaufgelöst aufzunehmen. Letztendlich sollen daraus neue Methoden zur inner- und außermotorischen Emissionsminderung abgeleitet oder optimiert werden (Motormanagement, Kennfeldsteuerung, Filter, Rußkatalysator) und zuverlässige Daten für die weitergehende Beurteilung der Partikelemission auf deren atmosphärische und gesundheitliche Auswirkungen gewonnen werden.

Im Vordergrund der Analysen stehen Diesel- und Zweitaktmotoren, deren emittierte Partikel höchst unterschiedlich sind, da sie physikalisch-technisch verschiedenen Bildungsprozessen entstammen. Ebenso werden weitere primäre und sekundäre Einflussgrößen auf die emittierten Partikel dokumentiert, wie beispielsweise Kraftstoffadditive, Luftfeuchte, Motoreinstellungen, Variationen der elektronischen Kennfeldsteuerung, Turboaufladung, Abgasrückführung und Ähnliches.

#### **Das Projekt wird ab Mitte 1999 als Innovatives Projekt aus Landesmitteln gefördert.**

Prof. Dr. Zahoranski hatte als **Visiting Professor an der Yale University** im Dept. Mechanical Engineering, USA Gelegenheit, die Untersuchungen auf diesem Gebiet zu vertiefen.

### III.15 Modelluntersuchungen zur Entwicklung und zum Bau neuer Industrie-Dampfturbinen

*Prof. Dr.-Ing. Richard Zahoranski*

Die Firma Wasserkraft Volk AG beabsichtigt, zur Abrundung Ihrer Produktpalette von Wasserturbi-

nen auch kleine Industrie-Dampfturbinen in Leistungsklassen bis  $5 \text{ MW}_{\text{el}}$  zu entwickeln. Es ist gedacht, diese Dampfturbinen zunächst zu konzipieren und danach in verkleinertem Maßstab zu bauen, um deren Kennlinien und andere Charakteristika auch experimentell zu testen. Die Methoden der Ähnlichkeitstheorie erlauben es, diese Ergebnisse der Modellturbinen auf größere Maschinen zu übertragen. Um zuverlässige Ergebnisse im Hinblick auf das "Upscaling" zu erzielen, sollten die Testkonditionen (Dampfparameter, Re-, M-Zahlen, Reaktionsgrad, spez. Drehzahlen, spez. Durchmesser, geometr. Ähnlichkeit, Schaufelkonturen, etc.) der Realität möglichst nahe kommen.

Die FH Offenburg besitzt mit Ihrem Großwasser-raum-Dampferzeuger (Teil des Versuchs-Dampfkraftwerkes) ideale Bedingungen hierfür. Der Frischdampfzustand von 16 bar, 350 bis  $430^\circ\text{C}$  entspricht üblichen Anwendungen in der verfahrenstechnischen Industrie. Bei 1 MW thermischer Leistung des FH-Dampferzeugers müssen die Modelle gegenüber den realen Industrie-Dampfturbinen nur relativ wenig verkleinert werden (max. 1:10). Dieser geringe Scalingfaktor liefert eine hinreichende Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Ähnlichkeitsanalyse, um darauf aufbauend die realen Maschinen zu konzipieren, zu konstruieren und zu bauen. Hinzu kommt die Flexibilität dieses Dampferzeugers, was Untersuchungen über nahezu die gesamte Bandbreite der bei industriellen Anwendungen auftretenden Fahrweisen und Frischdampf- bzw. Abdampfzustände erlaubt. Selbst transiente Betriebszustände (Anfahren, Lastwechsel, Lastsprünge, Lastabwürfe) können simuliert werden. Die Turbine kann im Gegen- oder im Kondensationsmodus gefahren werden. Die thermodynamischen Zustandsgrößen werden mit der vorhandenen Messtechnik erfasst und dokumentiert.

Zur Unterstützung der Entwicklung neuer Industrie-Dampfturbinen der Fa. Wasserkraft Volk AG sollen Untersuchungen an ausgeführten verkleinerten Modellen mit Hilfe des an der Fachhochschule Offenburg vorhandenen Experimentier-Dampfkraftwerkes von  $1 \text{ MW}_{\text{th}}$  durchgeführt, die Modelle technisch optimiert und deren Ergebnisse auf die zu bauenden Turbinen mit Hilfe der Ähnlichkeitstheorie skaliert werden. Es sollen nach dem Baukastensystem modular eine kleine Reihe von Industrieturbinen für unterschiedliche Leistungen und Dampfparameter entwickelt werden, deren Einsatz in verfahrenstechnischen Prozessen vorgesehen ist. Das unvermeidbare wirtschaftliche Risiko des Baus von neuen Dampfturbinen im Großmaßstab wird damit vermieden.

Das Institut für Angewandte Forschung hat im September 1999 zusammen mit der Wasserkraft Volk AG einen Antrag auf finanzielle Förderung des Projektes MEBID (Modelluntersuchungen zur Entwicklung und zum Bau neuer Industrie-Dampf-

turbinen) bei der Stiftung Energieforschung Baden-Württemberg gestellt. Die Erfolgsaussichten auf Förderung sind nicht abschätzbar, da dieser Antrag bei der Stiftung der erste einer Fachhochschule ist. Bis jetzt erhielt die Stiftung nur Anträge von Universitäts- oder großen Forschungsinstitutionen.



Abb. III.15-1: Ansicht des Dampfkraftwerkes der Fachhochschule Offenburg

Die Partnerschaft Wasserkraft Volk AG und FHO soll auch in Zukunft aufrecht erhalten werden, damit die Turbinen optimiert und für spezielle kundenspezifische Anwendungsfälle angepasst werden können. Hier könnte auch später der Einsatz dieser Dampfturbinen in ORC-Anlagen zur Nutzung geothermischer oder solarer Energiequellen vorangetrieben werden

### III.16 Kleinmotorenentwicklung für Zweitaktmotoren

*Prof. Dr.-Ing. Heinz-Werner Kuhnt*

#### Internationale Jahrestagung für die Entwicklung von Kleinmotoren 1999

An der Hochschule für Technik und Wirtschaft in Offenburg fand am 1. und 2. Oktober 1999 eine Fachtagung mit internationaler Beteiligung statt.

Organisation und Ausrichtung wurden wie schon im letzten Jahr von Porsche Engineering Service und vom Institut für Transportwesen und Motorentechnik e.V. unterstützt.

Die Tagung bot einen Überblick über die aktuellen Entwicklungen in diesem Motorenbereich. Schwerpunkte lagen auf dem Gebiet der Anwendung von Kleinmotoren, der Konstruktion und der Verbesserung von Schadstoffemissionen und Geräusch.

