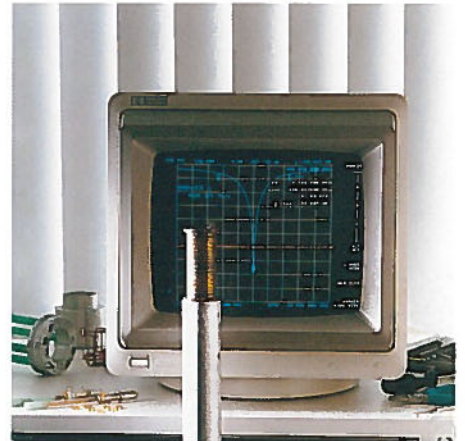




**Fraunhofer** Institut  
Biomedizinische  
Technik

# Leistungen und Ergebnisse Jahresbericht 1996





**Fraunhofer-Gesellschaft**  
Fraunhofer-Institut  
für Biomedizinische Technik  
(IBMT)

Leistungen und Ergebnisse  
Jahresbericht 1996

# Inhalt

Vorwort	6, 7
Zum Institut	
Das Institut im Profil	
Ziele	
Kurzporträt mit Organigramm	8
Arbeitsschwerpunkte	9
Kompetenzen und Anwendungen	9
Organisation und Ansprechpartner	10
Ergebnisse und Produkte	11, 12
Kuratorium	13
Zukunftsfelder	13
Das Forschungs- und Dienstleistungsangebot	15
Institutsspezifische Angebote zur Vertragsforschung	15
Verträge und Patentvereinbarungen	16
Projektmanagement	16
Kunden	17
Innovationskatalog	17, 18
Ausstattung	17
Kontakt und weitere Informationen	17
Das Institut in Zahlen	19
Mitarbeiterentwicklung	19
Betriebshaushalt	19
Vertragsforschung mit der Wirtschaft	19
Die Fraunhofer-Gesellschaft auf einen Blick	20
Gesamtkompetenz im Überblick	20
Die Forschungsorganisation	20
Die Forschungsfelder	20
Die Zielgruppen	20
Das Leistungsangebot	20
Die Vorteile der Vertragsforschung	20
Landkarte mit Forschungseinrichtungen	21

Forschungsergebnisse und Anwendungen	22
Sensorsysteme/Mikrosysteme	22
Abteilung Sensorsysteme/Mikrosysteme	22
Projektbericht 1: Das Retina-Implantat-Projekt: Konzeption einer Neuroprothese für Blinde	22
Projektbericht 2: Miniaturisiertes Schwingungsmeßsystem zur kontinuierlichen nicht-invasiven Augeninnendruckmessung	24
Projektbericht 3: Erkennen von Gerüchen - Neue Beiträge zur elektronischen Geruchsdetektion	25
Projektbericht 4: SMOGLESS - "Low-Cost"-Gasdetektion mit Nanokristallen	26
Magnetische Resonanz	28
Arbeitsgruppe Magnetische Resonanz	28
Projektbericht 1: Kundenspezifische Entwicklung von NMR-Meßeinrichtungen	28
Projektbericht 2: PermaSkin - Eine neue Methode zur Untersuchung der Permeation pharmazeutischer und kosmetischer Wirkstoffe durch die menschliche Haut	30
Projektbericht 3: NMR-Methoden zur Charakterisierung von Polymeren	32
Sensor-Fertigungstechnik	34
Arbeitsgruppe Sensor-Fertigungstechnik	34
Projektbericht: Medizintechnisches Produkt zur Reinigung der menschlichen Haut und Verbesserung der Wundheilung mittels Ultraschall	34







Das Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik (IBMT) in St. Ingbert konnte 1996 auf sein 10-jähriges Bestehen zurückblicken. Es hat seine Gründung der Initiative des im Jahre 1996 verstorbenen Leiters des Fraunhofer-Instituts für zerstörungsfreie Prüfverfahren (IzFP) in Saarbrücken, Prof. Dr. Paul Höller, zu verdanken. Das Motiv zu dieser Initiative war der Wunsch Professor Höller's, seinem Institut eine Ergänzung hinzuzufügen oder diesem gar einen neuen Schwerpunkt durch Erweiterung der diagnostischen Methoden in Richtung Medizin zu verleihen. Die konsequente Fortsetzung des Weges von der zerstörungsfreien Materialprüfung bis hin zur Anwendung nicht-invasiver (rückwirkungsfreier) Untersuchungsmethoden im menschlichen Körper bzw. in lebenden Systemen war vorgezeichnet und folgte einer inneren Logik. Für diese Weitsicht und für die Durchsetzung seiner Idee gebührt Professor Höller Dank.

Die Regierung des Saarlandes, die Universität des Saarlandes und die Fraunhofer-Gesellschaft verabredeten in einem Kooperationsvertrag zunächst die Gründung einer Hauptab-

teilung Medizintechnik im IzFP und sorgten für eine gelungene Einbindung dieser Einrichtung in die saarländische Forschungsinfrastruktur, die für das kontinuierliche Wachsen der neuen Fraunhofer-Einrichtung von entscheidender Bedeutung sein sollte. Der Leiter dieser neuen Fraunhofer-Einrichtung, die seit 1992 als selbständiges Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik geführt wird, ist somit zugleich Inhaber des Lehrstuhls für Medizintechnik der Universität des Saarlandes und ist heute als Mitglied der Medizinischen Fakultät (Fachbereich Klinische Medizin) und der Technischen Fakultät (Fachbereich Elektrotechnik) in zweifacher Weise in die Universität eingebunden. Die 10-jährige interdisziplinäre Zusammenarbeit mit den Professoren, Wissenschaftlern und Studenten der Fachbereiche Klinische und Theoretische Medizin, Biologie, Biochemie und Pharmazie, Chemie, Physik, Mathematik, Werkstoffwissenschaften und Fertigungstechnik, Informatik sowie Elektrotechnik hat zum Abschluß von 20 Promotionen, 54 Diplom-Arbeiten und 8 Studienarbeiten im IBMT geführt. Diese anwendungsorientierte Grundlagenforschung wurde zu einem reichen Fundus, aus dem das IBMT schöpfen konnte, um neue Entwicklungen anzustoßen und den Technologie-Transfer in Industrie und Wirtschaft zu beschleunigen. Die saarländische Wirtschaft hat 1990 und nochmals 1995 durch die Vergabe von zwei Forschungstiftungen an das IBMT Anstöße zum weiteren fachlichen Ausbau des Instituts und zur Verstärkung seines Wirkungsgrades im Sinne eines "gelebten Technologie-Transfers" gegeben. Durch Integration der zukunftssträchtigen Mikrosystemtechnik (Aufbau der Abteilung Sensorsysteme/Mikrosysteme durch Dr. J.-U. Meyer) in die Biomedizinische Technik wurde das

Potential für die Miniaturisierung von Sensor- und Monitor-Systemen geschaffen. Die konsequente Weiterentwicklung der Miniaturisierungstechniken unter Einbeziehung von Mikrotechniken hat schließlich ihre internationale Anerkennung im Aufbau eines European Center of Competence for Biomedical Microdevices in St. Ingbert/Sulzbach durch die EU geführt. Die 2. Saarländische Forschungstiftung ermöglichte in Sulzbach/Saar den Aufbau einer Arbeitsgruppe Sensor-Fertigungstechnik, die den IBMT-Kunden den Einstieg in eine kostenoptimierte Fertigung neuer Sensoren erleichtert. Heute bedient das IBMT seine Industriekunden mit Forschung, Entwicklung und Fertigung durch Beratung und technische Studien, durch Machbarkeitsstudien, Prototypentwicklung und Kleinserien für Feldtests und klinische Studien bis hin zur Entwicklung von Sensor-Fertigungstechniken, um auf kleine bzw. mittlere Stückzahlen angepaßte Fertigung flexibel und kostengünstig zu ermöglichen.



Das Jahr 1996 markiert zugleich eine weitere Initiative des IBMT, die der Zukunftssicherung des Instituts dienen soll. Im Rahmen der Globalisierungsbestrebungen der Fraunhofer-Gesellschaft hat das IBMT im Oktober diesen Jahres in Hialeah (Florida, USA) das Fraunhofer Technology Center Hialeah



(FTeCH) als Außenstelle gegründet. Das IBMT (einschließlich Lehrstuhl) beschäftigte im Jahre 1996 an seinen Standorten St. Ingbert, Sulzbach/Saar und Hialeah (Florida, USA) 101 Mitarbeiter (umgerechnet auf vollbeschäftigte Personen). Über den Gesamtzeitraum von 10 Jahren seines Bestehens wurden 90% des Betriebshaushaltes durch Erlöse gedeckt, 35% des Betriebshaushaltes wurden aus Industrieerlösen erzielt.

Im Verlaufe dieser Dekade hat sich das IBMT nicht nur fachlich immer wieder am Markt neu orientiert sondern auch sein Angebotsspektrum verbreitert. Das Angebot an die Industriekunden besteht heute aus einem "Dreiklang": Forschung und Entwicklung (F&E), Training und Kurse sowie Sensor-Fertigungsentwicklung und Service-Fertigung. Mit diesem Dreiklang-Angebot wird der Technologie-Transfer in die Industrie nachhaltig beschleunigt. Unsicherheiten bei der Sensor-Fertigung, die beim Einsatz neuer Technologien und bei der Markteinführung eines neuen Produktes entstehen können, werden durch das IBMT-Angebot abgemildert und das finanzielle Risiko begrenzt.

Mit dem Start der Auslandsaktivitäten des IBMT und dem Aufbau eines IBMT-Netzwerkes wird dem Kunden eine global verteilte Expertise angeboten. Im IBMT-St. Ingbert bleibt, wie bisher die Sensorik/Mikrosystemtechnik der Schwerpunkt, im IBMT-Sulzbach wird die Entwicklung von Sensor-Fertigungstechniken vorangetrieben. Eine Ausgründung des IBMT, das Service-Zentrum Ultraschall/ Mikrosystemtechnik (SUM) GmbH, bietet die Sensor-Fertigung als Service-Leistung für Unternehmen an. Im IBMT-Hialeah werden die FuE-Schwerpunkte Aktorik/Mikrosystemtechnik und die Systemtechnik aufgebaut. Auch dort

wird eine fertigungsnahe Einrichtung geschaffen. Am deutschen wie auch am USA-Standort wird das volle IBMT-Angebot gemäß der "Dreiklang"-Philosophie angeboten.

Institutsleitung und Mitarbeiter haben neue Wege des "gelebten" Technologie-Transfers etabliert. Durch konsequente Technologie-Diffusion aus der Medizin/Medizintechnik in eine breite Skala der industriellen Anwendungen wurde dieser Technologie-



Transfer regional, national und global gleichermaßen verbessert und die Wechselwirkung mit der Industrie vertieft. Die Anforderungen des Jahres 1996, die sich aus den Projektaufträgen ergeben, zeigen einen weiteren Trend auf, dem das IBMT konsequent folgen will. Fraunhofer-Aktivitäten müssen sich auch der Entwicklung neuer und innovativer Dienstleistungen annehmen. Die Kombination von Dienstleistung mit intelligenten Produkten schafft Arbeitsplätze mit hoher Wertschöpfung und verankert diese stärker in der Region. Das Projektmanagement hat mit immer komplexeren Aufgabenstellungen zu tun und die Lösung besteht häufig im Aufbau von Systemen.

Schließlich haben die Kunden das IBMT durch ihre Aufträge und

Fragestellungen kontinuierlich justiert und die Ausrichtung in die richtige Richtung gelenkt. Daher bedankt sich das IBMT bei allen Auftraggebern für das entgegengebrachte Vertrauen. Im Jahr 1996 waren es 160 Industrie-Aufträge, davon 52 aus dem Saarland, 88 aus Deutschland und 20 aus dem Ausland. Der Grad der Technologie-Diffusion drückt sich in der zunehmenden Zahl der nichtmedizinischen Projekte aus. Von insgesamt 242 bearbeiteten Projekten waren 107 dem medizinischen und 135 dem nichtmedizinischen, industriellen Bereich zugeordnet.

Auch in Zukunft will sich das IBMT als Mittler zwischen Universitäten und Wirtschaft verstärkt einbringen. Wir hoffen weiterhin auf einen guten Wirkungsgrad an dieser Nahtstelle, was nur mit viel Einfühlungsvermögen und bei gegenseitigem Vertrauen der agierenden Partner möglich ist. Im globalen Wettbewerb wird das IBMT gut bestehen, wenn ein fachlich sich ergänzendes und interregionales Netzwerk aufgebaut werden kann. So zeigte sich schon nach kurzer Zeit, daß deutsche Unternehmen die Außenstelle des IBMT in Hialeah als Plattform ihrer Aktivitäten in einem neuen Regionalmarkt nutzen.

Den Auftraggebern und Stiftern sei für das Vertrauen und die Treue gedankt. Der Dank gilt auch den Kooperationspartnern aus Universitäten und Wirtschaft sowie allen im IBMT-Netzwerk Tätigen.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Klaus Gersonde". The signature is fluid and cursive, written in a professional style.

Prof. Dr. Klaus Gersonde

# Das Institut im Profil

## Ziele

Das Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik (IBMT) ist seit 1987 Partner der Wirtschaft bei der Bearbeitung von Aufgabenstellungen in den Gebieten Medizintechnik, Umwelttechnik, Materialprüftechnik, Haus-, Klima- und Sicherheitstechnik sowie industrielle Prozeßautomatisierung und in-line/on-line Prozeßüberwachung, insbesondere für die Nahrungsmittel-, chemische und pharmazeutische Industrie. Das Institut unterstützt den Technologie-Transfer in die Medizin und in die unterschiedlichen Bereiche der Industrie. Zentrale Anliegen sind Nicht- bzw. Minimal-Invasivität, Miniaturisierung, Ankopplung technischer Mikrosysteme an biologische Mikrosysteme, Biokompatibilität, Ultraschall-Technik, Sensor-Fertigungstechnik, magnetische Resonanz, kontinuierliches Messen, telemetrische Daten- und Energieübertragung und multilokale Sensorik verbunden durch Kommunikationstechnik. Schwerpunkte sind Anwendungen in der medizinischen Diagno-

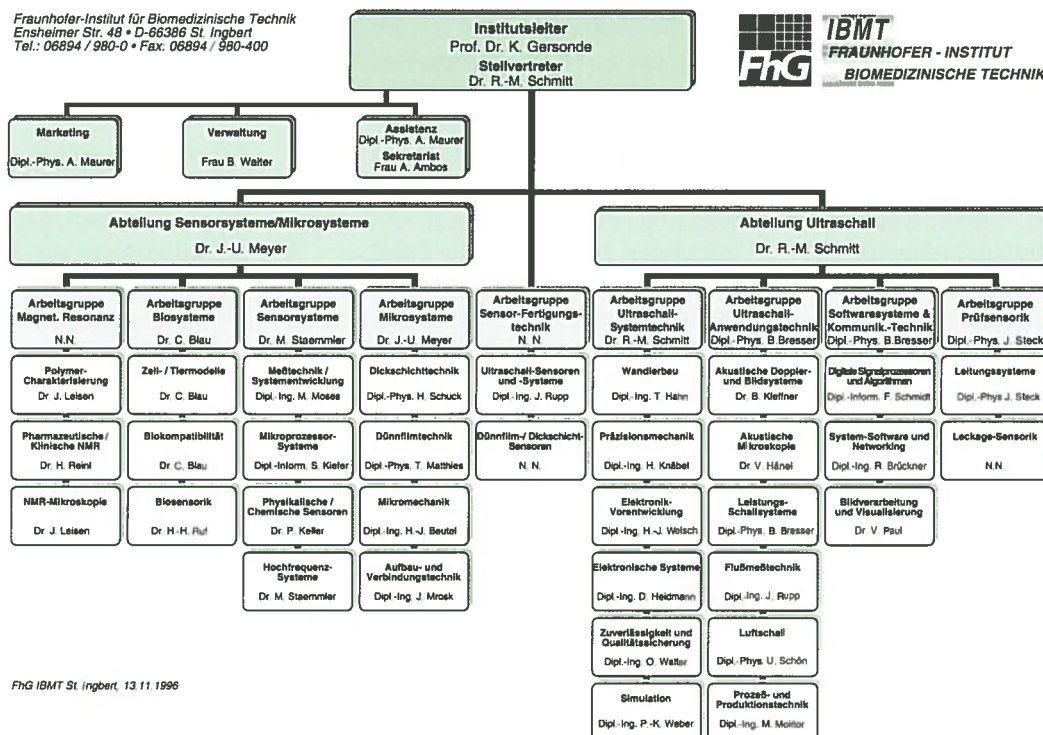
stik, Therapie und Therapiekontrolle sowie diesen Themen analoge Fragestellungen aus dem industriellen Bereich. Der Technologie-Transfer aus der Grundlagenforschung wird entlang der Innovationsschiene über die wissenschaftlich-technische Beratung, Machbarkeitsstudie, Prototypentwicklung, Feldtests bis hin zur Sensor-Fertigungstechnologie realisiert. Zwei Ausgründungen des IBMT übernehmen bei Bedarf die Sensor- und Systemfertigung als Service-Leistung, so daß eine schnellstmögliche Umsetzung bis hin zum Markt gegeben ist.

## Kurzporträt

Mit der Gründung des Instituts für Biomedizinische Technik bzw. eines Vorläufers im Jahre 1987 verfolgte die Fraunhofer-Gesellschaft das Ziel, natur- und ingenieurwissenschaftliche Forschung, moderne Technik und Technologie-Transfer im Bereich der klinischen Forschung im Saarland in Zusammenarbeit mit den Universi-

tätskliniken in Homburg/Saar voranzutreiben. Das Institut hat seinen Sitz in St. Ingbert und wird von Prof. Dr. Klaus Gersonde geleitet. Dieser folgte 1987 einem Ruf auf den neu eingerichteten Lehrstuhl für Medizintechnik des Fachbereichs Klinische Medizin der Universität des Saarlandes und übernahm zugleich als Ko-Direktor des Fraunhofer-Instituts für zerstörungsfreie Prüfverfahren (Izfp) die Leitung des Vorläufers des IBMT, der Hauptabteilung Medizintechnik des Fraunhofer-Instituts für zerstörungsfreie Prüfverfahren (Izfp) in St. Ingbert, die sich dann aufgrund einer stetigen Aufwärtsentwicklung 1992 als selbständiges Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik (IBMT) etablierte. Im Jahre 1996 wurde im Rahmen des Aufbaus eines IBMT-Netzwerkes die IBMT-Außenstelle als Fraunhofer Technology Center Hialeah in den USA (Florida) gegründet. Das Institut finanziert sich über Forschungs- und Entwicklungsaufträge von öffentlichen und privaten (industriellen) Auftraggebern. Die enge Verbindung von Medizintechnik und Mikrosystemtechnik verleiht ihm eine heraus-

Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik  
Ensheimer Str. 48 • D-66386 St. Ingbert  
Tel.: 06894 / 980-0 • Fax: 06894 / 980-400



FHG IBMT St. Ingbert, 13.11.1996

ragende Stellung in Europa. Es ist eingegliedert in den Verbund der 48 selbständigen Forschungseinrichtungen der Fraunhofer-Gesellschaft. Der Betriebshaushalt des IBMT betrug im Jahre 1996 11,36 Mio. DM, der Investitionshaushalt 2,11 Mio. DM, die Investitionen in Gebäude und Grundstück betragen 1,84 Mio. DM. Es waren 59,5 wissenschaftliche und technische Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie 31,0 Forschungsstudenten und Praktikanten beschäftigt (umgerechnet auf vollbeschäftigte Personen). Im Lehrstuhl für Medizintechnik, der in das IBMT räumlich integriert ist, waren 10,5 wissenschaftliche Mitarbeiter und Techniker beschäftigt. Somit bildet der Forschungsschwerpunkt Medizintechnik/Mikrosystemtechnik im Saarland ein personelles Potential von 101 Mitarbeitern (umgerechnet auf vollbeschäftigte Personen).

Das Institut ist entsprechend seinen Arbeitsgebieten in zwei Abteilungen gegliedert: Sensorsysteme/Mikrosysteme und Ultraschall. Die Abteilungen werden als „Profit-Zentren“ geführt. Das vorstehende Organigramm zeigt darüber hinaus die Untergliederung der Abteilungen in Arbeitsgruppen mit ihren Themenschwerpunkten sowie Ressourcen („Mikroprofit-Zentren“) und die verantwortlichen Leiter.