Es wurden folgende Themen behandelt:

#### Abschätzung des Verbrauchseinsparungspotenzials durch neuartige Ansätze bei Nebenaggregaten

*Prof. Dr.-Ing. L. Guzzella, Dipl.-Ing. E. Cortona  
ETH Zürich, Labor für Motorsysteme*

### New concepts for reduction of engine emissions by application of porous medium (pm) technology

*Dr.-Ing. M. Weclas, invent GmbH*

### Optische Meßverfahren zur Verbrennungsuntersuchung

*Dr.-Ing. F. Wytrykus, Smetec GmbH*

### Anforderungen an die Antriebe von Helikoptern

*Ewald Hunsinger, Jacques Hunsinger*

### Der Zweitaktmotor als Diesel

*Ing. Christian Bartsch*

### Thermodynamische Auswirkung der Öldampf-Injektion beim Öldampf-Dieselmotor

*Dr.-Ing. Siegfried Förster*

### Metallische und keramische Pulverspritzgießteile

*R.E. Hardt, Industriekontor Rolf Hardt*

### Katalysator für 2-Takt-Anwendungen

*Michael Limperich, Buck Maschinenbau GmbH & Co. KG*

### Kurbelgehäusedruck als Motorlastsignal für einen Zweitakt-Kleinmotor

*Dipl.-Ing. Heinz Britsch*

### Hybrid- Antriebskonzept für Stadtwagen auf Basis eines kompakten Zweitaktmotors mit Benzin- Direkteinspritzung

*Prof. Dr.-Ing. habil. C. Stan, Forschungs- und Transferzentrum e.V., Zwickau*

### Numerische Simulation des Ladungswechsels in Zweitaktmotoren

*Prof. Dr. D. Kroener, Institut für Angewandte Mathematik, Uni Freiburg*

### A new dynamically-balanced piston-crank-mechanism

*I. Häyrynen, Frank Arnold Systemtechnik*

### Geräuschoptimierung am 125 ccm MuZ

*Dipl.-Ing. Jürgen Meusel, MuZ engineering GmbH*

### Ein neuartiger Wärmemotor mit besonderer Eignung für die Kraft-Wärme-Kopplung und nachwachsende Brennstoffe

*Dr.-Ing. Günter Frank*

### Zweizylinder- Viertaktmotor mit Turboaufladung

*Dipl.-Ing. Roger Martin, Swissauto*

### Untersuchung an Ventiltrieben von Viertaktmotoren

*Dipl.-Ing. Eberhard Wizgall, Porsche Engineering Services GmbH*

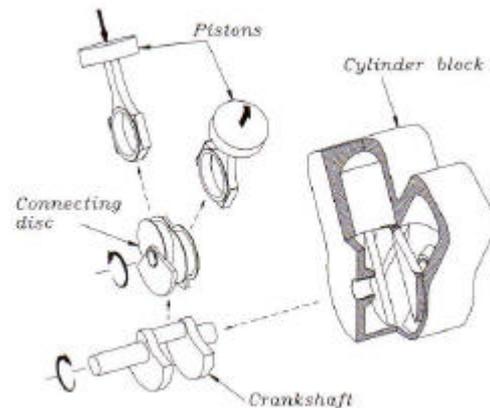


Abb. III.16-1: Aufbau eines Kleinmotors

## III.17 Strukturbildung in der Thermo- und Fluidodynamik

*Prof. Dr. Ing. habil Karl Bühler*

Dieses Projekt ist der Grundlagenforschung an viskosen Flüssigkeiten zuzuordnen, direkte Anwendungen sind im Maschinenbau im Bereich der Schmierung vorhanden. Die Arbeiten sind international ausgerichtet mit Kontakten in mehreren europäischen Ländern. Die Ergebnisse konnten auf internationalen Konferenzen publiziert werden, mehrere Vorträge wurden gehalten.

Im Zentrum der diesjährigen Forschungsarbeiten stand das Strömungsfeld zwischen zwei rotierenden Kugeln. In Natur und Technik sind die Strömungsformen um rotierende Körper von wesentlicher Bedeutung.

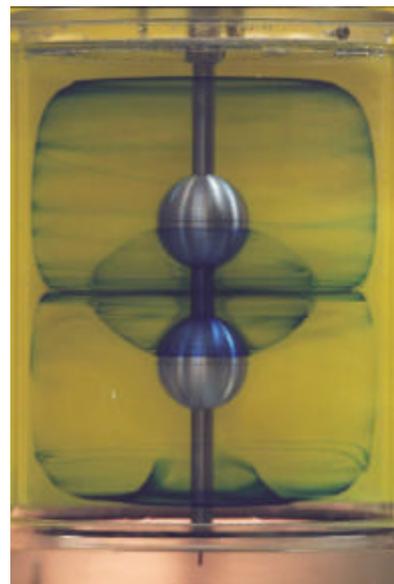


Abb. III.17-1 Strömungsform um zwei auf einer gemeinsamen Achse rotierenden Kugeln

In diesem Projekt wird die Interaktion von zwei auf einer gemeinsamen Achse rotierenden Kugeln untersucht. In Abhängigkeit vom Abstand der Kugeln und der Rotationsgeschwindigkeit ergeben sich unterschiedliche Strömungsformen. Neben der Sichtbarmachung der Strömung sind auch die horizontale Ausdehnung des Rückströmungsgebietes und die Ablöswinkel an den Kugeln von Interesse.

Prof. Dr. Karl Bühler hielt im Sommersemester 1999 eine **Gastprofessur an der University of Colorado at Boulder in den Vereinigten Staaten** ab.

### **III.18 Dezentrale Biomassevergasung zur Strom- und Wärmenutzung**

*Prof. Dr.-Ing. Joachim Jochum*

Im Technikum des Fachbereichs Verfahrenstechnik wurde ein Festbettvergaser errichtet, der in der Lage ist, Biomasse unterschiedlichster Herkunft und Zusammensetzung optimal zu vergasen. Alle bei der Vergasung entstehenden Produkte müssen dabei eine sehr heiße Reaktionszone passieren, in der organische Bestandteile in kleinstmögliche, ungefährliche Moleküle zerlegt werden.

Die Biomassevergasung wird besonders interessant, wenn Brennstoffe zum Einsatz kommen, deren Entsorgung Kosten verursacht. Darunter fällt z.B. Altholz, also Holz aus Gebäudeabbrüchen, Umbauten, Möbeln, Sperrmüll oder Holzverpackungen. Für jeden Brennstoff kann mit der Versuchsanlage die optimale Auslegung ermittelt werden. Dies ist bisher mit Holzabfällen aus der Parkettindustrie, mit Maiskolben aus der Futtermittelindustrie und den kompaktierten Papierhandtüchern aus den Wasch- und Toilettenräumen der Fachhochschule durchgeführt worden. Dabei sind keine Reststoffe, außer ca. 1 % Asche, angefallen und elektrische Wirkungsgrade zwischen 12% und 20% erreicht worden. Die errechneten Auslegungsdaten der Anlage konnten durch Massen- und Energiebilanzen im Versuchsbetrieb bestätigt werden.



*Abb. III.18-1: Holzvergaser mit Verbrennungsmotor und Generator im Technikum der FHO*

Die mit Mitteln der Hochschule im Fachbereich Verfahrens- und Umwelttechnik sowie im Rahmen

von Diplom- und Studienarbeiten durchgeführte Vorentwicklung stellt die Basis dar für die Beantragung von Fördermitteln.