### Arbeitsschwerpunkte

Themen wie die Ankopplung technischer Mikrosysteme an biologische Mikrosysteme, die Biokompatibilitätsprüfung, die Mikrosystemtechnik, die Ultraschall-Technik, die Sensor-Fertigungstechnik sowie multilokale Sensorik verbunden durch Kommunikationstechnik, telemetrische Daten- und Energieübertragung und die magnetische Resonanz werden als technologische Schwerpunkte bearbeitet, die dafür notwendigen Grundlagenkennt-

nisse gewonnen und in Kooperation mit der Industrie durch Auftragsentwicklungen bis hin zur Serienreife gebracht. Die Bandbreite der Tätigkeiten umfaßt die Untersuchung technologischer Grundlagen, die Entwicklung von Komponenten und Systemen bis zur Ausführung von Demonstrationsanlagen für die industrielle Praxis. Nicht nur die medizintechnische Industrie sondern auch andere technische Bereiche (Polymer- und keramische Industrie, Halbleiterhersteller, Umwelttechnik, Hydraulikindustrie, Lebensmittelindustrie, Haus- und Klimatechnik, Prozeß- und Prozeßüberwachungstechnik, Fertigungs- und Automatisierungstechnik, Materialprüftechnik) finden im IBMT Beratung und problemspezifische Lösungen. Machbarkeitsstudien, Prototypentwicklung sowie die Einführung von Kleinserien und Sensor-Fertigungslinien bieten die Grundlage für erfolgreiche Verbesserungen und Innovationen. Auf einer Fläche von 1.000 Quadratmetern werden im benachbarten Industriepark Sulzbach-Neuweiler neue Techniken zur flexiblen Fertigung von Sensoren entwickelt, die es kleinen und mittleren Unternehmen ermöglichen, Mikrosensoren zu marktfähigen Kosten herzustellen. Regionale und überregionale Kunden werden in ihrer Wettbewerbsfähigkeit auf dem europäischen Markt durch das IBMT gefördert.

Im Rahmen der verstärkten Globalisierung der IBMT-Aktivitäten ist vor allem auch die im Jahre 1996 in Angriff genommene Planung der Einrichtung eines Fraunhofer-Applikationszentrums Hong Kong (IBMT-Außenstelle) zu nennen. Im Vordergrund des FuE-Angebotes des IBMT-Hong Kong soll die Unterstützung der Automatisierungs- und Prozeßüberwachungstechnik unterschiedlichster Industriebereiche durch Einbringen von Mikrosystemen, Mikrosensoren, Mikroaktoren und Signalverarbeitungsroutinen stehen. Einen ersten Kundenkreis bilden die medizintechni-

sche, kunststoff-verarbeitende und chemie-veredelnde Industrie. Neben diesen spezifischen Aufgaben wird IBMT-Hong Kong Anlaufstelle für FuE-Kunden sein, die sich der Expertise der gesamten Fraunhofer-Gesellschaft bedienen wollen. IBMT-Hong Kong wird daher die Repräsentanz der FhG sein. Eine wesentliche Aufgabe besteht auch darin, deutsche Unternehmen in Hong Kong und in China beim Aufbau und bei der Optimierung von Sensor-Fertigungsverfahren und Sensor-Fertigungsstätten zu unterstützen.

Ein weiterer Schritt zur besseren Bedienung des USA-Marktes durch das IBMT ist das im Oktober 1996 gegründete Fraunhofer Technology Center Hialeah (eine IBMT-Außenstelle in Florida). In dieser Einheit bietet das IBMT, ergänzend zum Mutter-Institut in St. Ingbert, Forschung und Entwicklung (Schwerpunkte liegen auf Aktorik/Mikroaktorik und kompletten Systemen/Mikrosystemen), Systemtechnik (mit Produktentwicklungen des Instituts in St. Ingbert als Ausgangspunkt), Kurse und Training für industrielle Mitarbeiter sowie Sensor-Fertigung als Service für Unternehmen und Firmen an.

### Kompetenzen und Anwendungen

Die wissenschaftlichen Erkenntnisse und praktischen Ergebnisse aus langjähriger Erfahrung in den Bereichen Sensorsysteme/Mikrosysteme, Ultraschall und Magnetische Resonanz sowie die neuen Erfahrungen auf dem Gebiet der Sensor-Fertigung und Biosysteme gewährleisten eine hohe Qualität der FuE-Leistungen und die flexible, kunden- und problemorientierte Aufgabendefinition. Zahlreiche Referate, Publikationen und Patente dokumentieren die Qualifikation der Mitarbeiter und den modernen technischen Stand von Einrichtungen und Ausrüstungen.



# Wissenschaftlich-Technische Kernkompetenzen

<b>F &amp; E Produkte</b>	<i>Mikrostrukturierung alternativer Materialien</i>	<i>Dickschicht-Sensorik (Hybride)</i>	<i>Ultraschall-Sensorik (1D/2D-Array-Technologie)</i>	<i>Ultraschall-Systeme (Hardware &amp; Software)</i>	<i>Magnetische Resonanz (Mikroskopie, Spektroskopie, Imaging)</i>	<i>Multilokale Sensorik und Telekommunikation</i>	<i>In-line-Prozeßkontrolle</i>	<i>Biosysteme/Biokompatibilität (Zell-/Tiermodelle)</i>	<i>Übergeordnete Systeme (Gesundheit, Umwelt)</i>	<i>Sensor-Fertigung (Entwicklung, Service)</i>
Bildsysteme (Sonographie, NMR)	■		■	■	■		■		■	■
Monitor-Systeme (Volumenfluß, Vitalparameter)	■	■	■	■		■	■		■	■
Ultraschall-Prozeßsensorik	■	■	■	■		■	■		■	■
Plattenwellen-Sensorik (z.B. als Biosensor)	■		■			■	■	■		■
Taktile Sensorik (z.B. Endosensorik)	■	■				■				■
NMR-Probenkopffentwicklung	■				■					■
Polymer-Charakterisierung	■			■	■					
Bio-Interfaces (z.B. neuronale Interfaces)	■	■			■	■		■	■	■
Pharmaka- und Kosmetika-validierung		■	■	■	■			■		

## Organisation und Ansprechpartner

### Institutsleitung:

Institutsleiter	Prof. Dr. Klaus Gersonde	Telefon: +49 (0) 6894/980-100
Stellvertreter	Dr. Rainer Michael Schmitt	+49 (0) 6894/980-200
Assistentin	Dipl.-Phys. Annette Eva Maurer	+49 (0) 6894/980-102

### Verwaltungsleitung:

Verwaltungsleiterin	Bärbel Walter	+49 (0) 6894/980-104
---------------------	---------------	----------------------

### Marketing:

Marketingleiterin	Dipl.-Phys. Annette Eva Maurer	+49 (0) 6894/980-102
-------------------	--------------------------------	----------------------

### Abteilungsleitung:

Sensorsysteme/ Mikrosysteme	Dr. Jörg-Uwe Meyer	+49 (0) 6894/980-150
Ultraschall	Dr. Rainer Michael Schmitt	+49 (0) 6894/980-200

## Ergebnisse und Produkte

### Bereich Sensorsysteme/Mikrosysteme:

#### Arbeitsgruppe Mikrosysteme:

- Hybridintegrierte Schichttechniken (Dickschicht-, Dünnschichttechnik)
- miniaturisierte, mikrostrukturierte Sensor-Systeme
- mikromechanische Silizium-Sensoren als massensensitive Gas- und Biosensoren
- Biointerfaces (z.B. Mikrokontakte zur Ankopplung an Nerven, Neuroprothetik)
- implantierbare Telemetriesysteme
- Mikrostrukturierung verschiedener, insbesondere flexibler, biokompatibler Materialien

#### Arbeitsgruppe Sensorsysteme:

- Haus-Sensorik
- Dickschicht-Hochdruck-Sensoren
- Low-Cost-Sensoren zur Überwachung der Raumluft (z.B. Feuchte, Mischgas, CO, CO<sub>2</sub>)
- Geronto-Sensorik
- taktile Sensoren (Endoskopie, Robotik)
- nicht-invasive Blutdruck-Sensoren
- medizinische Apparate
- Prüfstände für medizinische Implantate (z.B. Knieprothesen)
- Schnittstellen zu medizinischen Standards (DICOM 3.0, HL7, BDT, ICD10, etc.)
- medizinische Bildarchivierung und -kommunikation
- Abteilungssysteme für Neurologen und Radiologen, Teleradiologie
- Telematiksysteme für häusliche Versorgung von Patienten, Älteren und behinderten Menschen

#### Arbeitsgruppe Biosysteme:

- Tier- und Zellmodelle für die Medizintechnik und für Pharmakauntersuchungen
- Kultivierung neuronaler Zellen (Zelllinien und Primärkulturen (z.B. Neuroblastoma-, Spinalganglienzellen, Hippocampusneurone)) auch auf mikrostrukturierten Materialien
- dreidimensionale Zellkulturtechnik unter Mikrogravitationsbedingungen
- Biokompatibilitätsprüfungen (z.B. Cytotoxizität, Hämkompatibilität, Implantationen) von Materialien

- Schulungen in Zellkulturtechniken
- Expertenzentrum für Anforderungen an biologische Sicherheitsprüfungen für Medizinprodukte in Europa, USA, Kanada, Japan
- Bestimmung von Stoffwechselmetaboliten
- Enzymreinigung und -charakterisierung
- Elektrophysiologie

#### Arbeitsgruppe Magnetische Resonanz:

##### Biomedizinische Forschung

- Evaluierung von Arzneimitteln durch NMR-Bildgebung und -Spektroskopie im pharmakologischen und klinischen Stadium
- Standardisierung experimenteller Untersuchungen für klinische NMR-Untersuchungen
- Arzneimittel-Tests durch NMR-Techniken in Zellkulturen und Tumorsphäroiden (auch NMR-Mikroskopie)

##### Angewandte Polymer-Forschung (NMR, AFM, IR, EM)

- molekulare Strukturen von festen Polymeren
- molekulare Dynamik in festen Polymeren
- Untersuchung von Kopolymeren und Blends
- Charakterisierung in vernetzten Polymeren
- Diffusionsverhalten von Flüssigkeiten in Polymeren und Keramik

##### Systemtechnologien

- Software zur Bildanalyse und -verarbeitung
- Gradientensysteme für die NMR-Bildgebung
- NMR-Probenköpfe für Mikroimaging und Festkörper-Anwendungen bis 750 MHz
- MR-Spulen für medizinische Ganzkörper-Tomographiesysteme
- MR-Spulen für intrakavitäre Anwendungen

### Bereich Sensor-Fertigungstechnik:

- Entwicklung von Fertigungstechnik für Ultraschall-Sensoren
- Fertigungstechnik für "Low-Cost"-Ultraschall-Einzelement-Wandler für die Einsatzgebiete Festkörper, Flüssigkeiten und gasförmige Medien
- hochfrequente Ultraschall-Einzelement-Wandler (20-50 MHz) für die Medizintechnik und industrielle Prüftechnik
- Hydrophone für die akustische Meßtechnik
- Fertigungstechnik für ein- und zweidimensionale Transducer-Arrays für medizinische und technische Anwendungen

- Herstellung von Piezo-Composite-Materialien (Standard, "Full-Custom"-spezifiziert)
- (Klein-)Serienfertigung von Ultraschall-Sensor- und Ultraschall-Mikrosystemen, insbesondere für den industriellen Anwendungsbereich (Prozeßsensorik)
- Entwicklung von Fertigungstechnik für Dünnfilm-/Dickschicht-Sensoren
- Entwicklung von Fertigungstechnologien für kostengünstige Festkörper-Gassensoren
- Entwicklung von Aufbau- und Verbindungstechnologien zur Fertigung hybrider Mikrosysteme
- Entwicklung und Fertigung von implantierbaren Mikroelektroden

### Bereich Ultraschall:

#### Arbeitsgruppe Ultraschall-Systemtechnik:

- Entwicklung und Bau von Ultraschall-Wandlern (Arrays, Composites)
- Systemsimulation (Finite Elemente-Methode, analytische und numerische Verfahren)
- Entwicklung von abbildenden Verfahren mit Ultraschall
- Signal-Processing-Tools
- Hardware-Komponenten für die Kommunikationselektronik
- Ultraschall-Dosimetrie
- Qualitätsmanagement (ISO 9000 ff)
- Ultraschall-Meßtechnik
- Informationsmanagement
- Patent- und Marktrecherchen

#### Arbeitsgruppe Ultraschall-Anwendungstechnik:

- Ultraschall-Sensorsysteme für die Prozeßüberwachung (Wasser- und Wärmemesser, Ultraschall-Resonanzspektrometer zur Größenbestimmung von Mikroblasen, 3D-Oberflächen-Scanner, Partikeldetektion und -analyse im  $\mu\text{m}$ -Bereich, Positionsdetektoren)
- Gewebe- und Materialcharakterisierung mit Hilfe des quantitativen Ultraschalles
- Doppler-Systeme (Flußüberwachung, Mikroblasen- und Partikeldetektion in Flüssigkeiten)

- Doppler-Monitore (Blutströmungsüberwachungssysteme)
- Ultraschall-Fluß/Volumenflußmessung
- Luftschall-Sensorik
- Ultraschall-Meßtechnik
- Ultraschall-Mikroskopie / Akustische Mikroskopie (SAM)
- Akustische Bildsysteme
- Ultraschall-Computer-Tomographie (2D, 3D)
- Ultraschall-Therapiesysteme (energiereicher Ultraschall)
- Hard- und Software-Entwicklung

#### Arbeitsgruppe Software-Systeme und Kommunikationstechnik:

- Software-Komponenten und -systeme
- Graphische Benutzer-Schnittstellen (GUI)
- System- und Anwendungsprogrammierung
- Systemadministration
- Corporate Networking
- Multimedia-Kommunikation für medizinische und industrielle Anwendungen
- multilokale Sensorik und Datenkommunikation
- Datenbanken und Archivierung
- Wissensrepräsentation und -verarbeitung
- Wissenspräsentation und -vermittlung
- nutzeradaptive Systeme
- Teleconferencing und Telecooperation (CSCW)

#### Arbeitsgruppe Prüfsensorik:

- Prüfsysteme für Abwasserkanäle aus Beton, Stahlbeton, Steinzeug, Gußeisen, Kunststoff und Verbundmaterialien
- Qualitative- und quantitative Meßsysteme zur Detektion von Ablagerungen und Korrosion an Rohrleitungen
- Längenmessung an Leitungsrohren
- Schichtdickenbestimmung bei mehrschichtigen Rohren zur Prozeßkontrolle und Qualitätssicherung bei der Herstellung und für Prüfungen
- Dichtheitsprüfungen von Druckbehältern durch Gasblasen-Detektion im Flüssigkeitsbad
- Automatisierung von Druckluftprüfungen im Wasserbecken durch Einsatz von Ultraschall-Sensorik

## Kuratorium

Ein Kuratorium, bestehend aus hochkarätigen Ärzten und Wissenschaftlern sowie Entscheidungsträgern aus der Industrie, den Landesbehörden und der Universität, berät die Institutsleitung und den Vorstand und bewertet die Leistungen des Instituts.

Mitglieder des Kuratoriums:

Prof. Dr. Emmeran Gams, Direktor der Klinik für Thorax- und Kardiovaskularchirurgie der Heinrich Heine-Universität, Düsseldorf

Prof. Dr. Ulrich Gonser, Fachbereich Werkstoffwissenschaften und Fertigungstechnik, Universität des Saarlandes (Stellvertretender Vorsitzender)

Prof. Dr. Günther Hönn, Präsident der Universität des Saarlandes

MinDirig Dr. Konrad Krajewski, Abteilungsleiter Wissenschaft und Forschung, Ministerium für Bildung, Kultur und Wissenschaft des Saarlandes

Dr.-Ing. Hans-Jürgen Meyer, Abteilungsleiter MAN Nürnberg/Gustavsburg i.R.

Dr. Max Näder, Geschäftsführer der Fa. Otto Bock GmbH & Co., Duderstadt

Dr. Rolf Sammler, Direktor der Fa. Guidant Europe NV/SA, Zaventem, Belgien

Dipl.-Ing. Otmar Peter Schön, Geschäftsführender Gesellschafter der Fa. Hydac Technology GmbH, Sulzbach/Saar (Vorsitzender)

Senator Dr. Herbert Schubert, Mitglied des Vorstandes der Richard und Annemarie Wolf Stiftung, Knittlingen

Prof. Dr. Manfred Ziegler, Direktor der Klinik und Poliklinik für Urologie und Kinderurologie der Universitätskliniken der Universität des Saarlandes, Homburg/Saar

## Zukunftsfelder

Die zukünftige Entwicklung des Gesundheitssystems ist ein Thema, das für die Bürger von großem Interesse ist. Da das Gesundheitswesen ein wesentlicher Faktor der Wirtschaft ist, hat der Anstieg der Kosten für die Gesundheitsversorgung große Auswirkungen auf Kosten. Das allgemeine Interesse ist daher sowohl auf eine Verbesserung der gesundheitlichen Versorgung als auch auf die Reduzierung der Kosten ausgerichtet. Das Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik arbeitet im Verbund mit sechs anderen Instituten der Fraunhofer-Gesellschaft auf diesem Themenfeld. Das Querschnittsthema Medizin eröffnet gerade in der angewandten Forschung vielfältige neue Ansatzpunkte. In einer instituts- und technologieübergreifenden Forschungsinitiative, dem "Persönlichen Gesundheitsservice PGS", erkundet die Fraunhofer-Gesellschaft Möglichkeiten einer Verbesserung der medizinischen Versorgungsstruktur in Deutschland. So sollen neuartige Informationstechnologien Hilfsbedürftigen Nutzen bringen und zugleich das Gesundheitswesen finanziell entlasten. Der Service soll Patienten und Hilfsbedürftigen in ihrem gewohnten Umfeld zur Verfügung stehen und damit die Krankenhäuser und Pflegeheime entlasten. So können z.B. mit Hilfe positionsbestimmender Systeme desorientierte Personen, wie z.B. Alzheimer-Patienten, schnell gefunden und in ihre häusliche Umgebung zurückgeführt werden. Krankenhausaufenthalte lassen sich mit Hilfe von überwachten medizintechnischen Geräten, die auch der Laie bedienen kann, zugun-

sten eines zu Hause stattfindenden "Monitoring" reduzieren. In kritischen Situationen wird der zuständige Arzt sofort elektronisch gerufen. Für den Patienten ergeben sich auch direkt wichtige Vorteile. Der Arztkontakt wird intensiviert, Krankenhausaufenthalte sind seltener nötig und die Rückführung in eine berufliche Perspektive wird erleichtert. Im Saarland soll demnächst ein ausgewähltes Projekt in diesem Szenario für die Nachversorgung von Schlaganfall-Patienten etabliert werden, um den Nutzen des Persönlichen Gesundheitsservice über die nächsten drei bis fünf Jahre zu prüfen und zu demonstrieren.

Ein weiteres Verbundprojekt, das durch das Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik koordiniert wird, ist das Projekt COBRA-3 Medizintechnik. Es soll der schnelleren und besseren Kommunikation zwischen niedergelassenen Ärzten, Kliniken und Spezialeinrichtungen dienen. Dazu haben sich unter der Leitung des IBMT weitere fünf Fraunhofer-Institute zusammengefunden. Ziel des Projektes ist es, in Zusammenarbeit mit den Anbietern von Praxiscomputersystemen und unter Ausnutzung moderner Kommunikationstechniken die Arbeit der Ärzte effizienter zu gestalten. Die medizinischen Unterlagen und Dokumente sollen den kooperierenden Stellen besser verfügbar gemacht werden, wobei darauf geachtet wurde, daß die Datensicherheit grundsätzlich gewährleistet bleiben muß.

Das Engagement des Fraunhofer-Instituts für Biomedizinische Technik in strategischen Verbänden zeigt sich auch in der Initiative "Integrierte Hausysteme für ressourcenschonendes Wohnen IHS-REWO". Alle diese Verbund-Initiativen haben zum Ziel, durch die Zusammenführung einander ergänzender Kompetenzen mehrerer Fraunhofer-Institute neue industrielle Marktsegmente zu erschließen. Unter

der wirtschaftsorientierten strategischen Allianz IHS-REWO versteht man die Vernetzung bisher isolierter Geräte im Wohnhaus zu einem Gesamtsystem. Ein hausspezifischer Feldbus, Hausbus genannt, stellt die informationstechnische Verbindung zwischen den Geräten her. Ziel der Integration zu einem Haussystem ist der synergetische Nutzen. Dieser Nutzen muß über den Summennutzen der Einzelgerätschaften signifikant hinausgehen. Der demonstrierbare Nutzen soll auf viele unterschiedliche Anwendungen, z.B. wirtschaftlicheres Heizen, effektivere Raumüberwachung, bezogen sein. Schonung von Ressourcen bei gleichzeitiger Bedienerfreundlichkeit stehen im Vordergrund. Das Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik koordiniert in diesem Verbundprojekt sämtliche Sensor-Aktivitäten und bringt insbesondere seine eigenen Produkte mit ein. So soll beispielsweise ein Luftschallwandler eingesetzt werden, um Personen in einem Raum auszumachen. Darüber hinaus werden Durchfluß-Sensoren für Gase und Flüssigkeiten entwickelt und genutzt, um den Energieverbrauch im Haushalt zu erfassen. Die Sensoren bilden gleichsam die Sinnesorgane der Hausintelligenz: sie riechen schlechte Luft, messen Raumtemperaturen, registrieren die Anwesenheit von Personen und kontrollieren das Raumklima. Alle Daten werden gesammelt, ausgewertet und in Signale umgewandelt, die Aktorsysteme in Gang setzen und steuern. Das können z.B. sein: Türen, die sich dem Besitzer öffnen und dem Einbrecher verschließen, eine automatische Lüftung, ein Wassermanagement, das Trink- und Brauchwasser trennt oder eine Heizanlage, die lernt, wann und wo welcher Raum beheizt werden muß. Der ökologische Nutzen dieser Technologie liegt nahe. Das Marktpotential ist beträchtlich: Allein in der Europäischen Union gibt es

rund 150 Millionen Haushalte. Der Markteinführung steht zur Zeit im Wesentlichen der Preis im Wege. Noch ist ein voll verkabeltes und automatisiertes Wohnhaus zu teuer, um zum Massenprodukt zu werden. Die größten Chancen hat die neue Technik daher zunächst bei Spezial- und Nischenanwendungen. Mit intelligenter Haus-Sensorik könnte aber auch alten und pflegebedürftigen Menschen das Leben erleichtert werden. Eine echte Lebenshilfe könnte beispielsweise die Integration von Hausnotrufsystemen in das intelligente Netz sein, so daß diese jederzeit und von jeder Stelle aus aktiviert werden können. Das erste Haus, in dem alles technisch Machbare auch tatsächlich realisiert ist, soll auf der EXPO 2000 in Hannover ausgestellt werden.

Ein wichtiges Zukunftsthema im Hinblick auf die Sicherung der Beschäftigung am Standort Deutschland ist die Globalisierung. Da die produzierende Industrie Deutschland in immer stärkerem Maße verläßt, muß die Dienstleistung Forschung und Entwicklung - um besser agieren zu können - in der Nähe der Produktion bleiben. So wird Globalisierung auch für das Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik bedeutsam. Der Aufbau von neuen Institutsteilen in anderen Ländern war die Folge. Für das IBMT sind dies die USA und China/Hong Kong. Während der Aufbau der IBMT-Außenstelle Hong Kong noch in den Anfangszügen liegt - geplant ist die Gründung mit Beginn des Jahres 1998 - wurde die Gründung der IBMT-Außenstelle in Hialeah, Florida (USA) im Oktober 1996 vollzogen. Am 01. Oktober 1996 nahm das Fraunhofer-Technologie-Zentrum in Hialeah seine Arbeit auf. Der Begriff des IBMT-Netzwerkes steht hier im Vordergrund, d.h. der Schritt von der Sicherung des Fraunhofer-Instituts in

St. Ingbert, z.B. durch die Gründung der Arbeitsgruppe Sensor-Fertigungstechnik im September 1994 im nahe gelegenen Sulzbach, hin zu Aktivitäten auf dem amerikanischen Markt. Die Stadt Hialeah in Florida liegt im sogenannten "(Bio-)medical belt" der USA. Zusammen mit vielen älteren Amerikanern haben sich im "Sonnenstaat" Florida zahlreiche Unternehmen der Medizintechnik niedergelassen, zu denen das Fraunhofer-Technologie-Zentrum Kontakt sucht. Nur wenn eine Stärke in den USA erreicht und gehalten werden kann, ist auch eine Sicherung und Stärkung des Standortes im Saarland garantiert. Die Ziele der IBMT-Außenstelle in Florida werden am besten mit dem Bild des Dreiklanges beschrieben. "Dreiklang" im Zusammenhang mit Technologie-Transfer meint: Technologie-Entwicklung, Technologie-Servicezentren und Technologie-Training und Ausbildung. Während die Kernkompetenz der Sensorik in St. Ingbert verbleibt, richtet sich die amerikanische Aktivität stärker auf Aktorik und Systemtechnik aus. An die deutsche Ausbildung angelehnt, bietet das IBMT mit seiner amerikanischen Außenstelle - auch als Dienstleistung für andere Unternehmen - eine fundierte Techniker Ausbildung an. Unter der dritten Komponente des Technologie-Service ist die Fertigungsunterstützung durch das IBMT bis zur vollen Markteinführung eines Produktes zu verstehen. Damit können die Unternehmen besser erkennen, ob sich große Investitionen in neue Technologien lohnen. Wer Erfolg haben will, muß die Welt beteiligen. Amerika hat als Produktionsstandort nicht nur einen umfassenden Heimatmarkt, Amerika ist gerade auch für die Medizintechnik der internationale Testmarkt. Durch gutes Marketing und herausgehobene Alleinstellungsmerkmale kann das IBMT der internationalen Konkurrenz standhalten.



# Das Forschungs- und Dienstleistungsangebot

## Institutsspezifische Angebote zur Vertragsforschung

Arbeitsweise:	FuE-Projekte werden in Phasen erfolgsorientiert ausgeführt, beginnend mit einer technischen Marktstudie, daraus abgeleitet die Machbarkeitsstudie, über die Prototypentwicklung und den Feldtest (klinische Studie) bis hin zur Entwicklung von kostenoptimierten Fertigungstechniken.	Nutzungsrechte:	Nach erfolgter Bearbeitung eines FuE-Auftrages steht dem Kunden das Ergebnis zur alleinigen Nutzung zur Verfügung.
Praxisbezug:	Die Bearbeitung der Projekte am Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik IBMT erfolgt in enger Abstimmung mit dem jeweiligen Kunden, um den größtmöglichen Praxisbezug herzustellen. Kundennähe ist eine wichtige Voraussetzung, um den Bedürfnissen des Marktes gerecht zu werden.	Vertraulichkeit:	Anfragen und Aufträge werden auf Wunsch des Kunden absolut vertraulich behandelt und bearbeitet.
Flexibilität:	Die konkrete Form, die Ausrichtung und der Umfang der Projektarbeiten richten sich nach den Anforderungen und Vorstellungen des Kunden oder Auftraggebers.	Phasenmodell:	Die Projektierung erfolgt im Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik nach einem Phasenmodell. Am Beginn eines Projektes steht eine wissenschaftlich-technische Beratung. Hierbei werden anhand von existierendem Know-how sowie mittels Literatur-, Patent- und Marktrecherchen die möglichen Probleme des Projektes aufbereitet und das Projektrisiko abgeschätzt. Darauf folgt eine Machbarkeitsstudie, die das Projekt spezifiziert und den Aufwand abschätzt. Eine Laborprototyp-Entwicklung dient dem praktischen Funktionsnachweis in Form eines Demonstrators. Diese Phase mündet in die Feldprototyp-Entwicklung, an deren Ende Feldtests stehen. Daraus ergeben sich Erfahrungen mit Kunden. Das Redesign, die Technologieoptimierung, die Kleinserienfertigung und der Technologie-Transfer sind Elemente der Produktionsvorbereitung. Begleitend leistet das Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik auch Hilfestellung bei Marketing und Qualitätssicherung. Dies steht im Dienste des Produktionsanlaufes und der Risikominimierung im Rahmen der Fertigung. Der Kunde hat die Möglichkeit, den Auftrag nach diesen Phasen ein- und aufzuteilen und am Ende jeder einzelnen Stufe neu zu entscheiden, ob es für ihn Sinn macht, in die nächste Phase einzutreten. Dieses Kriterium erleichtert dem Kunden wie auch dem IBMT die Auftragsvergabe durch überschaubare, kalkulierbare Projektzeiten und Projektkosten.
Synergie:	Die Einordnung in den Verbund der Fraunhofer-Gesellschaft mit ihren 47 weiteren Instituten schafft Synergie-Effekte. Fachkenntnisse aus unterschiedlichen Instituten können in Kooperationen genutzt werden und erlauben eine kompetente Bearbeitung auch bei interdisziplinären Fragestellungen.		
Qualität:	Liefertreue und Zuverlässigkeit prägen die Arbeiten des Fraunhofer-Instituts für Biomedizinische Technik. Die Erstellung eines Pflichtenheftes in Zusammenarbeit mit dem Kunden gewährleistet die inhaltlich korrekt abgestimmte und zeitlich angemessene Bearbeitung der Projekte.		
Preiswürdigkeit:	Forschungs- und Entwicklungsaufträge werden auf Selbstkostenbasis durchgeführt. Das IBMT ist als Institut der Fraunhofer-Gesellschaft eine gemeinnützige Einrichtung und finanziert die notwendige anwendungsori-		



### Verträge und Patentvereinbarungen

- Vertragsabschluß:** Faire und verlässliche Vertragsbedingungen für den Kunden sind das oberste Gebot. Dabei werden die Wissenschaftler und Ingenieure von einer erfahrenen Vertragsabteilung innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft unterstützt.
- Nutzungsrechte:** Über die Nutzungsrechte an den in der Auftragsbearbeitung entstandenen Patenten verfügt allein der Kunde. Nach den Wünschen des Kunden werden individuelle Vereinbarungen getroffen. Die Patentstelle für die Deutsche Forschung der Fraunhofer-Gesellschaft PST steht für die Verwertung patentfähiger Lösungen beratend zur Verfügung.

### Projektmanagement

- Koordination:** Das Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik ist erfahren in der Koordination komplexer Verbundvorhaben und übergeordneter Leitprojekte. In diesem Zusammenhang werden administrative und koordinative Aufgaben übernommen und eine gute Kommunikation zwischen den Projektpartnern im Verbund sichergestellt, um Reibungsverluste zu minimieren.
- Schulungen:** Als Dienstleistung für den Kunden bietet das IBMT auch die Schulung von Mitarbeitern im Hinblick auf die Einführung neuer Verfahren und Technologien an. Diese kann direkt vor Ort im Betrieb des Kunden erfolgen.

**Qualitätssicherung:** Die Wissenschaftler und Entwicklungsingenieure des Fraunhofer-Instituts für Biomedizinische Technik arbeiten nach den Regeln des modernen Projektmanagements. Die Projekte und Arbeiten unterliegen einer dauernden Überprüfung nach Zeit und Kosten und sind auf einen erfolgreichen Projektabschluß hin ausgerichtet. Computerunterstütztes Projekt-Controlling begleitet jeden Einzelauftrag.

**Fördermöglichkeiten:** Die Fraunhofer-Gesellschaft hilft dabei, alle Fördermöglichkeiten bei Projekten auszuschöpfen. Eine langjährige Erfahrung bei der Beantragung von Fördermitteln der Europäischen Union, des Bundesministeriums für Forschung und Technologie oder anderer Zuwendungsgeber unterstützt den Kunden in Fragen der Finanzierung von Forschungsprojekten.

## Kunden

Neben Auftraggebern aus dem biomedizinischen und medizintechnischen Bereich gehören auch Auftraggeber anderer Industriesparten (Umwelttechnik, Chemie, Pharmazie, Materialtechnik, Kfz-Technik, Hydraulik, Maschinenbau, Anlagenbau, Sensor-Systeme) zu den Kunden des Fraunhofer-Instituts für Biomedizinische Technik. Das IBMT arbeitet seit seiner Gründung im Jahre 1987 mit Unternehmen unterschiedlicher Größen zusammen.

## Innovationskatalog

Das Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik bietet seinen Partnern neue Produkte, Technologien und Verfahren an, auch für die Herstellung, Vermarktung oder Verwertung von Patenten und Lizenzen. Es sei auf die Kompetenzmatrix und den folgenden Innovationskatalog hingewiesen.

## Ausstattung

Auf 5.585 m<sup>2</sup> Grundfläche in St. Ingbert und 1.000 m<sup>2</sup> Grundfläche in Sulzbach-Neuweiler stellt das Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik modernste Forschungs-, Entwicklungs- und Fertigungslaboratorien bereit. Unter den besonderen Laborausstattungen und Großgeräten sind zu nennen: Vollständige Photo-Lithographie mit Resistprozessor und doppelseitigem Maskaligner für die Mikrostrukturierung, Trockenätzung (RIE) für Silizium-Substrate, Prozeßanlage für anisotropes Ätzen von Silizium, Aufbau- und Verbindungstechnologien, Dünnschichtprozeßanlagen (Sputtern, Aufdampfen), Hybrid-Laborlinie mit Laser-Trimmer, Design-Technik für Masken-Layout, Design-Technik für Schaltungs-Layout, Rasterelektronenmikroskop, Phased Array- und Linear Array-Ultraschall-Entwicklungssysteme, CNC-Mikro-Fräse-Bohr-Schleifmaschine, CNC-Laser-Feinschneidschweißeinrichtung, digitales Impedometer, Meßplatz für Flüssigkeitsvolumenstrom-Messung, Meßplatz für Gasvolumenstrom-Messung, Strahlungsdruckwaage, Schallfeldvermessungsplatz, Ultraschall-Mikroskop, in vivo NMR-Spektrometer (Bruker Biospec 4,7 Tesla) zur Bildgebung und Spektroskopie, zwei 9,4 Tesla Hochfeld-Spektrometer zur Festkörper-NMR-Spektroskopie und NMR-Mikroskopie, Hard- und Software-Entwicklungswerkzeuge, Computer-Systeme (DEC; SUN; HP; ASPECT), Biochemische Präparation und Analytik (FPLC, HPLC), Spektroskopie: ESR, ENDOR, optische Absorption und Emission, Modellierungs- und Simulationstests (FEM).

## Kontakt und weitere Informationen

Bitte, rufen Sie uns an, wenn Sie Fragen haben, weitere Informationen oder ein konkretes Angebot wünschen. Publikationen und Broschüren senden wir Ihnen gerne zu.

Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik IBMT  
Ensheimer Straße 48  
D-66386 St. Ingbert  
Telefon: +49 (68 94) 9 80 - 0; Fax: +49 (68 94) 9 80-4 00

Presse und Öffentlichkeitsarbeit/Marketing:  
Dipl.-Phys. Annette Maurer  
Telefon: +49 (68 94) 9 80 - 1 02

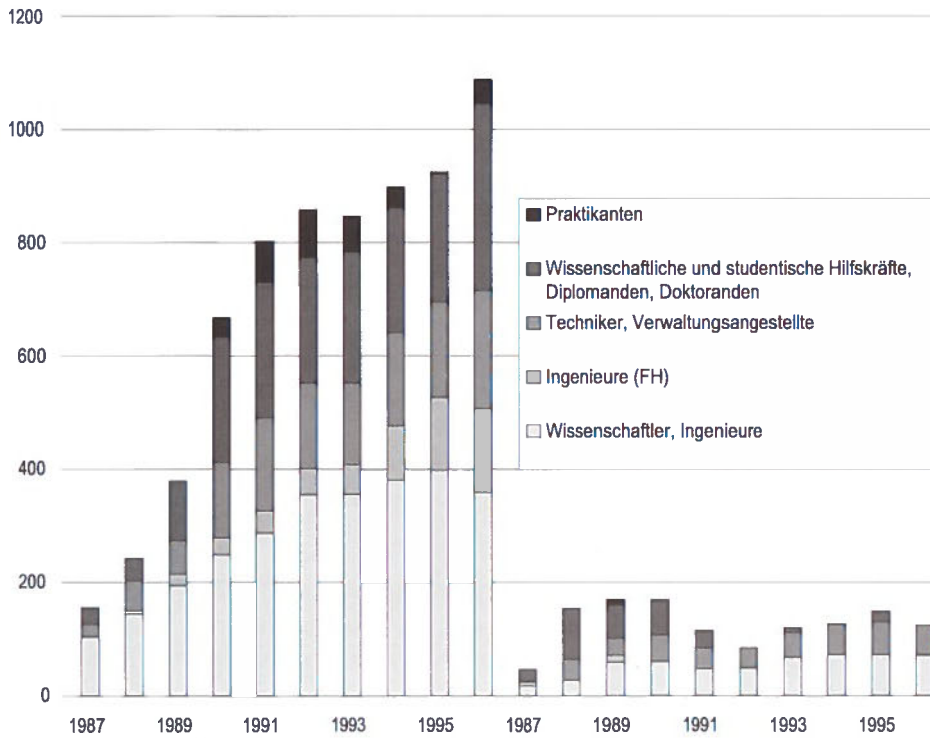


## Innovationskatalog

Produkt	Markt	Ansprechpartner im Institut
Herzmuskelunterstützung	Medizintechnik, Medizin	Dr. J.-U. Meyer Tel.: +49 (6894) 980 - 150
Plattenwellen-Sensoren Chemie, Umweltprüfung	Medizin, Lebensmittelindustrie, Tel.: +49 (6894) 980 - 150	Dr. J.-U. Meyer
Chemische Sensoren im Einsatz für die Luftqualitätsüberwachung	Medizin, Chemie, Umweltprüfung, Klimatechnik	Dr. J.-U. Meyer Tel.: +49 (6894) 980 - 150
Simulationstechnik und -technologie im Bereich Ultraschall	Medizin, Werkstoffprüfung, Maschinen- und Anlagenbau	Dr. R. M. Schmitt Tel.: +49 (6894) 980 - 200
Technologie zur Qualitätssicherung von Ultraschall-Wandlern	Medizin, Werkstoffprüfer, Maschinen- und Anlagenbau	Dr. R. M. Schmitt Tel.: +49 (6894) 980 - 200
3D-Ultraschall-Abbildungstechnik	Medizinischer Gerätemarkt, klinische Forschung	Dr. R. M. Schmitt Tel.: +49 (6894) 980 - 200
Ultraschall-Strömungsmessung in Liquiden (Laufzeit, Doppler)	Medizin, Maschinen- und Anlagenbau	Dr. R. M. Schmitt Tel.: +49 (6894) 980 - 200
Ultraschall-Sensoren für Strömungs- messung in Gasen	Heizungs- und Lüftungstechnik, Meßtechnik	Dr. R. M. Schmitt Tel.: +49 (6894) 980 - 200
Ultraschall-Materialprüfung im Leitungsbau	Werkstoffprüfung, Hoch- und Tiefbau, kommunale Versorgung (Abwasser)	Dr. R. M. Schmitt Tel.: +49 (6894) 980 - 200
Zahndiagnostik mittels Ultraschall	Medizintechnik, klinische Forschung	Dr. R. M. Schmitt Tel.: +49 (6894) 980 - 200
Ultraschall-Prozeßsensorik	Chemischer Anlagenbau, Prozeß- technik	Dr. R. M. Schmitt Tel.: +49 (6894) 980 - 200
Magnetische Resonanz zur Unter- suchung der Penetration kosmetischer und pharmazeutischer Cremes und Salben durch die Haut	Pharmaindustrie, Kosmetikindustrie	Dr. J.-U. Meyer Tel.: +49 (6894) 980 - 150
Polymercharakterisierung	Reifenindustrie, Polymerindustrie	Dr. J.-U. Meyer Tel.: +49 (6894) 980 - 150
In situ Katalysator-Entwicklung	Automobilindustrie, Ölindustrie	Dr. J.-U. Meyer Tel.: +49 (6894) 980 - 150
Bau von HF-Systemen für die Magne- tische Resonanz im Frequenzbereich von 1 MHz bis 750 MHz	Medizin, Werkstoffwissenschaften, Prüftechnik	Dr. J.-U. Meyer Tel.: +49 (6894) 980 - 150
Untersuchung der Struktur und Dynamik mittels NMR, ESR, AFM, SIMS, FT-IR und den entsprechenden mikro- skopischen Techniken	Chemie, Polymerindustrie	Dr. J.-U. Meyer Tel.: +49 (6894) 980 - 150
Arzneimittelvalidierung mittels NMR- Spektroskopie, -Bildgebung und -Mikro- skopie im Tierexperiment	Medizin, Arzneimittelindustrie	Dr. J.-U. Meyer Tel.: +49 (6894) 980 - 150
Durchführung klinischer Studien für die Arzneimittelvalidierung	Medizin, Arzneimittelindustrie	Dr. J.-U. Meyer Tel.: +49 (6894) 980 - 150

# Das Institut in Zahlen

Personalentwicklung 1987-1996 in Mannmonaten



## Mitarbeiterentwicklung

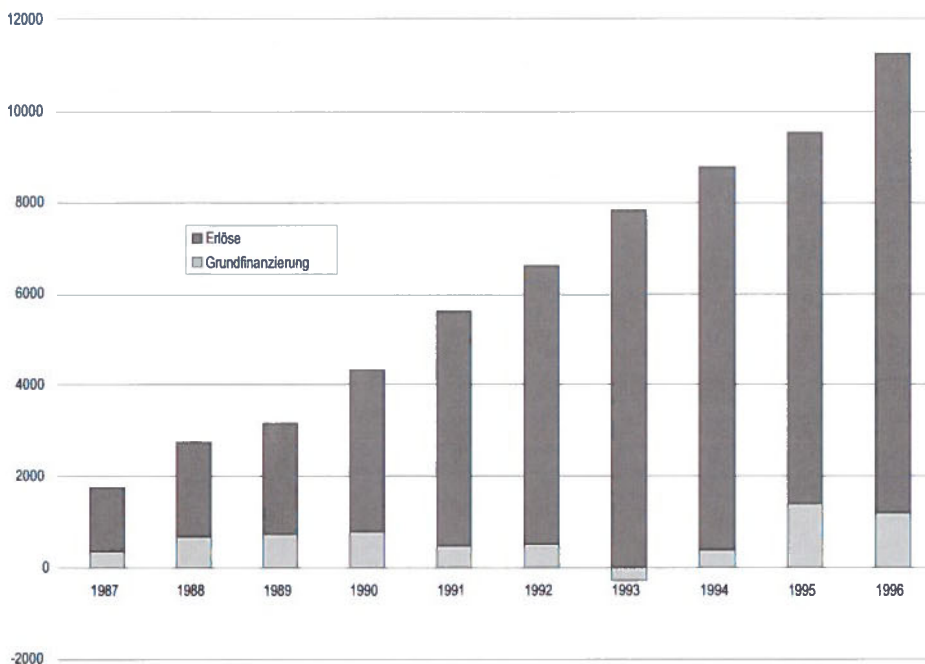
Im Jahr 1996 waren am Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik IBMT 59,5 wissenschaftliche und technische Mitarbeiter sowie 31 Forschungsstudenten und Praktikanten beschäftigt (umgerechnet auf vollbeschäftigte Personen). Im Lehrstuhl Medizintechnik, der in das IBMT räumlich integriert ist, waren 10,5 wissenschaftliche und technische Mitarbeiter angestellt. Zusätzlich waren 1,5 Gastwissenschaftler am Institut tätig.