Das langfristige Ziel in diesem Forschungsprojekt ist, den Biomassevergaser mit Motor-Generator-Modul in einem mittelständischen Betrieb der Umgebung im Dauerbetrieb zur Strom- und Wärmenutzung zu testen. Dazu hat sich die Zimmerei Armbruster in Haslach bereit erklärt. Auf dem Firmengelände existiert ein Wärmenetz, welches Wohnhäuser und Werkstätten verbindet. Der erzeugte Strom soll von den Stadtwerken bezogenen Strom substituieren. Die Anlage muss dort aber vollautomatisch laufen und möglichst per Fernwirktechnik von der Fachhochschule aus gesteuert und überwacht werden. Im letzten Jahr wurden daher vor allem Arbeiten durchgeführt, die eine Automatisierung der Anlage zum Ziel hatten.

Außer dem kontinuierlichen Betrieb ohne beaufsichtigendem Personal soll auch der An- und Abfahrprozess automatisch ablaufen. Der Anfahrvorgang wurde so abgeändert, dass über eine zweite Anzündöffnung zuerst das Reduktionsbett gezündet wird, und erst wenn die Temperatur in diesem Koksbed über 500° C steigt, die Biomasse in der Oxidationszone gezündet wird. Die sich sofort bildenden Teere und Kohlenwasserstoffe können dann am schon vorgeheizten Reduktionsbett gecrackt werden. Dieses Vorgehen unterbindet die Teer- und Kondensatbildung beim Anfahrprozess.

Der Reaktor wurde zur Simulation einer Notabschaltung gezielt aus dem Vollastbetrieb abgeschaltet. Dazu wurde Wasser oder Kohlendioxid in den Reaktor eingedüst, um durch die endothermen Wassergas- und Boudouard-Reaktionen den Reaktorinhalt innerhalb von Minuten abzukühlen und die Gasbildung zu stoppen. In diesen Versuchen wurden die Grundlagen zur Auslegung einer Fackel zum Not-Abfahren der Anlage ermittelt.

Um einen Dauerbetrieb zu realisieren, muss die Brennstoffzufuhr kontinuierlich erfolgen. Die bisher manuelle Beschickung über eine Schleuse wurde durch eine Förderschnecke mit Einlauftrichter ersetzt. Eine Steuerung mit Füllstandsgeber sichert einen gleichbleibenden Füllstand im Reaktor. Die Schnecke fördert problemlos Hackschnitzel, welche auch als erster Brennstoff zum Einsatz kommen sollen. Im Reaktor selbst können sich aber Hohlbrenner bilden, die mechanisch zerstört werden müssen. An einer Lösung für dieses Problem wird noch gearbeitet.

Ein weiteres Problem, dass sich in einem Dauer-versuch über den Zeitraum von einer Woche im Technikum des Fachbereiches zeigte, bilden die metallischen Störstoffe und die Asche des Brennstoffs. Nägel oder Beschläge aus Altholz schmelzen in der Oxidationszone bei Temperaturen über 1300° C auf und bilden Verklumpungen, meist

gleichzeitig mit zusammengesinterter Asche. Ein Austrag dieser Störstoffe mit einem klassischen Drehrost ist nicht möglich, da sonst auch ein großer Teil Brennstoff mit ausgetragen wird. Hier wurde durch eine Zuführung von Sekundär-Vergasungsluft unter dem Rost ein gezielter Austausch des Reduktionsbettes bewirkt, so dass die Störstoffe schnell in kältere Zonen wandern und somit nicht verklumpen. Durch einen genügend großen Spalt werden nun auch Nägel und kleinerer Metallteile ausgetragen.

Ein weiterer Schwerpunkt der Entwicklung liegt bei der Anpassung des Gasmotors auf das Synthesegas. Zusammensetzung und Heizwert des Synthesegases können sich innerhalb von Sekunden stark ändern. Die Aufgabe des Verbrennungsmotors besteht in der optimalen Verstromung des ankommenden Synthesegases.

Im Gegensatz zu bekannten Regelungskonzepten bei Motoren in Blockheizkraftwerken, welche mit einer konstanten Brennstoffqualität rechnen, muss die Regelung hier die unterschiedlichen Gasqualitäten vollständig unter Einhaltung der Abgasgrenzwerte und mit maximaler Ausbeute an elektrischer Energie verstromen.

In einem groß angelegten Versuch wurde in einem extra aus PE angefertigten, 60 m<sup>3</sup> fassenden Sack ein künstliches Synthesegas aus Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenmonoxid gemischt. Mit diesem Gas wurden Wirkungsgrade und Abgasschadstoffe in Abhängigkeit von der Verbrennungsluftmenge und dem Zündwinkel ermittelt. Aus diesen Kennlinien wird zur Zeit ein Regelungskonzept zur Luftmengenregelung erarbeitet.



Abb. III.18-2: Der 60 m<sup>3</sup> Gasspeicher wird zur Aufnahme der Motorkennlinien mit Synthesegas gefüllt.

Sollte die Anlage einmal in Haslach unbeaufsichtigt Holzabfälle zu Strom und Wärme umformen, so muss ihr Zustand jederzeit von der FH Offenburg aus abgefragt werden können, sowie Alarmer an die FH weitergeleitet werden.

Um gefährliche Zustände sicher zu erkennen, wurde eine Störfallanalyse im Rahmen einer Diplomarbeit durchgeführt, die mit wenigen,

einfachen Sensoren die Funktion der Aggregate überwacht. Die Datenübertragung wird entweder über Modem und Telefonleitung oder mit einer im Fachbereich vorhandene Prozesssteuerung und dem Internet erfolgen.

### III.19 Zur Einführung des Euro und Schaffung einer Gemeinsamen Europäischen Zentralbank

*Prof. Dr. sc. pol. Horst Rodemer*

Ob der Euro am Ende eine harte oder weiche Währung sein wird, kann heute niemand definitiv wissen. Auf kurze oder mittlere Sicht wird die globalisierungsbedingte Verschärfung des Wettbewerbs, die schon in den letzten Jahren den nationalen Zentralbanken die Sicherung des Geldwertes leicht machte, der Europäischen Zentralbank helfen, im Inneren eine Politik stabilen Geldes zu betreiben. Langfristig wird für die Stabilität des Geldwertes einiges davon abhängen, welche politische Richtung auf die Politik der Europäischen Union den größeren Einfluss erlangen wird. Für die Stabilität der gemeinsamen Währung wäre es sicherlich besser, wenn die Vertreter der wirtschaftsliberalen Position gegenüber den Vertretern des sozialstaatlichen Korporatismus die Oberhand gewinnen. Freilich hat es gegen Ende des Jahrhunderts eher den Anschein, dass sich in Deutschland und Frankreich als den beiden wichtigsten Mitgliedsländern der Union auf der politischen Ebene die Vertreter der korporativ-sozialstaatlichen Position durchsetzen werde. Dieser Auffassung scheinen auch die Teilnehmer auf den internationalen Finanz- und Devisenmärkten zuzuneigen. Ansonsten wäre der drastische Wertverfall des Euro gegenüber dem japanischen Yen und dem US-Dollar angesichts seiner bisherigen inneren Stabilität kaum zu erklären. Bedenklich stimmt auch, da die Europäische Zentralbank im ersten Jahr ihres Wirkens eine jahresdurchschnittliche Geldentwertung von 2 % als Stabilität definiert hat. Im Unterschied dazu hat die Deutsche Bundesbank – solange sie für die Geldwertstabilität verantwortlich war – schon eine jährliche Geldentwertung von über 1 % als bedenklich eingestuft.