## Betriebshaushalt

Der Betriebshaushalt 1996 betrug 11,26 Mio. DM. In der Grafik sind die Erträge und Grundfinanzierung des Jahres 1996 dargestellt. Wie in den Vorjahren hat sich das Wachstum im gleichen Maße fortgesetzt.

Der Anteil der Industrieerlöse zur Deckung des Gesamtaufwandes beläuft sich auf 40,2 %.

Betriebskosten 1987-1996 in Tausend DM



## Vertragsforschung mit der Wirtschaft

Projektarbeit steht im Vordergrund der Arbeiten am Institut. Im Jahre 1996 wurden am IBMT 243 Projekte bearbeitet. Davon entfielen 160 Aufträge auf die Industrie. Davon stammten 20 Aufträge von ausländischen Industrieunternehmen.

# Die Fraunhofer-Gesellschaft auf einen Blick

## Gesamtkompetenz im Überblick

### Die Forschungsorganisation

Die Fraunhofer-Gesellschaft ist die führende Organisation für angewandte Forschung in Deutschland. Zu der Organisation gehören 48 Forschungseinrichtungen an 31 Standorten. 8.808 Mitarbeiter, davon ein Drittel Wissenschaftler und Ingenieure, erarbeiteten das Forschungsvolumen des Jahres 1996 in Höhe von 1,3 Milliarden Mark. Die Fraunhofer-Gesellschaft ist 1949 als gemeinnütziger Verein zur Förderung der angewandten Forschung gegründet worden. Zu den Mitgliedern zählen namhafte Unternehmen und private Förderer, welche die Entwicklung der Fraunhofer-Gesellschaft bedarfsorientiert mitgestalten.

Ihren Namen verdankt die Fraunhofer-Gesellschaft dem als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreichen Münchner Gelehrten Joseph von Fraunhofer (1787 bis 1826).

### Die Forschungsfelder

Forschung und Entwicklung sind in der Fraunhofer-Gesellschaft in acht Institutsgruppen (Cluster) zusammengefaßt:

- Werkstofftechnik/Bauteilverhalten
- Produktionstechnik/Fertigungstechnologie
- Informations- und Kommunikationstechnik
- Mikroelektronik/Mikrosystemtechnik
- Sensortechnik und -systeme
- Verfahrenstechnik
- Energie- und Bautechnik, Umwelt- und Gesundheitsforschung
- Technisch-ökonomische Studien/Informationsvermittlung

### Die Zielgruppen

Die Zielgruppen der Fraunhofer-Gesellschaft sind die Wirtschaft und die öffentliche Hand.

- Für Auftraggeber aus der Wirtschaft erarbeitet die Fraunhofer-Gesellschaft technische und organisatorische Problemlösungen bis zur Einsatzreife. Wenn Systemlösungen gefragt sind, arbeiten mehrere Fraunhofer-Institute zusammen.

- Im Auftrag von Bund und Ländern werden strategische Forschungsprojekte durchgeführt. Sie dienen der Förderung von Schlüsseltechnologien und Innovationen auf Gebieten, die von besonderem öffentlichen Interesse sind, wie z.B. der Umweltschutz, die Energietechniken und die Gesundheitsvorsorge. Im Rahmen der europäischen Union beteiligt sich die Fraunhofer-Gesellschaft an Technologieprogrammen, die der Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Wirtschaft dienen.

### Das Leistungsangebot

Die Fraunhofer-Gesellschaft bietet Forschung und Entwicklung in vier Leistungsbereichen an:

- Produktoptimierung, Entwicklung von Prototypen, Optimierung von Verfahren und Entwicklung neuer Prozesse
- Einführungsunterstützung neuer betrieblicher Organisationsformen und Technologien durch
  - Erprobung in Demonstrationszentren mit modernster Geräteausstattung
  - Schulung der beteiligten Mitarbeiter vor Ort
  - Service-Leistungen auch nach Einführung neuer Verfahren und Produkte
- Technologieberatung durch
  - Machbarkeitsstudien
  - Marktbeobachtungen
  - Trendanalysen
  - Wirtschaftlichkeitsberechnungen
  - Förderberatung, insbesondere für den Mittelstand
- Prüfdienste und Erteilung von Prüfsiegeln

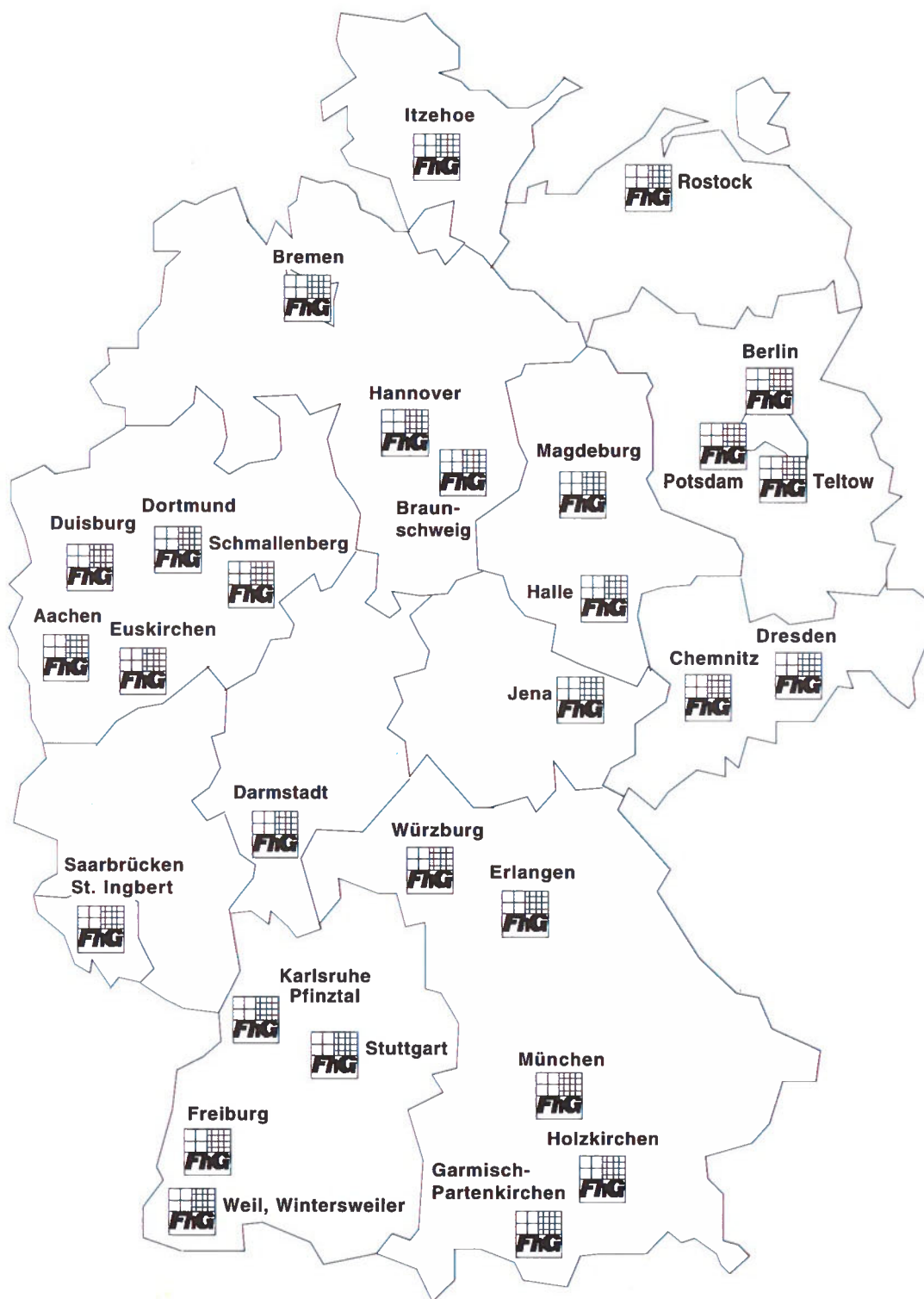
### Die Vorteile der Vertragsforschung

Durch die Zusammenarbeit aller Institute stehen den Auftraggebern der Fraunhofer-Gesellschaft zahlreiche Experten mit einem breiten Kompetenzspektrum zur Verfügung. Gemeinsame Qualitätsstandards und das professionelle Projektmanagement der Fraunhofer-Institute sorgen für verlässliche Ergebnisse der Forschungsaufträge. Modernste Laborausstattungen machen die Fraunhofer-Gesellschaft für Unternehmen aller Größen und Branchen attraktiv. Neben der Zuverlässigkeit einer starken Gemeinschaft sprechen auch wirtschaftliche Vorteile für die Zusammenarbeit, denn die kostenintensive Vorlauftforschung bringt die Fraunhofer-Gesellschaft bereits als Startkapital in die Partnerschaft ein.

# Standorte von Einrichtungen der Fraunhofer-Gesellschaft



Fraunhofer-Gesellschaft



18.10.94 A2

# Forschungsergebnisse und Anwendungen

## Sensorsysteme/Mikrosysteme

Abteilung Sensorsysteme/Mikrosysteme  
Dr. Jörg-Uwe Meyer

## Das Retina-Implantat-Projekt: Konzeption einer Neuroprothese für Blinde

### Ausgangssituation

In Deutschland gibt es ca. 30.000 sehgestörte und erblindete Patienten. Bei der Krankheit Retinitis pigmentosa sind die lichtempfindlichen Sensoren der Retina, die Stäbchen und Zapfen, betroffen. Licht kann nicht mehr in elektrische Impulse umgewandelt und dem Sehzentrum im Gehirn zugeleitet werden. Die Signalverarbeitungsschichten der Retina sind nicht oder nur bedingt von der Krankheit betroffen. Eine punktuelle elektrische Stimulation ruft bei den Betroffenen Wahrnehmungen hervor, die als leuchtende "erbsenförmige" Objekte, sog. Phosphene, beschrieben werden.

### Aufgabe

Entwurf und Entwicklung einer implantierbaren Neuroprothese, welche die visuellen Umweltreize aufnimmt und so weiterverarbeitet, daß damit durch elektrische Stimulation Sehnehmungen hervorgerufen werden können. Im Rahmen eines BMBF-Verbundprojektes ist das IBMT mit der Untersuchung der Biokompatibilität einzusetzender Materialien und der Langzeitstabilität von Basis- und Isolationsmaterialien sowie der Entwicklung hochflexibler, dreidimensionaler Stimulatorstrukturen betraut. Diese Strukturen bestehen aus einem biokompatiblen Basis- und Isolationsmaterial sowie Multikanalelektroden mit integrierten Zuleitungen und Anschlußkontakten.

### Ergebnis

Seit dem Beginn des Projektes im August 1995 wurden unterschiedliche Materialien auf ihre Zytotoxizität untersucht. Es wurden Tests mit einer empfindlichen, neuronalen Zelllinie etabliert, mit der sich neben einer generellen Einschätzung der Materialtoxizität auch Schwankungen in der Prozeßtechnologie nachweisen lassen. Es wurden verschiedene Geometrien für Stimulatorstrukturen evaluiert. Erste Demonstratoren wurden in Akutversuchen implantiert. Mit Teststrukturen konnte die Retina elektrisch stimuliert und evozierte Potentiale als physikalische Korrelate in der Sehrinde abgeleitet werden. Diese Voruntersuchungen sind in ein Design eingegangen, bei dem für erste chronische Versuche bis zu 24 Stimulationselektroden angesprochen werden können. Mit sehr empfindlichen zytotoxischen Methoden konnte die Biokompatibilität der Materialien der mikro-mechanisch prozessierten Retina-Stimulatoren nachgewiesen werden.

### Projektbeschreibung

In einem Konsortium teilen sich 13 technische und medizinische Partner unterschiedliche Aufgaben. Es wird eine pixel-adressierbare CCD-Kamera hoher Empfindlichkeit und Schnelligkeit entwickelt. Optische und elektromagnetische Telemetriesysteme zur Energie- und Signalübertragung werden untersucht. Mit Hilfe von zeitlich-räumlichen Filtern werden Bilder vorverarbeitet, um den Eigenschaften der Retina möglichst nahe zu kommen.

Künstliche neuronale Netzwerke werden eingesetzt, um eine Adaption dieser Filter auf die interindividuelle physiologische Streubreite künftiger Patienten anpassen zu können. Basisstrukturen für die monolithische Schaltungsintegration mit CMOS-kompatiblen Prozessen werden mikro-mechanisch strukturiert. Sie werden anschließend mit den flexiblen Stimulatorstrukturen verbunden und steuern deren Elektroden an. Medizinische Projektpartner untersuchen Befestigungsmöglichkeiten für die epiretinale Platzierung des Implantates, entwickeln neue Operationstechniken zur Implantation und bereiten Funktionstests und Evaluierungsverfahren vor. Im Projektrahmen von 4 Jahren soll ein erster Demonstrator des Gesamtsystemes für die tierexperimentelle Bewertung entstehen. Selbst optimistische Schätzungen gehen von einem Zeitraum von 10 bis 15 Jahren aus, bis eine erste Generation von Retina-Implantaten bei Patienten eingesetzt werden kann.

### Zahlen/Technische Daten

Basis- und Isolationsmaterial des Stimulators: Polyimid  
Elektroden und Zuleitungen: Platin  
Anzahl der Elektroden: 12 / 24; konzentrische, bipolare Elektrodenpaare  
Durchmesser der Stimulatorstruktur: 4,0 mm  
Gewicht der Stimulatorstruktur: ca. 4 mg



## Definitionen

Retina: Netzhaut des Auges, die aus einem lichtempfindlichen Teil und einem blinden Teil besteht. Der lichtempfindliche Teil enthält die Sinnes-, Ganglien- und Stützzellen und ist als vorgelagerter Hirnteil anzusehen.

Retinitis pigmentosa: genauer Retinopathia pigmentosa; meist erblicher, degenerativer Prozeß mit Engstellung der Netzhautgefäße, Opticus-Atrophie, Untergang der nervalen Elemente der Netzhaut und Ablagerung von Pigment (knötchenkörperartige Pigmentation), die von der Peripherie bis zum Zentrum fortschreitet. Symptome: eingeschränkte Sehfähigkeit durch Herabsetzung der Netzhautempfindlichkeit, erhebliche Gesichtsfeldeinschränkung bis zur Erblindung.

Phosphen: Lichterscheinung, die auf eine nicht adäquate Reizung des Sehorgans (Druck, elektrischer Strom) zurückzuführen ist.

epiretinal: auf der Netzhaut liegend, zum Glaskörper hin.

## Stichworte/Deskriptoren

Neuroprothetik, Neurotechnologie, Mikrostrukturierung, Polymere, Biokompatibilität, Zellkultur, Elektrodencharakterisierung, Lebensdauerbestimmung von Implantaten

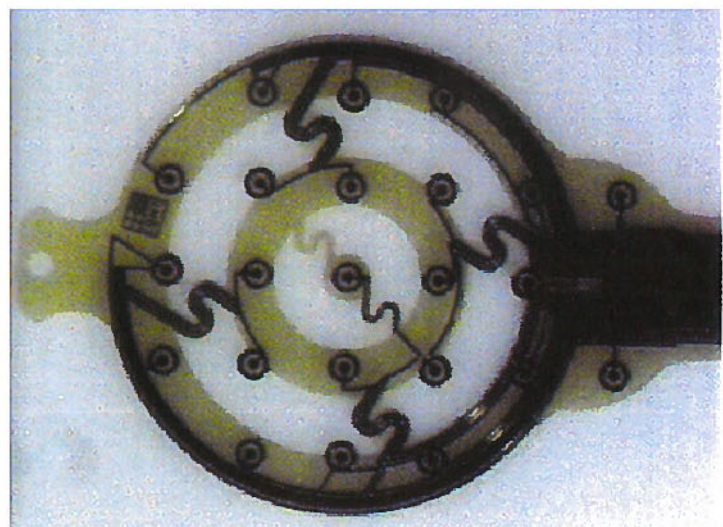
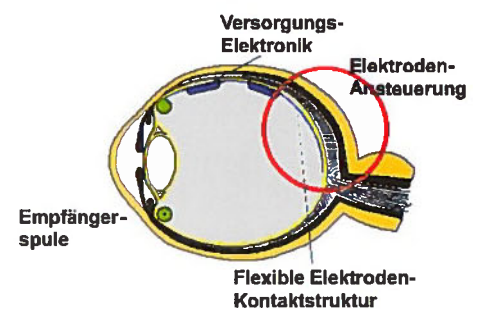
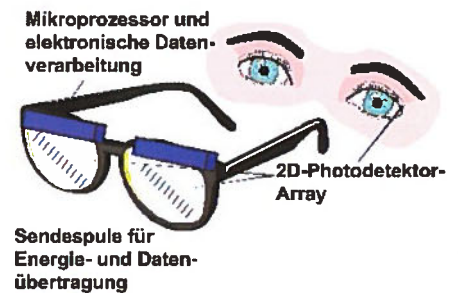
## Projektdurchführung

Dr. J.-U. Meyer  
Tel.: +49 (0) 6894/980-150  
Dipl.-Ing. Th. Stieglitz  
Tel.: +49 (0) 6894/980-160

## Institute

- Institut für Informatik VI-Neuroinformatik, Universität Bonn (Projektkoordination)
- Institut für Neurophysik, Philipps-Universität Marburg
- Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme, Duisburg
- Fachbereich Elektrotechnik, Fachgebiet Optoelektronik, Universität Duisburg
- Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie, Itzehoe
- Institut für Pathologie, RWTH Aachen
- Universitäts-Augenklinik, Universität Köln
- Institut für Hirnforschung, Heinrich-Heine-Universität, Düsseldorf
- Universitäts-Augenklinik, Universität Münster
- Medizinisches Zentrum für Augenheilkunde, Philipps-Universität Marburg
- Universitäts-Augenklinik, Universität Essen
- Universitäts-Augenklinik, Universität Leipzig
- Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik, St. Ingbert

## Konzeption der epiretinalen Neuroprothese



Flexible Retina-Stimulatorstruktur.

# Miniaturisiertes Schwingungsmeßsystem zur kontinuierlichen nicht-invasiven Augeninnendruckmessung

## Ausgangssituation

Der Augeninnendruck hat normalerweise einen Wert von 15 - 20 mm Hg. Bei etwa 1 bis 2 % der Bevölkerung über 40 Jahren ist der Augeninnendruck auf Werte von bis zu 40 mm Hg oder höher angestiegen, so daß es zu einer Beschädigung der Netzhaut kommt. Das Krankheitsbild ist unter dem Namen Glaukom oder Grüner Star bekannt. Bei manchen Patienten tritt der erhöhte Augeninnendruck nur in Intervallen auf, vorwiegend nachts. Eine kontinuierliche Messung des Augeninnendruckes ist daher wünschenswert. Die bisher angewandten Methoden ermöglichen nur einmalige Messungen am offenen Auge.

## Aufgabe

Entwicklung eines Meßsystems, das eine kontinuierliche Überwachung des Augeninnendruckes ermöglicht. Da eine kontinuierliche statisch-/mechanische Belastung des Auges nicht zulässig ist, soll das System den Augeninnendruck mittels einer Schwingungsanalyse ermitteln. Die Augenbewegungen und der Lidschlag dürfen während der Messung nicht gestört werden.

## Ergebnis

In vitro Messungen an Schweineaugen zeigen, daß die Hornhaut in Kombination mit einem aufgebrachtten Aktuator einen harmonischen Oszillator bildet. Die Resonanzfrequenz des Oszillators ändert sich mit dem Augeninnendruck.

## Projektbeschreibung

Es wurde ein drahtloses, miniaturisiertes Schwingungsmeßsystem entwickelt, das in eine Kontaktlinse implementierbar ist. Eine kleine magne-

tische Scheibe dient als Aktuator und eine darauf angebrachte leitfähige Scheibe als Sensor. Ein Spulensystem in der Nähe des Aktuators und Sensors erzeugt die Magnetfelder, die für die Messung notwendig sind. Die Aktuator-Spule erzeugt ein Niederfrequenz-Magnetfeld und bringt damit die magnetische Scheibe zum Schwingen. Die Meßspule erzeugt ein Hochfrequenz-Magnetfeld, das Wirbelströme in der leitfähigen Scheibe erzeugt. Die elektronische Impedanz der Sensor-Spule wird somit von der Distanz der Scheibe zur Spule beeinflusst. Ein automatisiertes Meßsystem nimmt die Schwingungsmeßdaten auf und ermittelt die Resonanzfrequenz.

## Auftraggeber

Die Entwicklung des Sensors wurde als Vorlauforschungsprojekt durchgeführt.

## Zahlen/Technische Daten

Meßfrequenz: 1 MHz  
Schwingungsfrequenz: 100 - 1.500 Hz  
Gewicht des Sensors: < 20 mg  
Schwingungsamplitude: < 10 µm

## Definitionen

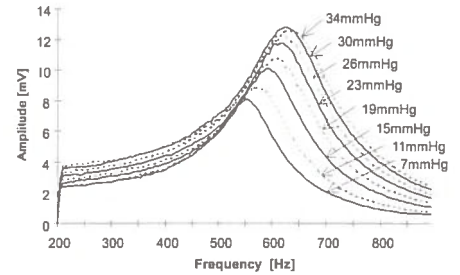
Glaukom: Krankheit, bei der die Netzhaut infolge eines zu hohen Augeninnendruckes beschädigt wird.

## Stichworte/Deskriptoren

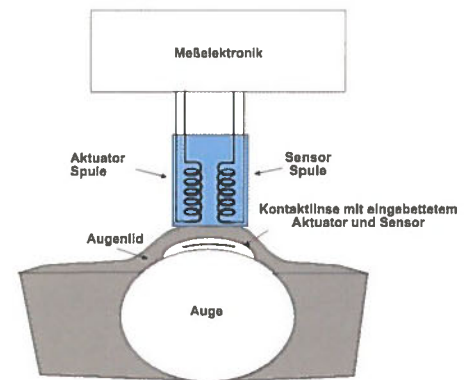
Augendruckmessung; Miniaturisiertes Schwingungsanalysesystem

## Projektdurchführung

Dipl.-Ing. E. Petter  
Tel.: +49 (0) 6894/980-158  
Dr. J.-U. Meyer  
Tel.: +49 (0) 6894/980-150



Resonanzkurven, gemessen bei verschiedenen Augeninnendrücken.



Einsatz des Meßsystems an geschlossenen Augen.



Magnetische Scheibe auf einem Schweineauge.

# Erkennen von Gerüchen - Neue Beiträge zur elektronischen Geruchsdetektion

## Ausgangssituation

Die Detektion von Gerüchen und Aromen ist für verschiedene Anwendungsbereiche von großer Bedeutung. Als Beispiele seien die Emissionskontrolle von Kläranlagen, Kraftwerken und industriellen Produktionsbereichen oder die Qualitätskontrolle in der Lebensmittelchemie und Kosmetikindustrie genannt. Vor allem bei der Analyse von Lebensmitteln oder Bedarfsgütern sowie bei der Qualitätskontrolle während der Produktion ist es noch immer üblich, eine Probe zu entnehmen und diese gegebenenfalls auch an einem anderen Ort zu analysieren. Dies erfordert einen hohen zeitlichen und finanziellen Aufwand, denn die Ergebnisse der Untersuchungen sind oft erst nach Tagen zugänglich. Daher besteht Bedarf an einem System, das in der Lage ist, schnell und zuverlässig Aussagen über die Art und Qualität des zu untersuchenden Stoffes zu treffen. Derartige Systeme bestehen neben z.T. unselektiven Sensoren bzw. Sensor-Arrays aus einer elektronischen Signalauswertung (neuronale Netze), die fähig ist, aus den Signalmustern die Proben zu erkennen und zu bewerten.

## Aufgabe

Basierend auf diesen Überlegungen soll ein System (Demonstrator) aus kommerziell erhältlichen Sensoren und Eigenentwicklungen des FhG-IBMT zu einem Sensor-Array kombiniert werden. Dieses wird mit unterschiedlichen Lebensmitteln oder Bedarfsgegenständen beaufschlagt. Ein während dieses Projektes zu entwickelndes neuronales Netz soll zuerst auf die Erkennung der verschiedenen Gerüche trainiert werden. Nach dem Training soll das System in der Lage sein, Gerüche anhand des unterschiedlichen Signalmusters voneinander zu unterscheiden.

## Projektbeschreibung

1996 entwickelte das FhG-IBMT im Rahmen eines Vorlaufforschungsprojektes ein Sensor-Array aus beschichteten Schwingquarzen (Quartz Crystal Microbalances, QCM), das mittels unterschiedlicher Gerüche kalibriert werden konnte. In diesem Projekt wird dieses Array weiterentwickelt und mit Alkohol- und CO<sub>2</sub>-Sensoren kombiniert, um unterschiedliche Getränke anhand der Zusammensetzung des Headspace-Gasraumes zu identifizieren.

## Ergebnis

Die zur Messung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes eingesetzte elektrochemische Zelle zeigte bei der Messung an kohlenstoffhaltigen Getränken einen deutlichen Anstieg der Meßwerte. Die Messung der Alkoholkonzentration in der Luft ermöglichte darüber hinaus eine Aussage über die Alkoholkonzentration des vorliegenden Getränkes. Durch die Detektion der Aromastoffe mittels eines Quarz-Arrays aus vier unterschiedlich beschichteten Schwingquarzen wurden weitere Detektionsmöglichkeiten erreicht.

## Technische Merkmale

PC-gesteuert  
serielle Schnittstelle  
optionale Datenfernübertragung (DFÜ)  
geringe Probemengen (20 ml)

## Definitionen

Neuronale Netze sind intelligente, elektronische Systeme, die in der Lage sind, nach einer Trainings-Phase anhand eines Signalmusters Proben zu erkennen und zu beurteilen. Als Headspace wird in der chemischen Analytik der über einem Festkörper

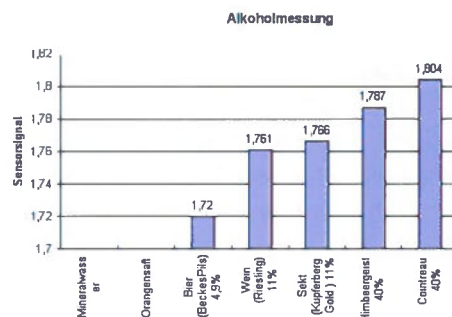
oder einer Flüssigkeit stehende Luft-raum bezeichnet.

## Stichworte/Deskriptoren

Quartz Crystal Microbalances (QCM), Sensor-Array, Neuronale Netze, Mustererkennung

## Projektdurchführung

Dr. P. Keller  
Tel.: +49 (0) 6894/980-276



Probenkopf (MORAGAS).



# SMOGLESS - Low-Cost Gasetektion mit Nanokristallen

## Ausgangssituation

In vielen Bereichen des täglichen Lebens, sowie in technischen Prozessen, kommt der kontinuierlichen Messung von diversen Parametern in der Atmosphäre eine wachsende Bedeutung zu. Beispiele hierfür sind die Raumluftüberwachung und Steuerung von Belüftungs- und Klimatisierungssystemen, die Überwachung der Atmosphäre in Gewächshäusern oder die Kontrolle biologischer und chemischer Prozesse in der Biotechnologie. Im Falle der Bestimmung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes ist die Messung der IR-Absorption möglich, jedoch besteht z.B. gegenüber Wasserdampf eine erhebliche Querempfindlichkeit. Daher verfolgt das FhG-IBMT die Entwicklung eines gegenüber H<sub>2</sub>O-Dampf unempfindlichen CO<sub>2</sub>-Metalloxid-Sensors.

## Aufgabe

Basierend auf den Ergebnissen eines Vorlaufforschungsprojektes soll eine neue Generation von Metalloxid-Sensoren entwickelt werden. Die Innovation dieses neuartigen Sensor-Typs besteht in der Verwendung von nanokristallinen Materialien in der sensitiven Schicht. Hierdurch wird die aktive Oberfläche des Sensors erheblich vergrößert, wodurch eine Steigerung der Empfindlichkeit und Zuverlässigkeit erwartet wird. Im Rahmen des euro-

päischen Verbundprojektes SMOGLESS (Surface Modification and Optimization of Gas NanoElectroceramics-Based Sensor Systems) übernimmt das FhG-IBMT die Herstellung der Siebdruckpasten basierend auf nanokristallinen Materialien, die Fertigung der Sensoren und deren Charakterisierung.

## Ergebnis

1996 war das erste Jahr des auf drei Jahre angelegten Projektes. In diesem Zeitraum wurden Experimente mit dem Ziel durchgeführt, nanokristallines Sensor-Material zu Pasten zu verarbeiten, die sich siebdrucktechnisch auf Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Substrate aufbringen lassen. Die Realisierung eines Sensors mit einem Elektrodenabstand von wenigen Nanometern befindet sich in der ersten Phase. Gleichzeitig fand die erste Evaluierung einer erhöhten Leitfähigkeit des nanokristallinen Materials im Vergleich zu makrokristallinem Material statt. Die erste Begutachtung des Projektes ergab ein positives Ergebnis.

## Projektbeschreibung

Die Partner im Konsortium (s.u.) teilen sich die unterschiedlichen Aufgaben. Die unterschiedlichen Nanopulver werden durch Laser-Ablation hergestellt (TU Clausthal). Neben CO<sub>2</sub>-Sensoren (FhG-IBMT) werden in diesem Projekt auch CO-, NO<sub>x</sub>-, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>- und H<sub>2</sub>-Sen-

soren (UWS) durch Siebdruckprozesse hergestellt und umfassend charakterisiert. Die Bulk-Materialien und Oberflächen der Sensoren werden mit IR-spektroskopischen Methoden untersucht (U-Limoges), und parallel hierzu die Porenstruktur (ICE-Forth) ermittelt sowie ein theoretisches Modell zur Porendiffusion erstellt. Den in dieses Projekt involvierten Industriepartner (Oldam, City) obliegt der Test der Sensoren unter realistischen Betriebsbedingungen. Das Projekt SMOGLESS wurde Anfang 1996 gestartet. Es ist gefördert durch die EU, Programm Brite Euram Projekt- Nr. BE 95-1989.

## Technische Daten

Komponenten der CO<sub>2</sub>-sensitiven Schicht: BaTiO<sub>3</sub>/CuO/La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/CaCO<sub>3</sub>  
Korngröße des Sensormaterials: 5-10 nm  
Aktive Oberfläche des Sensormaterials: 160 m<sup>2</sup>/g  
Betriebsspannung: 1 V  
Betriebsfrequenz: 1 kHz

## Definitionen

Metalloxid-Sensoren messen die Wechselwirkung einer Gaskomponente mit ihrer aktiven Oberfläche über die Veränderung der elektrischen Leitfähigkeit der sensitiven Schicht.

## Stichworte/Deskriptoren

Metalloxid-Sensor, Gas-Sensoren,  
Chemische Sensoren, nanokristalline  
Materialien

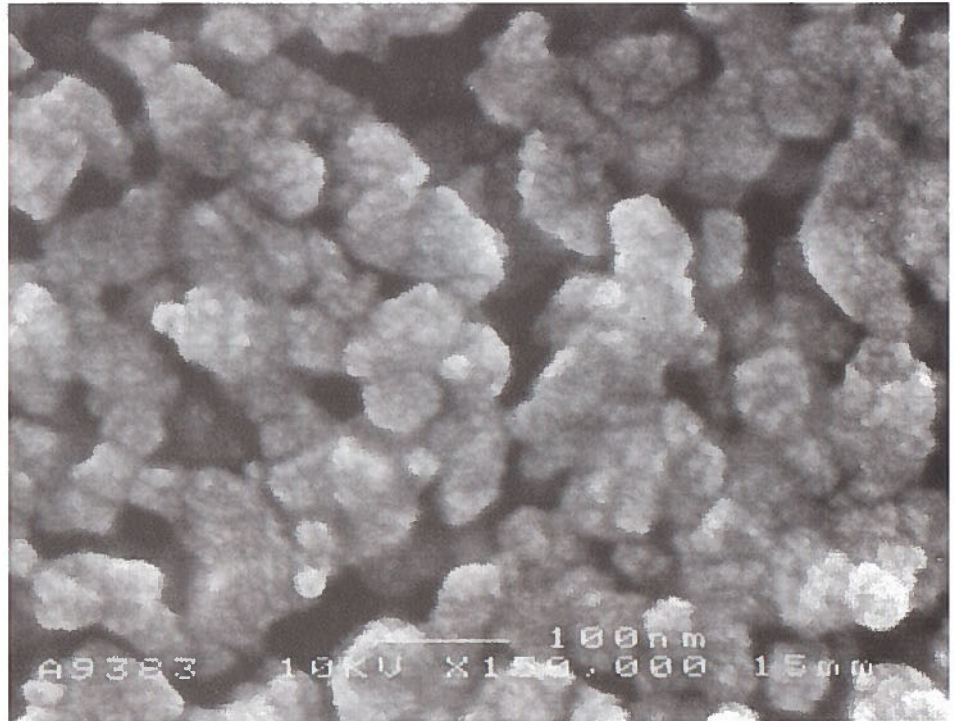
## Projektdurchführung

Dr. P. Keller  
Tel.: +49 (0) 6894/980-276  
Dr. J.-U. Meyer  
Tel.: +49 (0) 6894/980-150

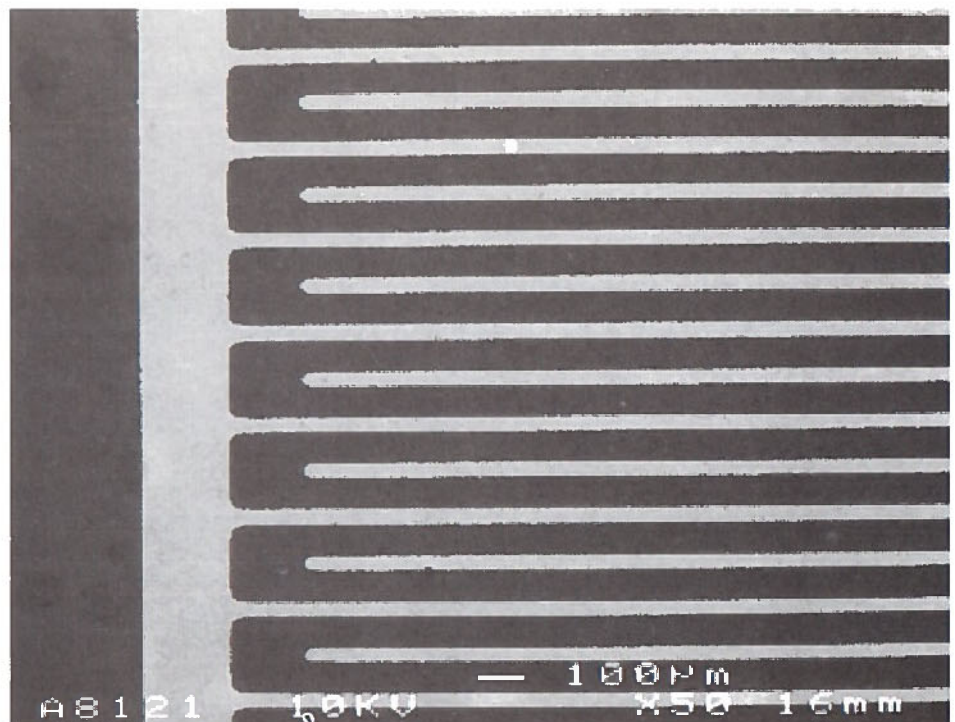
## Institute

Beteiligt am SMOGLESS-Projekt sind:

- Laboratoire de Materiaux  
Ceramiques et Traitement de  
Surface, (U-Limoges), Frankreich  
(Koordination)
- Institut für Werkstoffkunde und  
Werkstofftechnik, Clausthal-Zeller-  
feld, (TU- Clausthal), Deutschland
- Institute of Electrical and Electronical  
Engineering (UWS), Swansea, United  
Kingdom
- Laboratory of Transport  
Phenomenon and Physico-Chemical  
Hydrodynamics (IEC-FORTH), Patras,  
Greece
- Oldham France (OLDHAM), France
- City Technology Limited (CITY),  
United Kingdom
- Fraunhofer-Gesellschaft, Institut für  
Biomedizinische Technik (FhG-IBMT),  
St. Ingbert, Deutschland



Nanopartikel (SMOGLESS).



Dünnschichtelektrode (SMOGLESS).

# Magnetische Resonanz

Arbeitsgruppe Magnetische Resonanz  
Dr. Jörg-Uwe Meyer

## Kundenspezifische Entwicklung von NMR-Meßeinrichtungen

### Ausgangssituation

Die kernmagnetische Resonanz ("Nuclear Magnetic Resonance", NMR) hat sich als bildgebendes Verfahren in der Medizin, Biologie und in den Werkstoffwissenschaften etabliert. Voraussetzung für qualitativ hochwertige Bilder ist eine auf die jeweilige Fragestellung zugeschnittene Maßeinrichtung. Die Anpassung bezieht sich nicht nur auf die Größe der zu untersuchenden Probe (von einigen Millimetern in der NMR-Mikroskopie bis zu 0,5 m für Untersuchungen im Ganzkörpertomographen) sondern auch auf den abstimmbaren Frequenzbereich in Abhängigkeit vom untersuchten Kern ( $^1\text{H}$ ,  $^3\text{He}$ ,  $^{19}\text{F}$ ,  $^{31}\text{P}$ ,  $^{13}\text{C}$ , etc.).

### Aufgabe

Die Aufgabe der Ressource "Hochfrequenzsysteme" der Abteilung Sensorsysteme/Mikrosysteme besteht in der Erarbeitung einer Spezifikation in enger Kooperation mit dem Kunden, in der Entwicklung von Lösungen und ihrer Umsetzung in die Fertigung sowie in der Validierung durch NMR-Messungen.

### Ergebnis

Als Ergebnis erhält der Kunde eine Maßeinrichtung, die auf seine Fragestellung optimiert ist und sich lückenlos in sein vorhandenes NMR-System einpaßt. Die Maßeinrichtung besteht in der Regel aus einem Probenkopf, der mittels Hochfrequenz-Anregung ein NMR-Signal erzeugt, und einem Gradientensystem, das durch die Erzeugung von ortsabhängigen Magnetfeldern erst die Bildgebung ermög-

licht. Durch Abstimmung der beiden Einheiten aufeinander werden die Kundenanforderungen nach guter Ortsauflösung, kurzer Meßzeit – gleichbedeutend mit einem hohem Signal-zu-Rauschverhältnis – und einfacher Handhabbarkeit bestens erfüllt.

### Projektbeschreibung

Die Entwicklung folgt einem festem Schema. In einem ersten Schritt werden zusammen mit dem Anwender mögliche Lösungen diskutiert und auf ihre technische Machbarkeit und Einhaltung der physikalischen Randbedingungen geprüft. Als Ergebnis dieses Schrittes erhält der Kunde eine Spezifikation und eine Aussage über die zu erwartende Leistungsfähigkeit der Maßeinrichtung. Der zweite Schritt umfaßt die Realisierung der Konzeption am CAD-Arbeitsplatz und die Umsetzung in technische Zeichnungen für die Fertigung. In der Fertigung kommen neben der spanenden Bearbeitung (CNC-Fräsen und CNC-Drehen in mehreren Achsen) auch moderne Verfahren wie Laser-Schneidtechnik zum Einsatz. Erst durch den Einsatz von CNC-basierten Verfahren für den gesamten Fertigungsprozeß ist die geforderte Genauigkeit und Reproduzierbarkeit für einzelne Komponenten, wie z. B. Gradientensysteme, zu gewährleisten. Im dritten Schritt wird der Prototyp aufgebaut und auf den gewünschten Frequenzbereich abgestimmt. Die abschließende Validierung erfolgt in einem der am IBMT verfügbaren NMR-Systeme bzw. im System des Kunden entsprechend den erarbeiteten Spezifikationen. Im folgenden werden einige Beispiele für durchgeführte Entwicklungen vorgestellt.

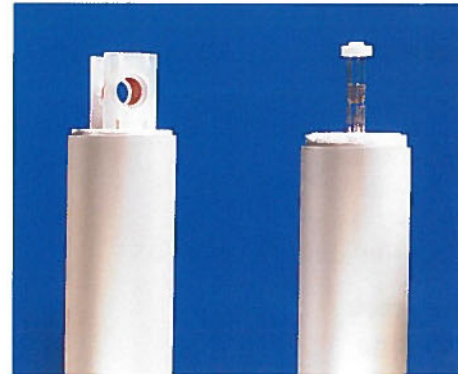


Abb. 1

Abbildung 1 zeigt zwei Anordnungen für Messungen in einem NMR-Mikroskopiesystem. Die 10 mm Solonoid-Spule auf der linken Seite wurde für "High-Power" Anwendungen entwickelt, um Werkstoffeigenschaften wie Alterung, Wasseraufnahme und Vernetzungsdichte zu bestimmen. Die rechte 3 mm Hochfrequenzspule dient der Untersuchung von Tumorsphäroiden. Diese kugelförmige Anordnung von Tumorzellen zeigt in den NMR-Bildern eine innere nekrotische und eine äußere proliferierende Zone, deren Größe auf die Wirksamkeit von Arzneimitteln zurückschließen läßt.