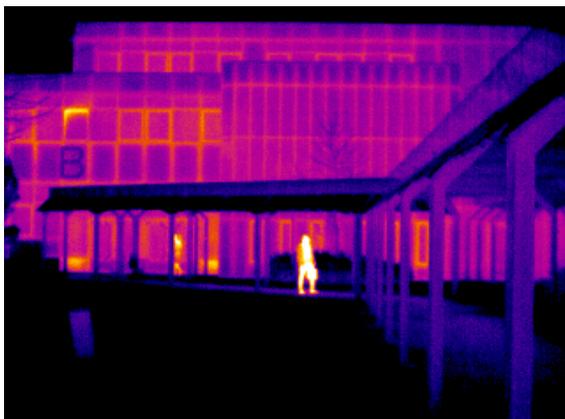
Die Mängel des Vertragswerks von Maastricht und Amsterdam und die Umstände bei dessen Durchsetzung müssen nicht unabdingbar eine weiche Währung im Gefolge haben. Das unseriöse und – wie manche Kritiker meinen – betrügerische Vorgehen der Politischen Klasse bei Errichtung der Währungsunion gibt zwar Anlass zu Skepsis im Hinblick auf die weitere Politik. Doch bedingt es nicht zwingend, dass der Euro unausweichlich eine instabile Währung wird. Auch müssen die statuarischen Schwächen in Verbindung mit der offenen finanz- und lohnpolitischen Flanke sowie die durch das Beschäftigungskapitel implementierten Gefährdungen nicht unbedingt zu einer weichen Währung

führen. Ebenso muß der fundamentale wirtschaftspolitische Dissens zwischen Deutschland und Frankreich keine instabile Währung im Gefolge haben. Selbst das Fehlen der Politischen Union macht es – bei allen negativen Erfahrungen – logisch nicht unmöglich, dass der Euro eine stabile Währung wird. Doch bliebe die Entscheidung, die Deutsche Mark abzuschaffen und den Euro einzuführen, auch dann ein wirtschaftspolitischer Fehler, wenn der Euro am Ende eine stabile Währung und – wie die Deutsche Mark – ein immer wichtiger werdendes – gegenüber dem US-Dollar trendmäßig aufwertendes – internationales Zahlungsmittel würde. Der Beschluss, ein gutes Geld durch ein Geld zu ersetzen, das nur vielleicht gut wird, sowie eine weltweit hohes Vertrauen genießende Zentralbank durch eine Zentralbank zu ersetzen, die sich ein solches Vertrauen nur in einem langwierigen Prozess erwerben kann, war in jeden Falle ökonomisch falsch. Die Entscheidung zur Einführung des Euro war aus der Sicht des Deutschen Volkes aber auch schon allein deshalb wirtschaftlich falsch, weil Deutschland mit der Preisgabe der Deutschen Mark und der Bundesbank seine äußerst vorteilhafte Rolle als Weltbankier, der den Münzgewinn für das von ihm zur Verfügung gestellte internationale Geld einstreicht, preisgab.

### III.20 Wärmebilder an der Fachhochschule Offenburg

*Prof. Dr. rer. nat. Bernd Spangenberg*

Das Titelbild des vorliegenden IAF-Berichtes zeigt eine Wärmebildaufnahme der Fachhochschule Offenburg, aufgenommen an einem kalten Tag im März 2000. Markant tritt die Skelettbauweise des B-Gebäudes hervor. Die Stahlträger wirken als Kühlrippen, indem sie die Wärme besser als jedes Fenster nach aussen transportieren.

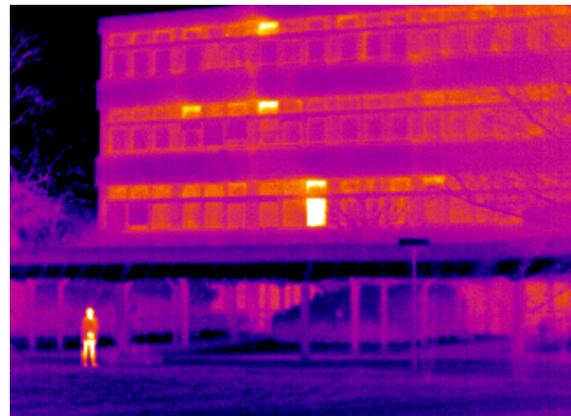


*Abb. III.20-1: Wärmebild des Haupteinganges B-Gebäude*

In Abbildung 1 verlässt der Dekan des Fachbereiches E gerade das B-Gebäude durch den Haupteingang. Sein noch warmes Büro zeigt sich links oben im Bild. Im Vorzimmer wurde ein

Fenster gekippt. Die Tür des Haupteinganges ist noch nicht ganz geschlossen und lässt warme Luft entweichen. Den Eingang kann man gut identifizieren, da er von zwei Wärmequellen markiert wird. Es sind zwei Heizkörper, die beim Bau so geschickt platziert wurden, dass sie die Wärme ungehindert durch die Fenster nach draussen abstrahlen können.

Die IR-Kamera, mit der dieses Bild aufgenommen wurde, konnte vom IAF aus Forschungsgeldern und Eigenmittel im Jahre 1999 gekauft werden. Die Kamera arbeitet in einem spektralen Bereich von 7.5 µm bis 13 µm und zeigt eine Auflösung von 240 \* 320 Pixel. Sie kann Bilder in einem Temperaturbereich von -40° C bis 500° C aufnehmen. Die Kamera soll in der Solarforschung, aber auch in der Elektrotechnik Verwendung finden. Ein Schwerpunkt wird die Überprüfung von Wärmedämmungen im Hausbereich sein.



*Abb. III.20-2: Wärmebildaufnahme vom Haupteingang des A-Gebäudes*

In Abbildung 2 erkennt man das A-Gebäude der Fachhochschule. Ins Auge sticht hier die starke Wärmestrahlung im Fensterbereich. Die verräterischen gelben Rechtecke auf dem Bild zeigen ausserdem, dass es in der Verwaltung offensichtlich weit verbreitet ist, einen Raum durch Öffnen der Fenster zu klimatisieren.

Auch in der Verfahrenstechnik soll die Kamera eingesetzt werden, weil Wärmeflüsse einfach zu visualisieren sind. Die Beobachtung der Infrarotabstrahlung einer Destillation, das Anfeuern des Holzvergasers oder nur der Betrieb eines Verbrennungsmotors ermöglicht den Studenten im wahren Sinne des Wortes neue Einblicke in die Technik. Auch für den Maschinenbau lohnt sich die Anschaffung der Kamera, um z.B. die Bildung von Reibungswärme zu erkennen.