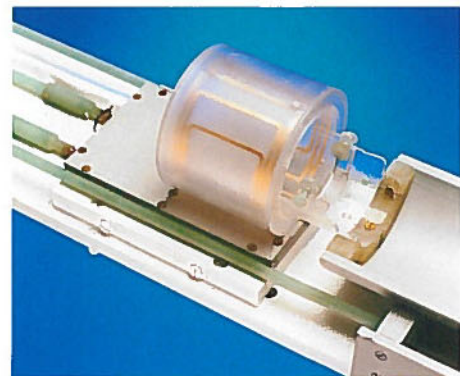
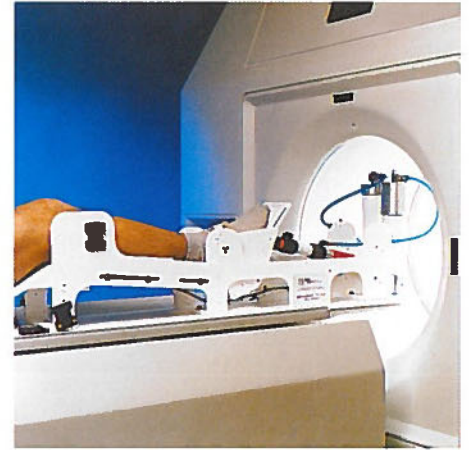


Abb. 2

Die Spule in Abbildung 2 ist für die Untersuchung von Hirninfarkten an



der Ratte entwickelt worden. Die Anordnung erlaubt eine exakte Positionierung der Liege sowie die Durchführung der Anästhesie. Das Design der Spule besticht durch eine gute Homogenität der Hochfrequenzanregung in dem untersuchten Bereich. Das Ergometer (Abbildung 3) erlaubt es, den Unterschenkelmuskel unter einer definierten Belastung in einem Ganzkörper-Tomographen zu untersuchen. Gerade für die Validierung von Medikamenten für arterielle Verschlusskrankheiten lassen sich mit Hilfe der  $^{31}\text{P}$  Spektroskopie objektive Aussagen über die Wirksamkeit an einem kleinen Patientenkollektiv ermitteln.



#### Auftraggeber

Krankenhäuser, klinische Forschung, Industrie und Hersteller von NMR-Systemen

#### Stichworte/Deskriptoren

Magnetische Resonanz; Probenkopf; Gradientensystem

#### Projektdurchführung

Peter Dejon  
Tel.: +49 (0) 6894/980-254

Dr. Martin Staemmler  
Tel.: +49 (0) 6894/980-251

# PermaSkin - Eine neue Methode zur Untersuchung der Permeation pharmazeutischer und kosmetischer Wirkstoffe durch die menschliche Haut

## Situation

Die dermale Applikation von Wirkstoffen, auch in Kombination mit geeigneten Carrier-Systemen, und deren Formulierung ist nicht nur ein aktuelles Forschungsthema sondern auch bedeutender Wachstumszweig in der pharmazeutischen und kosmetischen Industrie. Eine der wichtigsten Fragestellungen bei der Entwicklung neuer Formulierungen ist, wie die in der Formulierung enthaltenen Wirkstoffe in bzw. durch die Haut gelangen. Hierbei interessiert nicht nur die Frage, ob der Wirkstoff nur in die Haut eindringt oder diese durchdringt, sondern auch, mit welcher Geschwindigkeit dieser Prozeß abläuft und ob die Verkapselung eines Wirkstoffes beim Durchgang durch die Hautschicht beschädigt bzw. zerstört wird. Aus Mangel an geeigneten anderen Methoden werden zur Klärung dieser Fragen überwiegend Tierversuche benutzt.

## Aufgabe

In Deutschland sind Tierversuche nur dann erlaubt, wenn sie zum Erreichen einer bestimmten Erkenntnis unerlässlich sind; zur Entwicklung dekorativer Kosmetika sind sie grundsätzlich verboten. Ab 1997 fordert der Gesetzgeber jedoch auch für Kosmetika Wirksamkeitsnachweise. Gefragt sind daher geeignete in vitro Methoden. PermaSkin ist eine neue in vitro Methode zur Untersuchung der Permeation pharmazeutischer und kosmetischer Wirkstoffe durch die Haut, die auf einer speziellen Technik der Infrarotspektroskopie basiert.

## Chance

Mit PermaSkin können detaillierte Informationen über alle wichtigen Permeationsparameter aller Komponenten einer Formulierung gleichzeitig in einer Messung bestimmt werden. PermaSkin erfordert keine Markierung der zu untersuchenden Wirkstoffe und ist ein entscheidender Beitrag zur Reduzierung von Tierversuchen.

## Lösung

PermaSkin beruht auf der Technik der "abgeschwächten Totalreflexion" (ATR), einer speziellen Methode der FTIR (Fourier-Transformation-Infrarot)-Spektroskopie. Eine Hautschicht menschlichen bzw. tierischen Ursprungs oder eine kultivierte Keratinozytenschicht wird mit der dermalen Seite auf einen geeigneten ATR-Kristall aufgebracht und mit Nährlösung getränkt. Die Zellen der Hautschicht bleiben so bei frisch präpariertem Material etwa 48 Stunden am Leben, so daß ein lebensnahes Modellsystem geschaffen wird. Die zu untersuchende Substanz wird auf die Haut gegeben. Die speziellen Eigenschaften der ATR-Technik gewährleisten, daß nur dann ein IR-Signal der permeierenden Moleküle erhalten wird, wenn sie etwa 90% der Hautschicht durchdrungen haben. Die erhaltenen zeitaufgelösten spektroskopischen Daten erlauben die Bestimmung der Permeationskinetik aller Komponenten der Formulierung.



## Potential

- Applikation der Formulierungen auf der Hautschicht unter kontrollierten Bedingungen (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Konzentration pro Fläche).
- Im Vergleich zu Tierversuchen sehr preiswerte und schnelle Meßmethode.
- Eindeutige und reproduzierbare Aussagen über die Permeationskinetik, die absolute Menge (quantitative Analyse) permeierter Wirkstoffe und die Integrität der Wirkstoffverkapselung nach Durchdringen der Haut.
- Eindeutige Aussage, ob ein Wirkstoff nur in die Haut eindringt oder diese durchdringt.
- Simultane Messung der Permeation der Komponenten einer Formulierung, z. B. Bestimmung der Liposomen-Permeation und des darin verkapselten Wirkstoffes in einer Messung.
- Keine Markierungen der Wirkstoffe (radioaktiv, fluoreszenz o.ä.) notwendig.
- Reduktion von Tierversuchen.

## Projektdurchführung

Dr. Herbert Reinl  
Tel.: +49 (0) 6894/980-256.

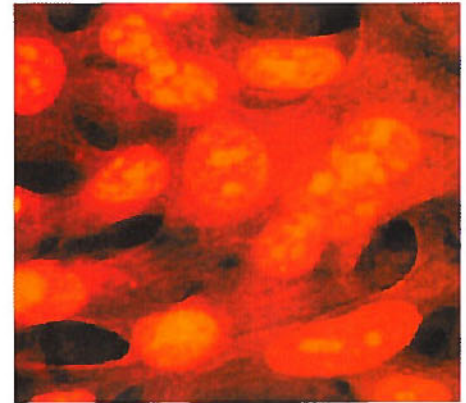


Abb. 1: Mikroskopische Aufnahme einer Keratinozytenkultur.

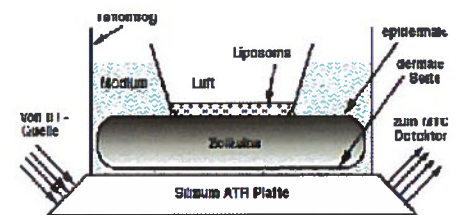


Abb.2: Schematische Darstellung des Meßaufbaues.

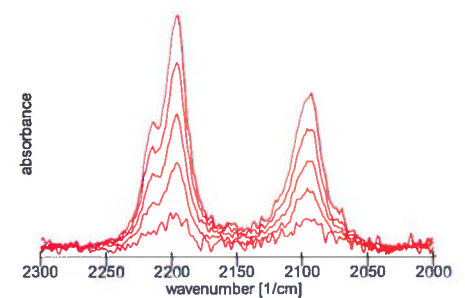


Abb.3: Beispiel eines sich zeitlich entwickelnden Absorptionssignals während eines Permeationsexperimentes.

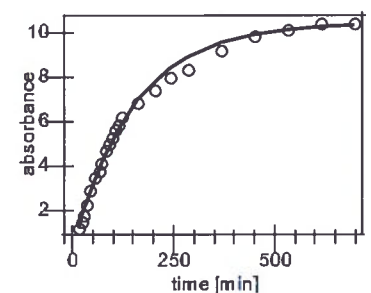


Abb.4: Darstellung des Zeitverlaufes des obigen Absorptionssignales.

# NMR-Methoden zur Charakterisierung von Polymeren

## Ausgangssituation

Die Eigenschaften von polymeren Werkstoffen werden durch eine ganze Reihe von Kenngrößen bestimmt. So nimmt zum Beispiel die molekulare Beweglichkeit von Polymer-Ketten einen wesentlichen Einfluß auf die mechanischen Eigenschaften des entsprechenden Materials. Die klassischen Methoden zur Polymer-Charakterisierung sind oft experimentell aufwendig, nicht automatisierbar und unzuverlässig. Somit werden sowohl für die Entwicklung als auch für die Qualitätskontrolle von Polymer-Produkten moderne Meßmethoden benötigt.

Die NMR-Spektroskopie (englisch: **N**uclear **M**agnetic **R**esonance) stellt eine ganze Reihe unterschiedlicher Einzelexperimente zur Verfügung, welche für eine Vielzahl molekularer Kenngrößen herangezogen werden können. In der industriellen Praxis sollte ein NMR-Experiment möglichst selektiv eine technisch relevante Kenngröße detektieren. In vielen Fällen ist die Erweiterung von NMR-Experimenten im NMR-Imaging zur Darstellung der räumlichen Auflösung dieser Parameter möglich.

## Aufgabe

An den NMR-Geräten des IBMT wurden eine Reihe von verschiedenen experimentellen NMR-Methoden zur Charakterisierung von Polymeren implementiert. Je nach den speziellen Kundenbedürfnissen müssen diese Meßmethoden auf das zu untersuchende Material angepaßt werden. Für einige Problemstellungen werden sogar neue NMR-Experimente gezielt entwickelt.

Insgesamt kann die NMR als leistungsfähige Methode zur Charakterisierung aller relevanten Polymer-Eigenschaften eingesetzt werden:

- chemische Struktur von Polymeren (in Lösung oder im Festkörper),
- molekulare Dynamik in Polymeren,
- Orientierungseffekte in Polymeren,
- Netzstellendichte von Elastomeren,
- Morphologie von Copolymeren und Polymer-Blends,
- Bestimmung des Anteils teilkristalliner Bereiche in Polymeren,
- Diffusionsverhalten von Lösungsmitteln in Polymeren.

## Umsetzung

Exemplarisch soll der Einsatz von NMR-Methoden zur Charakterisierung von Polymeren anhand eines Beispiels aufgezeigt werden. Die Langzeitstabilität von Gummimaterialien wird durch verschiedene chemische und physikalische Alterungsprozesse beeinträchtigt. Somit ist es wichtig, gute Meßmethoden zur Charakterisierung der verschiedenen Teilprozesse während der Alterung zu besitzen. Nur mit einer leistungsfähigen Analytik ist die Entwicklung von langzeitstabilen Elastomeren möglich. Als Modellsystem wurde am IBMT die Alterung von cis-Polyisopren, welches den chemischen Hauptbestandteil von Naturkautschuk bildet, untersucht. Hierfür wurde eine definierte Probenmenge für einen definierten Zeitraum auf 90 °C erhitzt. Es ist bekannt, daß bei der Alterung von Polymeren mindestens zwei konkurrierende chemische Reaktionen stattfinden: i) der Bruch von Polymer-Ketten und ii) die Vernetzung von Polymer-Ketten. Es handelt sich um zwei Reaktionen mit unterschiedlichen Abbauprodukten. Der Kettenbruch

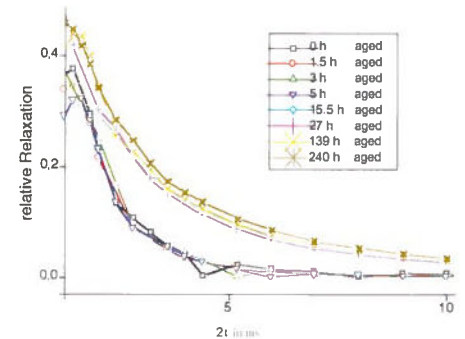


Abb. 1:  $T_2$ -Relaxationskurven für cis-Polyisopren, welches für unterschiedliche Zeiten bei 90 °C an der Luft gealtert wurde. Nach ca. 15 Stunden beobachtet man eine deutliche Zunahme der Relaxationszeitkonstanten. Makroskopisch beobachtet man nach dieser Zeitspanne eine Reduktion der Viskosität. Der beobachtete Effekt ist auf die Bildung niederwertiger Kettensegmente zurückzuführen.

führt zu niedermolekularen Kettensegmenten. Diese Kettensegmente haben in der Regel eine höhere Beweglichkeit als die ursprünglichen Polymer-Ketten. Diese Erhöhung in der Beweglichkeit läßt sich mit dem sogenannten  $T_2$ -Experiment detektieren. Bei diesem Experiment wird ein spezieller Magnetisierungszustand erzeugt und der Zerfall dieses Zustandes als Funktion der Zeit verfolgt (vgl. Abb. 1). Bei Vernetzungsreaktionen werden umgekehrt Ketten durch chemische Netzknoten miteinander verbunden, so daß sie ihre Beweglichkeit verlieren. Als Endprodukt einer Abfolge von Vernetzungsreaktionen erhält man Hartsegmente. Die Bildung von Hartsegmenten kann mit der sogenannten CP-MAS-Methode (englisch: Cross Polarization - Magic Angle Spinning) verfolgt werden (vgl. Abb. 2). Eine Variante des CP-MAS-Experimentes ist das sogenannte WISE-Experiment (englisch: Wideline Separation) (vgl. Abb. 3) Bei diesem zweidimensionalen NMR-Experiment

können strukturelle Informationen des gealterten Materials mit dynamischen Informationen korreliert werden. Man erhält somit sehr detaillierte Informationen über einen Alterungsprozeß. Unsere Ergebnisse an einem Modellsystem zeigen in hervorragender Weise, inwieweit zwei grundverschiedene Aspekte eines Alterungsprozesses mit Methoden der NMR selektiv detektiert werden können. Die Daten des Polyisoprens können als Vergleichsdaten für die Alterung von Elastomeren herangezogen werden, welche zum Beispiel mit Antioxidantien als Stabilisatoren versetzt wurden.

## Potential

Das IBMT bietet NMR-Experimente als Dienstleistung für Kunden aus Forschungsinstituten und der Industrie an. In verstärktem Maße werden nicht nur polymere Werkstoffe untersucht sondern auch Materialien aus verschiedenen Grenzbereichen. So gelang am IBMT die Charakterisierung von Biopolymeren, wie zum Beispiel menschlichen Haaren. Ebenfalls konnten kosmetische Cremes detailliert mit Methoden der Diffusions-NMR charakterisiert werden.

## Projektdurchführung

Dipl.-Chem. Jörg Breidt  
Tel.: +49 (0) 6894/980-270

Dr. Johannes Leisen  
Tel.: +49 (0) 6894/980-256

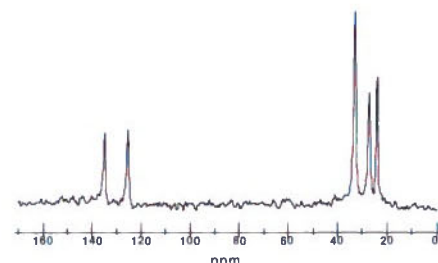
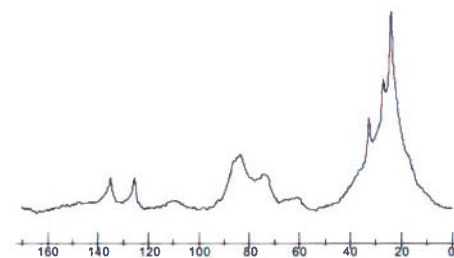


Abb.2:  $^{13}\text{C}$ -CP-MAS-Spektren einer cis-1,4-Polyisoprenprobe:  
(a) ungealtert, die einzelnen Peaks können den chemisch unterscheidbaren  $^{13}\text{C}$ -Atomen in der Probe zugeordnet werden.



(b) nach Alterung bei 90 °C. Die Alterung führt zur Bildung von Hartsegmenten, welche aufgrund einer hohen konformativen Unordnung und einer hohen Unbeweglichkeit im Spektrum zu breiten Linien führen. Die Peaks beweglicher Kettensegmente aus (a) bleiben weiterhin im Spektrum sichtbar.

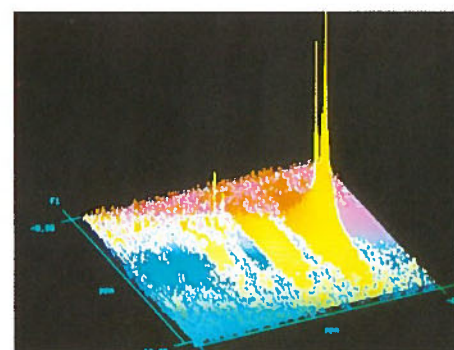


Abb.3: 2D-WISE-Spektrum einer gealterten cis-1,4-Polyisopren-Probe. Die Projektion auf die F2-Achse ergibt ein Spektrum, welches im Informationsgehalt dem von Abb. 2b entspricht. Die Analyse der Linienformen in der F1-Richtung liefert zusätzliche Informationen bezüglich der Beweglichkeit einzelner funktioneller Gruppen oder chemischer Komponenten.

# Sensor-Fertigungstechnik

Arbeitsgruppe Sensor-Fertigungstechnik  
Dr. Rainer Michael Schmitt, Dr. Jörg-Uwe Meyer

## Medizintechnisches Produkt zur Reinigung der menschlichen Haut mittels Ultraschall

### Ausgangssituation

In den Jahren 1995 und 1996 wurde im IBMT ein medizinisches Gerät zur Wundreinigung und Aktivierung des Heilungsprozesses entwickelt. Vorgegeben war hier eine ältere Entwicklung, die diese Aufgabe mittels elektrostriktiv erzeugter Ultraschall-Wellen in einem Wasserbehälter löste. Das Gerät war für die Fußbehandlung konzipiert. Dieses Gerät war jedoch teuer in der Herstellung und die eingesetzten Wandler wiesen starke Produktstreuungen auf. Die Neuentwicklung des IBMT löste die Anforderungen an geringe Herstellungskosten, leichte Wartung, modularen Aufbau und Flexibilisierung des Einsatzbereiches durch eine Neukonzeptionierung des Systems auf der Basis eines piezoelektrischen Ultraschall-Wandlers in Verbindung mit einer mikrocontroller-gesteuerten Steuerelektronik.

### Aufgabe

Die Ziele der folgenden Projektphase lauteten:

- Überführung des Prototyps in die Fertigungstechnik, d.h., Optimierung der Entwicklung hinsichtlich produktionsstechnischer Anforderungen.
- Vorbereitung und Unterstützung der auf Wunsch des Kunden in eigener Regie durchgeführten CE-Zertifizierung.
- Entwicklung und Realisierung der Vorrichtungen und Methoden, die zur Realisierung der Fertigung notwendig sind.
- Einführung der Fertigung mit Hilfe einer externen Firma mit einer Nullserie von 25 Geräten.

Die dazu notwendigen Arbeitsschritte wurden in enger Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber durchgeführt.

die entsprechenden Zulieferer ausgewählt und qualifiziert. Parallel zu den elektronischen Entwicklungsarbeiten bezüglich der EMV-Vorschriften wurden die Qualitätssicherungsmaßnahmen definiert. Hier spielte vor allem die kostengünstige Überwachung der akustischen Ausgangskenngrößen, wie von der MedGV vorgeschrieben, eine wesentliche Rolle. Alles in allem wurden die technischen Elemente gesucht, definiert und realisiert, die für die nun folgende Produktion erforderlich sind.

### Projektdurchführung

Dipl.-Ing. T. Hahn  
Tel.: +49 (0) 6894/980-213

### Ergebnis

Das Gerät befindet sich zum Zeitpunkt der redaktionellen Arbeit in der CE-Zertifizierung. Die Realisierung der Nullserie hat begonnen.