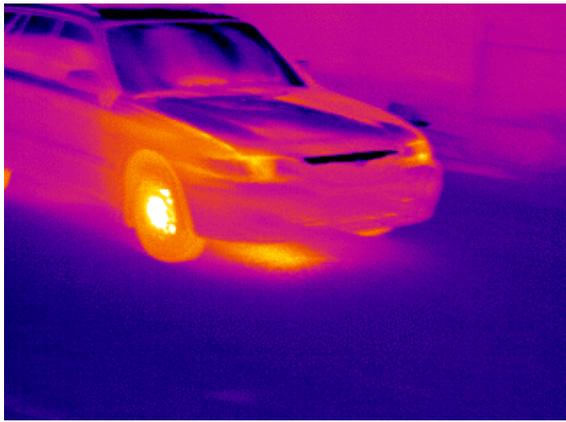


Abb. III.20-3: Wärmebildaufnahme eines fahrenden Autos

Abbildung 3 zeigt die Aufnahme eines fahrenden Autos im Rittweg, Höhe Krankenhaus. Obwohl eine Geschwindigkeitsbegrenzung von 30 km/h vorgeschrieben ist, fahren natürlich alle Autos schneller. Das schlechte Gewissen des Fahrers erkennt man an seinen Bremsbacken, die im Moment der Bildaufnahme größere Energiemengen in Form von Reibungswärme abgeben. Offensichtlich ist der Autor wegen seiner nächtlichen! Filmerei mit der Polizei verwechselt worden. Das Bild zeigt sehr schön, dass permanentes Bremsen für den bekanntermaßen hohen Benzinverbrauch im Stadtverkehr verantwortlich zu machen ist.

### III.21 Aufstellung eines Rasterelektronenmikroskops

Prof. Dr. rer. nat. Walter Großhans

An der Fachhochschule Offenburg wurde im Jahr 1999 ein Rasterelektronenmikroskop aufgestellt und in Betrieb genommen. Dieses Gerät eignet sich sehr gut für die Untersuchung von Oberflächenstrukturen. Die Abbildungen besitzen eine große Schärfentiefe und erlauben die Auflösung von Strukturen in der Größenordnung von einem Mikrometer oder darunter.

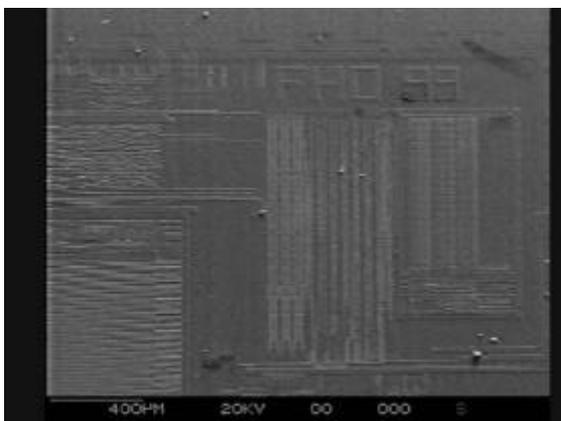


Abb. III.21-1: Ausschnitt aus dem Thermologgerchip. Rechte Bildhälfte zeigt den FHOP-Core.

Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen sind prinzipiell nur von elektrisch gut leitenden Oberflächen möglich, da der Probenstrom vollständig zur Erde abgeleitet werden muss.

Nichtleitende Proben laden sich durch den Elektronenstrahl auf und ergeben ein „überbelichtetes“ Bild, das keine Details mehr erkennen lässt. Dieser Nachteil kann durch Aufbringen einer dünnen, elektrisch leitenden Schicht beseitigt werden. Dafür steht demnächst eine Sputteranlage mit einem Goldtarget zur Verfügung. Sputterschichten bieten, auch bei leitenden Oberflächen, einen weiteren Vorteil: Sie erhöhen bei Objekten mit niedriger Ordnungszahl die Auflösung, weil dann die Austrittstiefe der für die Abbildung benutzten Sekundärelektronen durch das schwere Gold bestimmt wird.

Etwas problematisch ist noch die Untersuchung von wasserhaltigen, biologischen Präparaten. Der hohe Dampfdruck des Wassers führt leicht zu strukturellen Veränderungen an der Probe, die nur durch eine sorgfältige Trocknung zu vermeiden sind.

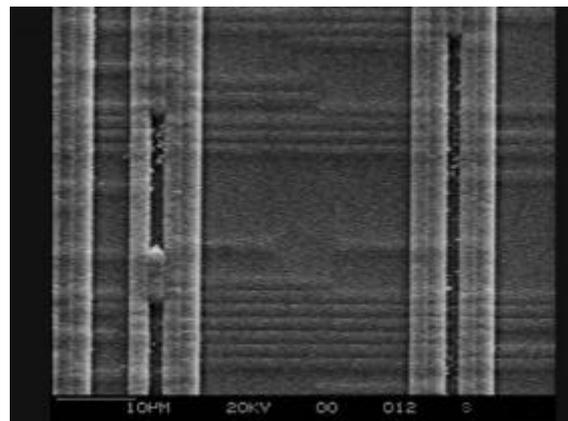


Abb. III.21-2: Aufnahme eines ASICs. Die senkrechten Leiterbahnen befinden sich in der 3. Metalisierungsebene, die 2. Ebene (waagerechte Leiterbahnen) ist noch erkennbar.

Große Vergrößerungen bedingen hohe Primärspannungen. Zusammen mit dem bauartbedingten, relativ hohen Elektronenstrom und der für eine Photographie benötigten Zeit von etwa einer Minute war die Untersuchung zunächst auf haltbare, nicht hitzeempfindliche Proben beschränkt. Der Aufbau einer digitalen Bilderfassung hebt diese Limitation weitgehend auf, da die Bilder nun in wesentlich kürzerer Zeit aufgenommen werden können. Zusätzlich können die digitalen Informationen leichter weiterverarbeitet werden.

Durch die auf die Probe auftreffenden Elektronen entsteht auch Röntgenstrahlung, die für die Elementanalyse ausgewertet werden kann. Zur Zeit laufen deshalb Bemühungen, das Gerät um ein energieispersives Röntgenspektrometer zu erweitern.

Dieses Elektronenmikroskop wurde der FHO reundlicherweise vom Fraunhoferinstitut für Werkstoffprüfung in Freiburg überlassen.

### III.22 EM-Strahlenbelastung durch Mobilfunkstation

Prof. Dr.-Ing. Lothar Schüssele  
Dipl.-Ing. (FH) Michaela Rieger-Motzer

Die Anzahl der Mobilfunknutzer und damit der Bedarf an Kanälen steigt in Deutschland täglich. Gleichzeitig streben die Netzbetreiber eine möglichst flächendeckende Erreichbarkeit an. Hierzu werden viele Mobilfunkfeststationen an exponierten Orten wie Kirchen, Schulen, Hochhäusern etc. benötigt. Die allorts sichtbaren Feststationen haben zu einer erheblichen Verunsicherung der Bevölkerung bezüglich der damit verbundenen Strahlenbelastung durch elektromagnetische Felder geführt. Es ist daher ein Anliegen vieler Gemeinden, die tatsächliche Strahlenbelastung zu kennen, um deren Gefährlichkeit abschätzen zu können.

Dieses Ziel verfolgte auch die Stadtverwaltung Offenburg, als sie Anfang des Jahres die FH Offenburg um fachliche Unterstützung bei der Messung der Strahlenbelastung durch die im Ortsteil Windschlag installierte, vielfach kritisierte Sendestation bat. Das Labor für Hochfrequenztechnik und Elektromagnetische Verträglichkeit der FH Offenburg hat dieser Bitte entsprochen und am 13.01.2000 Emissionsmessungen im Bereich der Sendestation durchgeführt. Die ortsfeste Mobilfunk-Sendeanlage nach GSM-Standard ist auf dem alten Schulhaus in Windschlag seit September 1999 in Betrieb. Sie sendet mit drei um 120° versetzte Antennen mit einer Sendeleistung von maximal 8 Watt pro Kanal.

Die physikalisch interessante Größe ist die Leistungsflussdichte  $S$ , also die Strahlungsleistung pro Fläche. Ihren Betrag erhält man aus dem Produkt von elektrischem und magnetischem Feld. Mit dem Feldwellenwiderstand  $Z_F$  im freien Raum von 377 Ohm ergibt sich die Leistungsflussdichte  $S$  zu.

$$S = \frac{E^2}{Z_F}$$

Über die Messung des elektrischen Feldes kann damit  $S$  bestimmt werden. Für die Messungen wurden folgende Messgeräte benutzt:

- EMV-Messempfänger: ESVS 10 von Rhode & Schwarz (20 bis 1000 MHz)
- Spektrumanalysator MS 2601 A von Anritsu (9 kHz bis 2200 MHz)
- Messantenne: Log. per. 3146 von EMCO (200 bis 1000 MHz), linear polarisiert

Verluste der Messleitungen wurden in der Kalibration des Messempfängers berücksichtigt.

Der gerätebedingte Messfehler war kleiner als  $\pm 2$  dB.

Die Messungen wurden an 8 unterschiedlichen Positionen durchgeführt (siehe auch Flurkarte in Abbildung III.22-1).

- Pos. 1: Klassenzimmer direkt unter der Sendeantenne (horiz. Abstand = 0 m),
- Pos. 2 bis 4: verschiedene Abstände zwischen Schulgebäude und Straße (horiz. Abstand = 9 m, 15 m und 27 m),
- Pos. 5: dem Rathaus gegenüber liegender Gehweg, in Verlängerung der Rathaus-Ausfahrt (horiz. Abstand = 37 m),
- Pos. 6: dem Rathaus gegenüber liegender Gehweg, in der Abschattung des Rathauses (horiz. Abstand = 38 m),
- Pos. 7: im neuen Schulgebäude (horiz. Abstand = 160 m),
- Pos. 8: im Kindergarten (horiz. Abstand = 220 m).



Abb. III.22-1: Flurkarte

Im Spektrum des Mobilfunk-Senders waren insgesamt sechs Emissionslinien vorhanden. Die Leistung der ersten beiden Kanäle war zeitlich konstant. Die Sendeleistung der anderen vier Kanäle schwankte in Abhängigkeit von Ort und Anzahl der Mobilfunkeilnehmer. Ausgewertet wurden nur die Maximalwerte. Einen Überblick über die Messergebnisse in den einzelnen Messpositionen bietet die Tabelle 2. In Spalte 3 ist das gemessene elektrische Feld eingetragen. Dabei wurde berücksichtigt, dass die Sendeantenne kreuzpolarisiert ist. Die Werte für die Leistungs-

flussdichte (Spalte 4) sind daraus abgeleitet. In der zweiten Spalte ist der horizontale Abstand von der Sendeantenne eingetragen. Das Verhalten der Leistungsflussdichte in Abhängigkeit der Messentfernung kann an Hand des vertikalen Richtdiagramms in Abbildung 2 interpretiert werden. Auffällig ist, dass die Strahlenemission unmittelbar unterhalb der Antenne (Position 1) relativ gering ist. Die Ursache hierfür liegt darin, dass in dieser Position die gegenüber dem Maximum um ca. 30 dB gedämpfte 4. Nebenkeule wirksam ist. Der relativ starke Unterschied der Messwerte zwischen Position 5 und 6 liegt ebenfalls an der Form des Richtdiagramms, weil beide Messungen genau auf der Flanke der Hauptkeule liegen, auf der eine geringe Ortsveränderung der Messposition eine große Änderung des elektrischen Feldes bewirkt.

Die Bewertung der Messungen erfolgte an Hand von Grenz- und Vorsorgewerten. Der für den Mobilfunk relevante Grenzwert beträgt gemäß 26. BimSchV von 1996 42,38 V/m für das elektrische Feld bzw. 4,5 W/m<sup>2</sup> für die Leistungsflussdichte. In Spalte 6 ist ersichtlich, dass die Emission um mindestens Faktor 10.000 unterhalb des Grenzwertes liegt. Im Abstand von 220 m vom Sender ist der Wert fast 3 millionenfach kleiner. Da sich die Diskussionen um die Gefahren durch Elektromog immer wieder daran entzünden, dass die geltenden Grenzwerte zu hoch seien, wurden die Messungen in Tabelle 2 außerdem mit den Vorsorgewerten verglichen, die der BUND empfiehlt. Wie die letzte Spalte zeigt, wird auch dieser Wert an keiner Messposition überschritten, in 220 m Abstand wird er gar um den Faktor 272 unterschritten.

Position	Horizontaler Abstand vom Sender m	E-Feld V/m	Leistungsflussdichte S $\mu\text{W}/\text{m}^2$	E-Feld um Faktor besser als 42,38 V/m	S um Faktor besser als 4,5 W/m <sup>2</sup>	S um Faktor besser als BUND-Vorsorgewert
1	0	0,095	23,77	448	189300	19
2	9	0,159	66,94	267	67220	7
3	15	0,327	283,46	130	15880	2
4	27	0,172	78,27	247	57500	6
5	37	0,360	343,61	118	13100	1
6	38	0,147	57,58	288	78150	8
7	160	0,079	16,50	537	272700	27
8	220	0,025	1,66	1697	2719000	272

Tabelle 2: Überblick über alle Messpositionen auf der Basis von Summenwerten und Bewertung an Hand von Grenz- und Vorsorgewerten.

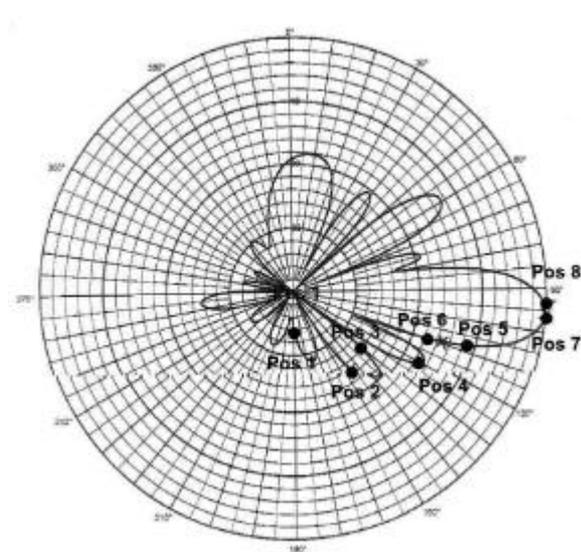


Abb. III.22-2: Vertikales Richtdiagramm der Sendeantenne. Eingetragen sind die Winkel der 8 Messpositionen.

Die hier dargestellten Messungen zeigen exemplarisch, dass die Gefahr durch Mobilfunk-Sendestationen häufig überschätzt wird. Denn es gibt bis heute keinen wissenschaftlich gesicherten Hinweis, dass Leistungsflussdichtewerte in der hier gemessenen Größenordnung eine Gefährdung für die Menschen darstellt.