### Projektbeschreibung

Der Projektablauf war durch viele, unterschiedliche Arbeitsschritte charakterisiert. So wurden neben den mechanischen Entwicklungsarbeiten zur kostengünstigen Gestaltung des Edelstahlgehäuses auch gleichzeitig





## Ultraschall-Volumenstrommessung in Lüftungskanälen bei gestörter und ungestörter Strömung

### Ausgangssituation

Zur Messung des Volumenstromes in lufttechnischen Anlagen wünscht sich der Anwender ein Verfahren, welches die Meßgröße rückwirkungsfrei, kostengünstig und genau erfaßt. Darüber hinaus sollte das Meßverfahren unabhängig vom Einbauort sein, keine Vor- und Auslaufstrecken benötigen und auch bei einem unsymmetrischen Strömungsprofil genaue Messungen ermöglichen. Zur Zeit steht noch kein Verfahren zur Verfügung, welches alle diese Eigenschaften in sich vereint.

### Aufgabe

Ziel ist die Entwicklung eines kostengünstigen Ultraschall-Volumenstrom-Sensors, welcher durch Verwendung von Mehrfachmeßstrecken eine Profilrekonstruktion ermöglicht und somit eine vom Strömungsprofil unabhängige Volumenstrombestimmung ermöglicht. Darüber hinaus sind spezielle Clamp-On-Sensoren zu entwickeln, die von außen an dünnwandigen Lüftungskanälen montierbar sind, um den Volumenstrom rückwirkungsfrei erfassen zu können.

### Ergebnis

Es konnte nachgewiesen werden, daß die Ultraschall-Clamp-On-Technik auch bei der Gasdurchflußmessung an dünnwandigen Lüftungskanälen prinzipiell realisierbar ist. Darüber hinaus wurde ein skalierbarer Ultraschall-Durchflußmesser entwickelt, der nach dem Laufzeitkorrelationsverfahren arbeitet. Je nach Genauigkeitsanforderung kann

auch bei gestörten Strömungsprofilen durch Kombination von bis zu acht Meßstrecken eine sehr hohe Genauigkeit ( $< 2\%$  vom Meßwert) erreicht werden.

### Projektbeschreibung

Das 1995 begonnene Projekt hat eine Laufzeit von drei Jahren. In der ersten Phase des Projektes wurde mit Hilfe von FEM-Simulationen die Möglichkeit der Clamp-On-Durchflußmessung bei Gasen an dünnwandigen Lüftungskanälen untersucht. Aus den Ergebnissen bezüglich der Schallausbreitung und Schall-Dämpfung resultieren die Anforderungen an die Clamp-On-Sensoren und die Elektronik mit der notwendigen Signalverarbeitung. In der zweiten Phase wurde durch Kopplung von FEM-Simulationen mit Strömungsprofilberechnungen die Möglichkeit geschaffen, das Gesamtsystem bestehend aus Ultraschall-Sensoren, Lüftungskanal und strömendem Medium zu simulieren und eine Optimierung der gesamten Meßstrecke bezüglich Sensor-Anordnung und Sensor-Parameter zu ermöglichen. Die Simulationsergebnisse bildeten die Grundlage bei der Entwicklung eines experimentellen Ultraschall-Durchflußmessers, der nach dem Laufzeitkorrelationsverfahren arbeitet. Das realisierte System bietet die Möglichkeit, bis zu acht Meßstrecken gleichzeitig zu betreiben. Für die Echtzeitsignalverarbeitung sorgt ein digitaler Signalprozessor. Durch Anwendung signalverarbeitender Methoden, wie Sendesignalkodierung und Anwendung von "matched" Filtern ist es möglich, trotz der großen akustischen Dämpfung in Luft mit hohen Ultraschall-Frequenzen

zu arbeiten. Erst dadurch sind hochgenaue Volumenstrommessungen möglich.

### Zahlen/Technische Daten

Anzahl der Meßstrecken: maximal 8  
Meßrate: 500 Messungen/s  
Echtzeitsignalverarbeitung mittels DSP  
Nennweiten: DN300 bis DN 2000

### Definitionen

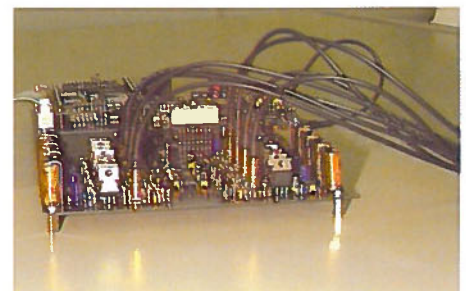
Clamp-On-Technik: Ultraschall-Sensoren sind an der Außenseite von Rohren/Kanälen ohne Kontakt mit dem Medium angebracht.  
FEM: Finite Elemente-Methode  
DSP: Digitaler Signal-Prozessor

### Stichworte

Ultraschall-Durchflußmessung;  
Clamp-On-Technik; Echtzeit-Signalverarbeitung;  
Strömungsprofilunabhängigkeit

### Projektdurchführung

Dipl.-Ing. J. Rupp, Dipl.-Ing. P. Weber,  
Dipl.-Ing. O. Walter  
Tel.: +49(0)6894/980-221



# Kommunikationssystem für niedergelassene Ärzte (COBRA-3 Teilprojekt)

## Ausgangssituation

In der täglichen Routine medizinischer Praxen wie auch anderer Einrichtungen fallen eine Vielzahl von Kommunikationsvorgängen an. Bereits heute existiert eine Anzahl von unterschiedlichsten Lösungen für Kommunikationssysteme zwischen niedergelassenen Ärzten, Fachärzten, Krankenhäusern und Kassenärztlichen Vereinigungen. Magnetische Karten und optische Karten oder Kombinationen von beiden erlauben, umfangreiche Informationen aus der Patientenakte (Stammdaten, Befunde, Bilder, etc.) zu kommunizieren, indem der Patient diese durch die Karte von Praxis zu Praxis transferiert. Unterschiedliche Ebenen von Zugriffsrechten sollen den Zugriff dabei fachgruppenspezifisch kontrollieren und einschränken. Viele Hersteller von Praxiscomputersystemen bieten als Erweiterung zu ihrem Praxiscomputersystem Kommunikationsmodule mit den unterschiedlichsten Funktionen an. Sei es, daß der Arzt on-line über eine Standleitung von zu Hause auf den Datenbestand in seiner Praxis zum Datenabgleich bei Hausbesuchen zugreifen kann oder daß die Abrechnung bei den Kassenärztlichen Vereinigungen (KVen) am Quartalsende per Datenfernübertragung (DFÜ) mit diesen Modulen abgewickelt wird.

## Aufgabe

Aufgabe des hier beschriebenen Projektes war es, ein Kommunikationssystem zum elektronischen Informationsaustausch von niedergelassenen

Ärzten untereinander, aber auch mit Fachärzten, Labors, Kliniken und Spezialeinrichtungen zu realisieren. Dabei lag der Schwerpunkt der Zielstellung darauf, bestimmte Abläufe der täglichen Praxisroutine durch ein geeignetes Modell nachzubilden und aufbauend darauf, die mit solchen Vorgängen verbundenen Informationsprozesse halbautomatisch zu unterstützen. Die Kommunikationsabläufe sollten dabei nicht isoliert neben den Praxisprogrammen stehen sondern aus der normalen Arbeitsumgebung des Arztes bedient und gesteuert werden. Die Erweiterung der klassischen Informationen (z.B. im Falle einer Überweisung) um ergänzende Dokumente wie Teile der Patientenakte, Bilder (Röntgen-, Computer-Tomograph- (CT), Magnet-Resonanz- (MR), Ultraschall-Bilder), Labordaten usw., also die Integration heute üblicher medizinischer Modalitäten in die bisher rein textorientierten Dokumente, stellte einen weiteren Schwerpunkt des Projektes dar.

## Ergebnis

Es wurde ein Kommunikationssystem prototypisch realisiert, das es gestattet, patientenbezogene Daten im Zusammenhang mit Standardvorgängen (z.B. Überweisung) weitgehend automatisiert zwischen Arztpraxen auszutauschen. Das System beruht auf einem hard- und software-mäßig eigenständigen Kommunikationsserver und einem Paket von Softwarekomponenten für das Praxiscomputersystem. Die einzusetzenden Tools wurden unter Kostenaspekten aus dem kostengünstigen PC-Markt sowie aus

dem Public-Domain-Software-Bereich ausgewählt. Der Kommunikationsserver selbst basiert auf einem PC in Minimalkonfiguration und läuft kontinuierlich.

Das gesamte Kommunikationssystem ist modular aus verfügbaren Software-Produkten und aus dazwischengeschalteten Interaktionsmodulen aufgebaut. Das nachstehende Bild zeigt die Struktur des Systems und seiner Module.

## Projektbeschreibung

Das beschriebene Projekt ist als Szenario "Medizintechnik" Bestandteil des FhG-Verbundprojektes COBRA-3 und wurde unter Koordinierung des IBMT gemeinsam mit dem IAO Stuttgart, dem IGD Darmstadt, dem IITB Karlsruhe, dem IPK Berlin und dem ISST Berlin bearbeitet. Integriert und erprobt wurde das System in Zusammenarbeit mit der Firma MCS - Modulare Computer-Systeme in Eltville/Rhein, einem der führenden Anbieter von Praxis-EDV in Deutschland. Um das eigentliche Praxissystem weiter in der gewohnten Betriebsart (Einschaltzeit = Arbeitszeit der Praxis) betreiben zu können, aber auch aus Anforderungsgründen an die Kommunikationsmodule (Transparenz, Zugriffssicherheit, Multitasking-Fähigkeit etc.) wird ein separater Kommunikationsserver installiert, der zum einen unabhängig von den anderen Arbeitsplätzen wegen der Verfügbarkeit der Daten und der Mailbox ständig laufen muß, und zum anderen als leistungsfähiges Archiv für die neuen und oft sehr speicherplatzaufwendigen zusätzlichen Datenmodalitäten dient. Die

Schnittstelle zum eigentlichen Praxis-system ist eine typische Client-Server-Schnittstelle, wobei der Datenbank-Client den Zugriff auf das Archiv ermöglicht und in die Arbeitsplatz-Software geeignet integriert wird. Der Kommunikationsserver bildet das Interface zwischen Praxissystem und dem ISDN-Netz und damit die Schnittstelle zu den anderen Kommunikationsservern in den anderen Praxen. Der realisierte Kommunikationsserver zur Kopplung zwischen einem Praxiscomputersystem und dem Netz (EURO-ISDN) erlaubt:

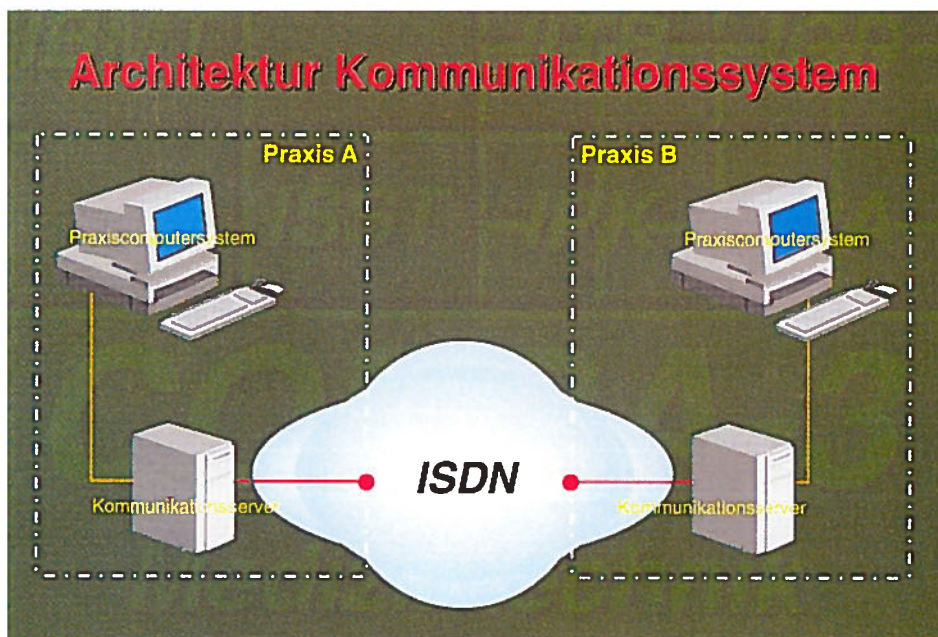
- Gezielte Datenbereitstellung in Absprache zwischen Patient und Arzt für den jeweiligen Vorgang (Überweisung, Urlaubsvertretung usw.).
- Anbindung an beliebige Praxiscomputersysteme über eine genormte Schnittstelle (BDT, "Remote Procedure Calls").
- "Firewall" Funktion zum Schutz des Praxiscomputersystems vor Zugriff über das Kommunikationsmedium.

Mit Hilfe des Kommunikationssystems besteht nun die Möglichkeit, den Austausch von Informationen zwischen den beteiligten Ärzten einerseits zu automatisieren und somit effektiver zu gestalten andererseits aber auch mit neuen Informationen anzureichern. Da über das Kommunikationssystem ein vollständiges Protokoll zwischen Praxiscomputersystem und dem Kommunikationsserver abgewickelt werden muß, wurde auch auf der Seite des Praxissystems eine Modifikation in der Software notwendig. Neben der Bereitstellung geeigneter Bedienfunktionen innerhalb des bekannten Look-and-Feel des Systems mußte ein spezi-

eller Dämon bereitgestellt werden, der vom Praxiscomputersystem über eine DDE-Schnittstelle (Dynamic Data Exchange) angesprochen wird. Der Datenaustausch selbst erfolgt dateibasiert. Mit dem DDE-Kommando werden nur Informationen zur Synchronisation zwischen Praxiscomputersystem und COBRA-Daemon ausgetauscht. Durch die Beschränkung auf eine sehr einfache Struktur der DDE-Kommandos ist eine weitestgehende Portabilität auch der Module auf andere Praxissysteme gegeben. Zur Interaktion zwischen dem Praxiscomputersystem und dem Kommunikationsserver mußten sowohl von Seiten COBRA als auch von Seiten der Praxiscomputerfirma Koppelmodule bereitgestellt werden.

## Projektdurchführung

Dr. Volker Paul  
Tel.: +49 (0) 6894 /980 - 300  
Dr. Martin Staemmler  
Tel.: +49 (0) 6894 /980 - 251  
Dipl.-Ing. Romy Andres  
Tel.: +49 (0) 6894 / 980 - 302





# Neonatales Doppler-Monitor-System

## Situation

Bei sehr unreifen Frühgeborenen unter 30 Schwangerschaftswochen kann es innerhalb der ersten Lebensstage zu Hirnblutungen kommen, die zu lebenslangen Behinderungen führen können. Davon sind auch Frühgeborene bedroht, die keine auffällige Beeinträchtigung durch die Geburt zeigen. Mögliche Ursachen sind unter anderem pathologische Blutdruckschwankungen oder auch Überbeatmung mit begleitender Minderbeatmung des Gehirns. Von vielen Arbeitsgruppen wird vermutet, daß zwischen gestörter Hirndurchblutung und Hirnblutungen ein Zusammenhang besteht. Die genauen Zusammenhänge lassen sich bisher nur schwer klären, da zur Messung der Hirndurchblutung kein klinisch einsetzbares Monitor-Verfahren existiert.

## Aufgabe

Ein geeignetes Monitor-System darf das Frühgeborene nicht belasten und muß doch gleichzeitig in der Lage sein, ein Dauer-Monitoring über einen Zeitraum von 72 Stunden nach der Geburt zu ermöglichen. Derzeit erhältliche kommerzielle Doppler-Sonographiergeräte arbeiten teilweise schon mit miniaturisierten Sensoren, jedoch erlauben diese lediglich eine manuelle Positionierung des Doppler-Sample-Volumen in einer Ebene. Die Aufgabenstellung verlangt dagegen eine automatische Nachjustierung des Doppler-Sample-Volumen in drei Dimensionen. Dies kann von den derzeit käuflichen Geräten nicht geleistet werden. Aufgabe ist es daher, ein eigenständig arbeitendes Doppler-Monitoring-Gerät zu entwickeln, das das Sample-Volumen automatisch nachsteuert und gleichzeitig die gemessene Fließgeschwindigkeit dokumentiert.

## Chance

Am IBMT ist durch Einsatz von Fördermitteln des BMBF und in Zusammenarbeit mit der Universitäts-Kinderklinik in Münster ein eigenständig arbeitendes Doppler-Monitoring-System zur Überwachung von Frühgeborenen entwickelt worden. Dieses System kann in der Zukunft dazu beitragen, jährlich etwa 1.500 Frühgeborene vor Folgeschäden durch Hirnblutungen zu bewahren, Kind und Eltern ein lebenslanges Leid zu ersparen und unsere Solidargemeinschaft in Milliardenhöhe zu entlasten.

## Projektbeschreibung

In der Abteilung Ultraschall wurde aufbauend auf den bereits vorhandenen Komponenten eines Ultraschall-Phased-Array-Systems ein Doppler-Monitoring-System entwickelt. Eine besondere Herausforderung lag darin, einen besonders leichten, unauffälligen und trotzdem leistungsfähigen Ultraschall-Wandler zu entwickeln, der einmal über der Fontanelle des Frühgeborenen fixiert wird und dann eigenständig sein Ziel, eine Hirnschlagader in etwa 4 bis 6 cm Tiefe, verfolgt.

In aufwendigen Simulationen wurde ausgehend von logischen Ansätzen eine unter den gegebenen Randbedingungen optimale Struktur des Ultraschall-Wandlers berechnet. Ziel war es, u.a. die aus der Theorie vorhergesagte Einzelelementanzahl von etwa 10.000 auf ein bezahlbares Maß zu reduzieren, ohne die Steuerbarkeit und das Auflösungsvermögen des resultierenden Ultraschall-Strahles maßgeblich zu verschlechtern. Nach diesen Vorgaben wurde eine Struktur des Wandlers aus 128 Einzelelementen zusammengesetzt und in Betrieb genommen. Der in diesem Projekt entwickelte komplexe zweidimensionale Ultraschall-Wandler zeigte bei der abschließenden, qualitätssichernden Vermessung des Schallfeldes in beeindruckender Weise die durch die Simulation vorhergesagten Eigenschaften.

Parallel zur Entwicklung des Ultraschall-Wandlers wurde die Aufgabe der automatischen Nachführung behandelt. Ein digitaler Signalprozessor bewertet die Empfangssignale, erkennt das Auswandern des Sample-Volumen und leitet gegebenenfalls die Suche ein. Der intelligente Verfolgungsalgorithmus plziert daraufhin das Doppler-Sample-Volumen wieder optimal auf der Hirnschlagader und die Überwachung und Aufzeichnung der Daten kann fortgesetzt werden. Verliert das System vollends das Gefäß, wird Alarm gegeben.



## Ergebnis

Das entwickelte Doppler-Monitor-System erlaubt zum ersten Mal die vollautomatische Langzeitüberwachung einer Hirnschlagader bei Frühgeborenen. In Versuchen wurde das Doppler-Sample-Volumen gezielt ausgelenkt, um die Reaktion zu testen. Bei leichten Dejustierungen bis 2 Grad wurde das Gefäß zu 100 % wiedergefunden. Bei stärkerer Auslenkung bis etwa 4 Grad liegt die Quote bei 99 % und ist auch bei größeren Winkeln noch in einem akzeptablen Bereich von mehr als 90 %.

## Forschungspotential

Nachdem der Prototyp des neonatalen Doppler-Monitor-Systems in der Universitätskinderklinik in Münster erfolgreich getestet wurde, sollte das System im nächsten Schritt in einer multizentrischen Studie auf breiter Basis erprobt werden. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse werden zur Verbesserung des Systems beitragen und wertvolle Erkenntnisse zur Vorhersagbarkeit der Hirnblutungen liefern. Dazu kann die Überwachung auch auf mehrere Hirnschlagadern erweitert werden.

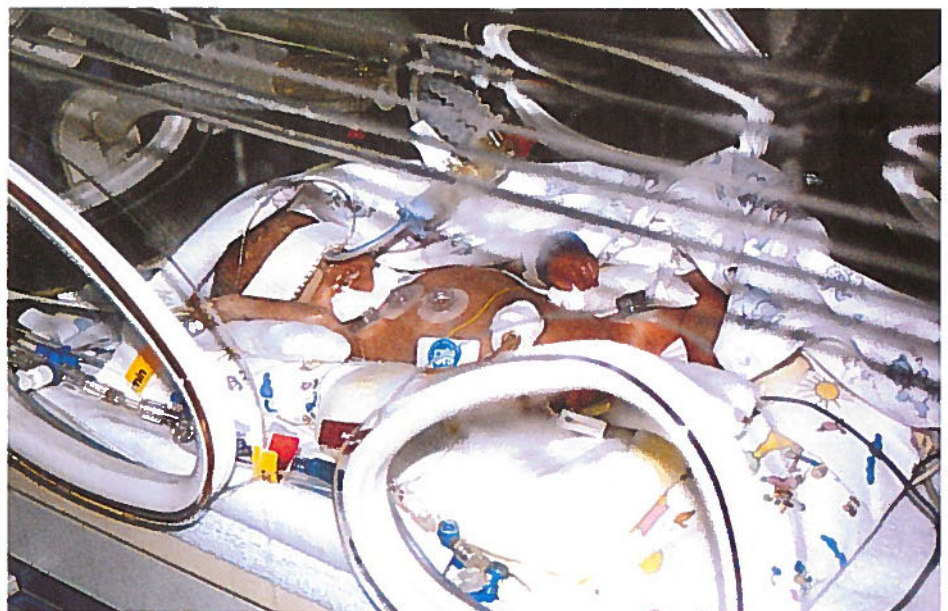
Neben den Frühgeborenen können auch Koronarpatienten von den vielfältigen Möglichkeiten des Systems profitieren. Die Bestimmung des Herzzeitvolumens ist derzeit immer noch mit einem chirurgischen Eingriff verbunden und birgt damit ein lebensbedrohendes Risiko. Durch eine Modifikation könnte der Volumenstrom mit dem digitalen Phased-Array-System auch durch eine atraumatische Messung bestimmt werden. Weitere Anwendungsgebiete sind zum Beispiel die automatische Justierung des Sample-Volumen bei der transkraniellen Doppler-Sonographie oder die bildgebende on-line Kontrolle mit einem optimierten Ultraschall-Wandler bei der Platzierung von Biopsie-Nadeln im Gehirn.

## Zahlen/Technische Daten der Applikation

- maximale Dopplertiefe etwa 80 mm
- Durchmesser des Sample-Volumen etwa 2 bis 4 mm
- Beobachtungsbereich mit 30 Grad Öffnungswinkel
- Wandler mit etwa 10 g Gewicht, Durchmesser 14 mm
- Bedienung mit graphischer Benutzeroberfläche
- Datensicherung und Steuerung mit externem PC

## Projektdurchführung

Dipl.-Ing. Dieter Heidmann  
Tel.: +49 (0) 6894/980-221



## Internationale Gäste: Wissenschaftler, Stipendiaten, Gastdozenten

### Gastwissenschaftler 1996

Dr. J. Parramon	Universität Barcelona, Spanien
Prof. Dr. N.-T. Yu	Hong Kong University of Science & Technology, China
U. Heuert	Martin Luther-Universität Halle-Wittenberg
Dr. M. Knörigen	Martin Luther-Universität Halle-Wittenberg
Min-Suk Lee	Korean Institute for Science & Technology, Seoul, Korea
Jae-Chul Pyun	Korean Institute for Science & Technology, Seoul, Korea
Prof. Dr. T. Watanabe	Tokyo University of Marine Sciences, Tokyo, Japan
Dr. S. R. Taneja	Central Scientific Instruments Organization (CSIO), Chandigarh, Indien
Dr. J. Tavakkoli	Universität Lyon und INSERM, Lyon, Frankreich

## Wissenschaftliche Veröffentlichungen

### Diplom-Arbeiten und Promotionen

Name	Fakultät/Fachbereich	Art der Qualifikation
Zech, F.	Maschinenbau	Diplom
Hielscher, H.	Maschinenbau	Diplom
Kunz, R.	Chemie	Diplom
Heyer, M.	Chemie	Diplom
Kripfgans, O.	Physik	Diplom
Andres, T.	Physik	Diplom
Haeusler, A., Dr.-Ing.	Elektrotechnik	Promotion
Ornatskij, D.	Elektrotechnik	Studienarbeit
Eberle, W.	Elektrotechnik	Diplom
Trampert, M.	Werkstoffwissenschaften	Diplom

In Summe wurden im Jahre 1996 am IBMT 1 Promotion, 8 Diplom-Arbeiten und 1 Studienarbeit durchgeführt.

# Messe- und Veranstaltungsspiegel

## Abteilung

### Sensorsysteme/Mikrosysteme:

Hannover-Messe-Industrie  
Hannover, 22.-27. April 1996  
Gemeinschaftsstand der Fraunhofer-  
Gesellschaft

Analytica  
München, 23.-26. April 1996

Medica  
Düsseldorf, 20.-23. November 1996  
Gemeinschaftsstand des Saarlandes,  
ZPT

## Abteilung Ultraschall

Hannover-Messe-Industrie  
Hannover, 22.-27. April 1996  
Gemeinschaftsstand der  
Fraunhofer-Gesellschaft

IFAT-Internationale Fachmesse  
für Entsorgung  
München, 07.-11. Mai 1996

FAMETA-Internationale Fachmesse  
für Metallbearbeitung  
Nürnberg, 25.-29. Juni 1996

AMB-Internationale Ausstellung für  
Metallbearbeitung  
Stuttgart, 10.-14. September 1996

MOTEC-Internationale Fachmesse für  
Montage- und Handhabungstechnik  
Sinsheim, 17.-20. September 1996

Innovationsmesse Leipzig  
Leipzig, 25.-28. September 1996

# Publikationen und Vorträge 1996

## Abteilung

### Sensorsysteme/Mikrosysteme

GERSONDE, K.:

„Der Werkstoff im Bauch“.

Vortrag anlässlich der Werkstoffwoche 96. Öffentliches Forum „Werkstoff zum Anfassen - das etwas andere Forum“.

in Stuttgart (Baden-Württemberg), 28.5.-31.5.1996

GERSONDE, K.:

„Biomedizinische Technologien als Motor des medizinischen Fortschritts und ihre Impulse für industrielle Innovationen“.

Vortrag anlässlich der 9. Arbeitstagung

„Angewandte Oberflächentechnik“

in Aachen (Nordrhein-Westfalen), 24.6.-27.6.1996

GERSONDE, K.:

„Ergebnisse und Perspektiven anwendungsorientierter Forschung und technologischer Entwicklung“.

Vortrag anlässlich des Medizin-Technik-Netzwerkes Nordrhein-Westfalen

„Kosten senken, Qualitäten optimieren im Krankenhaus“

in Bochum (Nordrhein-Westfalen), 11.12.1996

QU, W., MEYER,

J.-U. und HAEUSLER, A.:

„Dickschicht-Feuchtesensor auf der Basis halbleitenden  $MnWO_4$ -Metall-oxids.

Teil 1: Aufbau und Charakterisierung des Feuchtesensors“.

Technisches Messen 2, 63-71 (1996)

QU, W., MEYER, J.-U.

und HAEUSLER, A.:

„Dickschicht-Feuchtesensor auf der Basis halbleitenden  $MnWO_4$ -Metall-oxids. Teil 2: Einfluß der Präparationsparameter auf Sensor-Eigenschaften“.

Technisches Messen 3, 105-110

(1996)

KUNZ, R.H., RUF, H.H.

and MEYER, J.-U.:

„Odor Recognition by a Primary Odor Calibrated QCM Sensor Array“.

Vortrag anlässlich der Analytica

Conference 96

in München (Bayern), 23.4.-26.4.1996

Abstracts p. 399 (1996)

MEYER, J.-U.:

„Medical Design and Development Opportunities in Germany and Europe“.

Vortrag anlässlich der East Medical

Design & Manufacturing 1996

Conference „MD&M“

in New York (USA), 4.6.-6.6.1996

Abstracts p. 204/25-204/30 (1996)

MROSK, J., MEYER, J.-U., WEBER, P. und SCHMITT, R.M.:

„Anforderungen und Erfahrungen bei der fertigungs- und montagegerechten Modellierung und Simulation von Mikrosystemen“.

Vortrag anlässlich des 3. Workshops

„Methoden und Werkzeuge zum

Entwurf von Mikrosystemen“

in Frankfurt a.M. (Hessen),

27.6.-28.6.1996

Abstracts pp. 118-123 (1996)

HÜBNER, U., STAEMMLER, M.,

SCHUIER, F.J. and NEWELL, J.:

„Focussing on the Medical Department: SAMMIE“.

Vortrag anlässlich der Conference of

Medical Informatics Europe '96

in Kopenhagen (Dänemark),

18.8.-22.8.1996

Abstracts pp. 321-325 (1996)

PETTER, E. and MEYER, J.-U.:

„A New Model for the Spring Constant of the Cornea in Vibration Tonometry“.

Vortrag anlässlich der 10th Conference

of the European Society of Bio-

mechanics

in Leuven (Belgien),

28.8.-1.9.1996

Abstracts p. 365 (1996)

STIEGLITZ, T., BEUTEL, H.

and MEYER, J.-U.:

„A Flexible, Light-Weighted, Multichannel Sieve Electrode with Integrated Cables for Interfacing Regenerating Peripheral Nerves“.

Vortrag anlässlich der 10th European

Conference on Solid-State Transducers

in Leuven (Belgien), 8.9.-11.9.1996

Abstracts pp. 1109-1112 (1996)

DELLWO, U., KELLER, P.

and MEYER, J.-U.:

„Fabrication and Analysis of a Thick Film Humidity Sensor Based on  $MnWO_4$ “.

Vortrag anlässlich der 10th European

Conference on Solid-State Transducers

in Leuven (Belgien), 8.9.-11.9.1996

Abstracts pp. 1485-1488 (1996)

RUF, H.H., PYUN, J.C.  
und MEYER, J.-U.:  
„Anwendung eines massensensitiven  
Biegeplattenwellen-Transducers als  
Bakterien-Sensor“.

Vortrag anlässlich des 8. Heiligen-  
städter Kolloquiums „Technische  
Systeme für Biotechnologie und  
Umwelt“  
in Heiligenstadt (Thüringen),  
7.10.-9.10.1996

Abstracts pp. 215-218 (1996)

DARIO, P., GARZELLA, P., TORO, M.,  
ALAVI, M., MEYER, J.-U.,  
VALDERRAMA, E., SEBASTIANI, L.  
and MAZZONI, C.:  
„A Microfabricated Interface for  
Neural Recording and Stimulation“.

Vortrag anlässlich des 7th Micro-  
mechanics Europe Workshops  
„MME '96“  
in Barcelona (Spanien),  
21.10.-22.10.1996

Abstracts pp. 243-246 (1996)

MEYER, J.-U.:  
„Biomedical Applications of Micro-  
systems“.

Vortrag anlässlich des 7th  
Micromechanics Europe Workshops  
„MME '96“  
in Barcelona (Spanien),  
21.10.-22.10.1996

Abstracts pp. 303-305 (1996)

MEYER, J.-U.:  
„Neurotechnology“.

Vortrag anlässlich der 18th Annual  
International Conference of the IEEE  
Engineering in Medicine and Biology  
Society  
in Amsterdam (Niederlande),  
31.10.-3.11.1996

Abstracts p. 20 (1996)

PETTER, E., BIEHL, M.  
and MEYER, J.-U.:  
„Vibrotactile Palpation Instrument for  
Use in Minimal Invasive Surgery“.

Vortrag anlässlich der 18th Annual  
International Conference of the IEEE  
Engineering in Medicine and Biology  
Society  
in Amsterdam (Niederlande), 31.10.-  
3.11.1996

Abstracts p. 45 (1996)

STIEGLITZ, T., BLAU, C.  
and MEYER, J.-U.:  
„Flexible, Light-Weighted Electrodes  
to Contact the Peripheral Nervous  
System“.

Vortrag anlässlich der 18th Annual  
International Conference of the IEEE  
Engineering in Medicine and Biology  
Society  
in Amsterdam (Niederlande), 31.10.-  
3.11.1996

Abstracts p. 53 (1996)

STIEGLITZ, T., NAVARRO, X., BLAU, C.  
and MEYER, J.-U.:  
„Interfacing Regenerating Peripheral  
Nerves with a Micromachined  
Polyimide Sieve Electrode“.

Vortrag anlässlich der 18th Annual  
International Conference of the IEEE  
Engineering in Medicine and Biology  
Society  
in Amsterdam (Niederlande),  
31.10.-3.11.1996

Abstracts p. 53-54 (1996)

PETTER, E., MEYER, J.-U., HILLE, K.  
und RUPRECHT, K.W.:  
„Nicht-invasiver, kontinuierlicher,  
berührungsloser, vibrotaktile  
Augendrucksensor“.

Vortrag anlässlich des Erfurter  
Workshop „Kontinuierliche,  
berührungslose Augeninnen-  
druckmessung“  
in Erfurt (Thüringen), 15.11.1996

QU, W., und MEYER, J.-U.:  
„Dickschicht-Gassensoren in integrier-  
ter Anordnung“.

Technisches Messen 11, 425-429  
(1996)

STIEGLITZ, T. and MEYER, J.-U.:  
„Characterization of Flexible  
Electrodes with Integrated Cables for  
Recording and Stimulation Peripheral  
Nerves“.

Artif. Organs 20, 1257 (1996)



Abteilung  
Ultraschall

WICHARD, R.:  
„Polymercharakterisierung“.

Vortrag anlässlich des FhG-internen Informationsaustausches auf dem Gebiet der Polymere und Faserverbundwerkstoffe in Pfnztal (Baden-Württemberg), 8.2.-9.2.1996

SCHMITT, R.M. und BRESSER, B.:  
„Lokalisierung von Phasengrenzen zur Charakterisierung von Mehrphasensystemen in der Lebensmittelindustrie mit Hilfe der Ultraschalltechnik“.

Vortrag anlässlich der internen Arbeitssitzung der GVC-Fachausschüsse „Grenzflächen“ und „Lebensmittelverfahrenstechnik“ in Würzburg (Bayern), 4.3.-6.3.1996

Abstract 24 (1996)

Arbeitsgruppe  
Magnetische Resonanz

WATANABE, T., OHTSUKA, A.,  
BARTH, P. and GERSONDE, K.:  
„NMR Studies on Water and Polymer Diffusion in Dextran Gels. Influence of Potassium Ions on Microstructure Formation and Gelation Mechanism“.

J. Magn. Reson. Med. 35, 697-705 (1996)

ZHANG, W., LA MAR, G.N.  
and GERSONDE, K.:  
„Solution <sup>1</sup>H NMR Structure of the Heme Cavity in the Low-Affinity State for the Allosteric Monomeric Cyanomet Hemoglobins from Chironomus thummi thummi: Comparison to the Crystal Structure“.

Eur. J. Biochem. 237, 841-853 (1996)

WATANABE, T., LEISEN, J.  
and GERSONDE, K.:  
„Enhancement of the Gelation Process in Dextran Solutions by Selective K<sup>+</sup> Binding. <sup>39</sup>K NMR and Water Diffusibility NMR Studies“.

Vortrag anlässlich der International Conference on Magnetic Resonance in Biological Systems in Keystone (Colorado), 18.8.-23.8.1996

Abstracts MP42, p. 86 (1996)

KUHN, W., SZAYNA, M., LEISEN, J.  
and BARTH, P.:  
„In vivo and in vitro Investigations of Beauty Care Products by NMR Microscopy“.

Vortrag anlässlich des International Symposium on Instrumentalized Analytical Chemistry and Computer Technology „InCom '96“ in Düsseldorf (Nordrhein-Westfalen), 25.3.-29.3.1996

KUHN, W., BARTH, P. and LEISEN, J.:  
„Network Characterization of Crosslinked Polymers by NMR Microscopy“.

Vortrag anlässlich des International Symposium on Instrumentalized Analytical Chemistry and Computer Technology „InCom '96“ in Düsseldorf (Nordrhein-Westfalen), 25.3.-29.3.1996

BARTH, P., HAFNER, S.  
and DENNER, P.:  
„Material Property NMR Imaging of Cross-Linked Polymers Based on Longitudinal Relaxation in the Rotating Frame“.

Macromolec. 29, 1655-1659 (1996)

KUHN, W., BARTH, P., DENNER, P.  
and MÜLLER, R.:  
„Characterization of Elastomeric Materials by NMR-Microscopy“.

Solid State Nucl. Magn. Reson. 6, 295-308 (1996)

## Patente

Grohs, B.; Zimmermann, K.

„Klassifizierungssystem zur Ermittlung der Handelsklasse und Beschaffenheit von Schweinefleisch“

Offenlegungsschrift DE 39 15 513c2; AT 12.05.1989;

OT 15.11.1990

Dittrich, H.; Irion, K.; Schwarz, H.-P.

„Flexibles Endoskop“

P 38 17 915.6; AT 26.05.1988

Schwarz, H.-P.

„Das unterteilte Ringarray zur 3-dimensionalen Ultraschallstrahlschwenkung für zfp und Medizin“

Offenlegungsschrift DE 36 35 364c2; AR 17.10.1986;

OT 28.04.1988

Giesler, T.; Meyer, J.-U.

„Elektrostatische Erzeugung und kapazitive Detektion von „Flexural-plate-waves“ „

P 43 12 887.7; AT 20.04.1993

Dejon, P.; Mehr, K.

„Vorrichtung zur Positionierung von HF-Sonden in der Kernspinresonanz“

P 44 04 647.2-33; AT 14.02.1994

Meyer, J.-U.; Stieglitz, T.

„Flexible künstliche Nervenplatte“

P 44 24 687.8-35; AT 13.07.1994

Meyer, J.-U.

„Filament-Elektroden-Array (FEA)“

P 44 24 753.2-35; AT 13.07.1994

Meyer, J.-U.; Petter, E.

„Neues Verfahren zur Messung der mechanischen Eigenschaften von biologischem Gewebe“

P 44 33 104.3-35; AT 16.09.1994

Haeusler, A.; Meyer, J.-U.

„CO<sub>2</sub>-Metalloxid-Leitfähigkeitssensor in Dickschichttechnik“  
P 44 37 692.8; AT 21.10.1994

Meyer, J.-U.

„Neuronen-Mikrosonde (NMS)“

P 44 37 693.6; AT 21.10.1994

Meyer, J.-U.; Stieglitz, T.

„Flexible interdigitale Cuff-Elektrode (FLIC)“

P 44 33 111.8-35; AT 16.09.1994

Betz, V.

„Tumor-Früherkennung durch Gewebe-Eigenfluoreszenz unter Einwirkung von Sauerstoff“

P 44 33 123.1-35; AT 16.09.1994

Meyer, J.-U.; Qu, W.

„Elektrodenanordnung zur Signalerfassung gassensitiver Dickschichten“

P 44 33 102.9; AT 16.09.1994

Kazi, A.; Feindt, P.; Gams, E.; Straub, U.

„Vorrichtung zur Unterstützung der Herzfunktion“  
93/30435

Schmitt, R.; Molitor, M.

„Treffer-Monitor mit Ultraschall bei extrakorporaler Lithotripsie“

94/30947

Obergrießer, F.

„Verfahren zur Innenraumüberwachung in einem Kraftfahrzeug“

P 44 25 177.7-51

Rupp, J.; Heidmann, D.; Schmitt, R.; Bresser, B.

„Vorrichtung und Verfahren zur zeit- und orts aufgelösten Ortung eines miniaturisierten Ultraschall-Senders“

P 196 09 564.6; AT 12.03.1996

Biehl, M.

„Elektronisches Bauelement zur statischen und dynamischen Druckerfassung“

P 195 33 756.5; AT 12.09.1995

Paul, V.; Kazi, A.; Feindt, P.

„Vorrichtung zur Unterstützung der Herzfunktion mit elastischen Füllkammern“

P 195 38 796.1; AT 18.10.1995

Biehl, M.; Kiefer, S.

„Sensor zur nichtinvasiven und kontinuierlichen Erfassung der arteriellen Pulswellenlaufzeit“

P 195 42 019.5; AT 10.11.1995

Paul, V.;

„Vorrichtung zur Aufweitung eines wenigstens teilweise elastische Bereiche aufweisenden Hohlkörpers“

P 195 35 993.3; AT 27.09.1995

Meyer, J.-U.; Schuck, H.; Paul, V.; Volz, J.; Klicker, M.

„Vorrichtung zum Anheben der Bauchdecke für die Durchführung endoskopischer Untersuchungen sowie chirurgischer Operationen“

P 195 47 772.3; AT 20.12.1995

## Impressum

Fraunhofer-Institut

für Biomedizinische Technik (IBMT)

Ensheimer Straße 48

D-66386 St. Ingbert

Tel.: +49 (0) 6894/980-0

FAX: +49 (0) 6894/980-400

email:Info@ibmt.fhg.de

Internet: <http://www.fhg.de/german/profile/ibmt.html>  
(deutsch)

<http://www.fhg.de/depts/ibmt-e.html>  
(englisch)

Leitung:

Prof. Dr. Klaus Gersonde

email:GersondeK@ibmt.fhg.de

Redaktion:

Dipl.-Phys. Annette Eva Maurer

Tel.: +49 (0) 6894/980-102

FAX: +49 (0) 6894/980-400

email:MaurerA@ibmt.fhg.de

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Marketing:

Dipl.-Phys. Annette Eva Maurer

Tel.: +49 (0) 6894/980-102

FAX: +49 (0) 6894/980-400

email:MaurerA@ibmt.fhg.de

Bestellung von Publikationen

Tel.: +49 (0) 6894/980-102

Satz und Layout:

O/D Print & Medien

Sauermilchstraße 14

D-66564 Ottweiler