Es liegt in keinem Fall eine Grenzwertüberschreitung vor. Selbst der sehr niedrige Vorgabewert vom BUND wurde nicht überschritten, im Gegenteil: die gemessene Leistungsflussdichte ist um den Faktor zwischen 1 und 272 kleiner.

## IV. Zusammenstellung

### Veröffentlichungen und Vorträge

#### Veröffentlichungen

**Bollin, E.; Wülker, M.; Zahoransky, R.:** „Energieinsel der Fachhochschule Offenburg“. VDI Informationsschriften Entwicklungstendenzen in der Energieversorgung, VDI-Gesellschaft, Düsseldorf, 1998

**Bollin, E.:** „Solare Warmwasserbereitung in Hotelanlagen“, ENERSYS-Tagung, 23.11.99, Donaueschingen

**Bühler, K.:** „Visualization of Vortex Breakdown Structures. Journal of Visualization“, Vol. 2, No. 1, p. 25-30 (1999)

**Bühler, K.:** „Transition to Turbulence in Spherical Gap Flows. Turbulence and Shear Flow Phenomena“, Ed.:S. Banerjee p. 971-976 (1999) Begell House, Inc. ISBN 1-56700-135-1

**Zahoransky, R. und Kuhnt, H.-W.:** „In-line Particle Measurements of the Undiluted Exhaust of Combustion Engines by Multi-Wavelength Extinction Technique“, Journal of Aerosol Science, Vol. 28, 1997

**Zahoransky, R. und Kuhnt, H.-W.:** „Particle Emission of Internal Combustion Engines under Transient Load Conditions – On-line Analysis of Particle Size and Concentration by Optical Extinction“, Journal of Aerosol Science, Vol 29, 1998

**Zahoransky, R.:** „Anmerkungen zum Einsatz und Wirkungsgrad kleiner Kraftmaschinen – Turbinen, Dampfmotor und Schraubenexpander“, Zeitschrift Wärme, Band 91, 1985

**Zahoransky, R.:** Bericht über den Aufenthalt als Gastprofessor an der Yale University in New Haven, Connecticut, USA im Campus Nr. 10 der FH OG.

**Spangenberg, B.:** „A new Proposal for a parameter-free integration software“, Fresenius J Anal Chem, 1998. Coffeinbestimmung mittels Diodenarray-Dünnschichtchromatographie, LIFECOM, März 2000.

**Jansen, D.:** „Chip Design in Baden-Württemberg“, das Netzwerk der MPC-Gruppe, Horizonte 15, erschien im Dezember 1999.

**Forschungsbericht 1998 des Instituts für Angewandte Forschung.**

#### Vorträge

**Bollin, E.; Wülker, M.; Zahoransky, R.:** „Die Energieinsel der Fachhochschule Offenburg“ Vortrag im Rahmen der Herbstsitzung der AG für Technikfolgeabschätzung an der Fachhochschule Offenburg, Nov. 99

**Bühler, K.:** First Int. Symposium on „Turbulence and Shear Flow 1“, 12.-15.09.99 Santa Barbara, USA „Secondary flow due to the interaction of two

rotating spheres“. American Physical Society: Fluid Dynamics Meeting 21.-23.11.99, New Orleans, USA

**Bühler, K.:** Secondary flow due to the interaction of two rotating spheres. Fluid Dynamics Meeting of the American Physical Society APS, 21.-23.11.99, New Orleans USA.

**Bollin, E., Zahoransky, R.:** „Energieinsel der Fachhochschule Offenburg“: Photovoltaik, Windkraftanlage und Blockheizkraftwerk im Verbund. Vortrag im Rahmen der Reihe: Offene Hochschule, 1998.

**Lieber, W.:** Leitung der 5. ITG-Fachtagung Kommunikationskabelnetze in Köln, 03.12.1998. Leitung des Workshops der ITG-Fachgruppe Informationstechnische Gebäudeverkabelung in Köln, 02.12.1998.

**Lieber, W.:** Leitung der 6. ITG-Fachtagung Kommunikationskabelnetze in Köln, 01.12.1998. Leitung des Workshops der ITG-Fachgruppe Informationstechnische Gebäudeverkabelung in Köln, 02.12.1999.

**Jansen, D.:** „System on Chip (SOC), Tendenzen beim Entwurf komplexer IC's mit IP's“. XX. Workshop der MPC-Gruppe in Furtwangen.

**Jansen, D.:** „ASIC-Entwicklung an den Fachhochschulen Baden-Württembergs“, Workshop Systemintegration, 05. 1999, FH Darmstadt.

**Hauser, J., Vollmer, W., Jansen, D.:** „Temperaturzelle in CMOS-Technologie mit SIGMA-DELTA-Wandler auf der Basis eines Entwurfs der Universität Delft“. XIX. Workshop der MPC-Gruppe in Konstanz.

**Fischer, M., Vollmer, W., Jansen, D.:** „FHOP V2.0, Entwicklung der 2. Generation eines 16 BIT Mikroprozessorkerns in VHDL auf der Basis des FHO-Prozessors FHOP“. XX. Workshop der MPC-Gruppe in Furtwangen.

**Fischer, M.:** „Emulation komplexer Logik auf FPGA“, XXI. Workshop der MPC-Gruppe in Ravensburg-Weingarten.

**Spangenberg, B.:** „Dünnschichtchromatographie“ InCom, Düsseldorf, 24.03.99. Dünnschichtchromatographisches Screening von Arzneistoffen im Urin mittels Photodioden-Spektrometer, LIFECOM, März 2000.

**Schröder, W.:** „Die Rolle des RDC für die FHO“. Eröffnung des RegioDemoCenters in Straßburg, 24.06.1999.

**Jansen, D., Fischer, M., Hauser, J., Störk, C.:** „SOC-Kurs, System on Chip Design mit den Komponenten des FHOP-KITS“. 3-tägiger Lehrgang, veranstaltet in der Fachhochschule Offenburg.

#### Interne Berichte

**K. Bühler:** „Anwendung der Computeralgebra in der Thermo- und Fluidynamik“.

**Störk, C., Vollmer, W.:** „Dual Signal Wavelet Processing Controller (DPWSC)“, ASIC Design Center, 06.1999.

**Rezaeian, M., Jansen, D.:** „Waveletkompression von EKG-Signalen“, Technischer Bericht. Institut für Medizintechnik im IAF der FH Ulm, 03.1999.

### **Dissertationen**

#### **Dipl.-Ing. (FH) Sternemann**

**„Team-Informationssystem: Ein Beitrag zur Informations- und Wissensbereitstellung“**

*Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Maschinenbau.*

Betreuer:

*Prof. Dr.-Ing. (habil), Dipl. Math. Hermann Kühnle, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Lehrstuhl und Institut für Arbeitswissenschaft, Fabrikautomatisierung und Fabrikbetrieb, Fraunhofer-Institut für Fabrikautomatisierung und Fabrikbetrieb*

*Prof. Dr.-Ing. Dieter Spath, Universität (TH) Karlsruhe, Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebstechnik (wbk)*

*Prof. Dr.-Ing. Friedhelm Lierath, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung.*

### **Gastprofessuren im Ausland**

**Prof. Dr. K. Bühler:** SS 1999 an der University of Colorado at Boulder, USA

**Prof. Dr. R. Zahoransky:** WS Sept. 1998 bis März 1999 an der Yale University in New Haven, Connecticut, USA (Partikelanalyse und -fraktionierung)

### **Diplomarbeiten**

**Senrich, Thomas:** „Der nachwachsende Rohstoff Holz: Wärmeerzeugung mit einer Holz hackschnitzel-Feuerungsanlage“; Freiburger Energie- u. Wasserversorgung AG, Freiburg.

**Zimmer, Marco:** „Energiediagnose für städtische Gebäude der Stadt Oberkirch“; Ingenieurbüro Dr. Vollmer; 77704 Oberkirch.

**Heberle, Stephan:** „Qualitätssicherung im Fertigungsprozess - Verifizierung der angewandten Prüflenkung“; Mercedes-Benz AG, Gaggenau.

**Schlageter, Steffen:** „Aufbau einer Chipkarte auf der Basis des Thermologgerchips und Entwicklung der dazugehörigen Software“; Institut für Angewandte Forschung, 1998.

**Gemeinhardt, Michael:** „Identifikationsverfahren“, Institut für Angewandte Forschung, 1998.

**Zantopp, Christian:** „Kontinuierlicher Betrieb einer Holzvergasungsanlage zur Strom- und Wärmegewinnung“; Institut für Angewandte Forschung, 1998.

**Winterer, Peter:** „Entwicklung einer Software zur Simulation von optischen Übertragungssystemen“, Institut für Angewandte Forschung, 1998.

### **Studienarbeiten**

**Seid, Ralf:** „Dauerbetrieb einer Holzvergasungsanlage - Masse und Energiebilanzen“.

**Abel, Markus:** „Dauerbetrieb einer Holzvergasungsanlage - Überprüfung der wärmetechnischen Auslegung“.

**Link, Gregor:** „Dauerbetrieb einer Holzvergasungsanlage - Rückstände“.

**Bölts, Christian:** „Die Konstruktion des Vergasungsvierecks für beliebige Brennstoffe“.

**Hertle, Wolfgang und Leonhardt, Frank:** „Untersuchungen zum Notabschalten einer Holzvergasungsanlage und Konstruktion einer Verbrennungseinrichtung zum Abfackeln von feuchten Restgasen“.

### **Patentanmeldungen**

Im Berichtszeitraum wurden 2 Patentanmeldungen zu den Themen:

- Dünnschichtscanner
- Chip im Reifen

in Zusammenarbeit mit dem Technischen Lizenzbüro Karlsruhe durchgeführt. Beide Anmeldungen stehen in Zusammenhang mit Projekten des IAF's. Die FHO ist seit 1996 Mitglied im INPAT - Programm und stellt über das IAF Zugang auf Patentdatenbanken für Kollegen und Studenten zur Verfügung. Darüber hinaus wurde ein bekannter Patentanwalt aus der Region zu einem Lehrauftrag zum Thema „Gewerbliche Schutzrechte“ verpflichtet.

Im Rahmen von Vorprojektaktivitäten wurden mehrere Patentrecherchen durchgeführt, sowohl über den eigenen Zugriff auf den FIZ - Server (INPAT - Programm) als auch durch das TLB. Die notwendigen Softwarestrukturen und Kenntnisse sind inzwischen erarbeitet und werden zunehmend eingesetzt.

### **Teilnahme an Messen und Ausstellungen**

Die FH Offenburg war auf folgenden Messen in 1999 mit einem eigenen Stand präsent:

- **COMUNICA 99 Offenburg**
- **Wirtschaft trifft Wissenschaft, Stuttgart 12/98 mit 2 Ständen in den Fachgebieten „Informations- und Kommunikationstechnik“ und „Umwelttechnik“, sowie Teilnehmer auf dem Gemeinschaftsstand der MPC-Gruppe**
- **i+e Freiburg 1999**

Folgende weitere Veranstaltungen, an denen das IAF oder Mitglieder des IAF's wesentlich mitwirkten, im Berichtszeitraum:

- **Forum für Technik und Wirtschaft**
- **WTW, Stuttgart 1999**
- **Solar 99, Pforzheim**

- **Natuma 99, Offenburg**
- **Veranstaltungsreihe der Offenen Hochschule: Entwicklungstendenzen in der Energieversorgung unter Schirmherrschaft des Staatssekretärs Dr. Horst Mehrländer, Leitung Prof. Dr. Zahoranski, 1998**
- **Veranstaltungsreihe auf der Communica 99**
- **Internationale Jahrestagung für die Entwicklung von Kleinmotoren 1999, Offenburg**

## V. Zusammenfassung

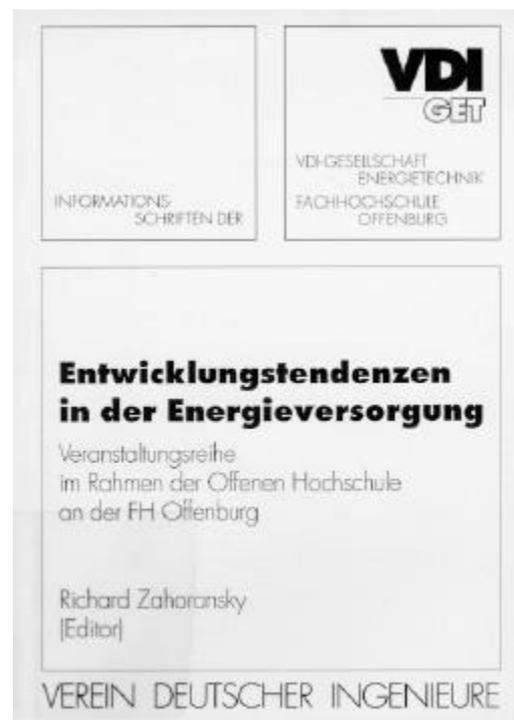
Das Institut für Angewandte Forschung der Fachhochschule Offenburg hat im Jahre 1999 die meisten der begonnenen Projekte erfolgreich fortführen können. Die jahrelangen Vorarbeiten und erfolgreich abgeschlossenen Projekte haben zu neuen Großprojekten geführt, die das Institut für die nächsten Jahre mit aktuellen, industrienahen Forschungen und Entwicklungen beschäftigen werden.

Obleich das Großprojekt DARIF in 99 abgeschlossen wurde, konnte durch die Aufnahme neuer Projekte aus der EU, dem BMFT und zweier innovativer Projekte der Umsatz noch einmal um etwa 30 % gesteigert werden. Das Institut vereinigt jetzt mit 16 Professoren und durchschnittlich 15 wissenschaftlichen Mitarbeitern etwa 70 % der hauptamtlichen Forschungen an der FH Offenburg. Für das nächste Jahr wurden bereits Anträge in erheblichem Umfang gestellt, die eine weitere Expansion erwarten lassen.

Im Bereich der kleineren Voruntersuchungen konnten zahlreiche Ansätze weiterverfolgt werden. Ein Teil dieser Vorarbeiten hat inzwischen zu Projekten geführt.

In der Außendarstellung auf Messen, in Vorträgen und Veröffentlichungen wurde das IAF zu einem Begriff für angewandte Forschung in der Region. Maßgeblich hat hierzu auch der Forschungsbericht 1998, der an mehr als 1.500 Adressen versandt wurde, beigetragen.

### Werbung in eigener Sache:



Zu beziehen in der FH Offenburg