



Fraunhofer Institut
Biomedizinische
Technik

Leistungen und Ergebnisse Jahresbericht 1997



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

Leistungen und Ergebnisse
Jahresbericht 1997

Inhalt

Vorwort	6, 7
Zum Institut	
Das Institut im Profil	
Ziele	8
Kurzporträt mit Organigramm	8
Arbeitsschwerpunkte	10
Kompetenzen und Anwendungen	10
Organisation und Ansprechpartner	12
Ergebnisse und Produkte	13, 14
Kuratorium	15
Zukunftsfelder	15
Das Forschungs- und Dienstleistungsangebot	16
Institutsspezifische Angebote zur Vertragsforschung	16
Verträge und Patentvereinbarungen	17
Projektmanagement	17
Kunden	18
Ausstattung	18
Kontakt und weitere Informationen	18
Innovationskatalog	19, 20
Das Institut in Zahlen	21
Mitarbeiterentwicklung	21
Betriebshaushalt	21
Vertragsforschung mit der Wirtschaft	21
Die Fraunhofer-Gesellschaft auf einen Blick	22
Gesamtkompetenz im Überblick	22
Die Forschungsorganisation	22
Die Forschungsfelder	22
Die Zielgruppen	22
Das Leistungsangebot	22
Die Vorteile der Vertragsforschung	22
Landkarte mit Forschungseinrichtungen	23

Forschungsergebnisse und Anwendungen	24
Sensorsysteme/Mikrosysteme	24
Abteilung Sensorsysteme/Mikrosysteme	24
Projektbericht 1: Nanokristalline Sensoren – Innovation auf dem Gebiet der Gassensorik	24, 25
Projektbericht 2: Integrierte Haussysteme/ressourcenschonendes Wohnen (IHS-ReWo)	26, 27
Projektbericht 3: Mikro-Flex-Verbindungstechnik	28
Magnetische Resonanz	29
Arbeitsgruppe Magnetische Resonanz	29
Projektbericht: ¹ H-Diffusionsbildgebung an Tumorsphäroiden	29
Sensor-Fertigungstechnik	30
Arbeitsgruppe Sensor-Fertigungstechnik	30
Projektbericht: Piezoelektrische Verbundmaterialien für die Ultraschall-Durchflußmessung	30, 31
Ultraschall	32
Abteilung Ultraschall	32
Projektbericht 1: Ultraschallsystem zur Erkennung von Personen und Kindersitzen in Kraftfahrzeugen	32
Projektbericht 2: Echtzeit-Strömungsprofilrekonstruktion mittels Ultraschall-Tracking-Verfahren	33
Projektbericht 3: CAD + CAS = CAE. Computer Aided Design + Computer Aided Simulation = Computer Aided Engineering	34, 35
Projektbericht 4: Ein neues Ultraschall-System zur Geschlechts- und Krankheitsdiagnostik bei Papageien	36, 37, 38
Projektbericht 5: Ultraschall zur Dosimetrie der Laser-Therapie	39

Fraunhofer Technology Center Hialeah (FTeCH)	
Projektbericht 1: Acoustic Aerosol Preconditioning	40
Projektbericht 2: Ultrasonic Washing of Textiles	41
Faktenteil	42
Namen, Daten, Ereignisse	42
Internationale Gäste: Wissenschaftler, Stipendiaten, Gastdozenten	42
Wissenschaftliche Veröffentlichungen	42
Diplomarbeiten und Promotionen	42
Publikationen/Vorträge	43, 44
Messe- und Veranstaltungsspiegel	45
Patente	46, 47
Impressum	47
Bestellservice	47
Notizen	48





Das Jahr 1997 (das 1. Jahr im 2. Dezzennium des IBMT) war für das Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik (IBMT) in mehrfacher Hinsicht eine Herausforderung. Es war das erste Jahr eines an verteilten Standorten agierenden IBMT. So galt es, das Zusammenspiel des Mutter-Institutes in St. Ingbert mit seiner auf Entwicklung von Sensor-Fertigungstechniken ausgerichteten Außenstelle in Sulzbach/Saar und mit seiner USA-Außenstelle, dem Fraunhofer Technology Center Hialeah in Florida, im IBMT-Netzwerk zu erproben und auszugestalten. Die Herausforderung bestand vor allem darin, die Mitarbeiter an den verschiedenen Standorten so in ihrem Denken zu verbinden und ihrer Arbeitsweise aufeinander abzustimmen, daß ein IBMT-Netzwerk mit verteilten Expertisen und verbessertem Angebot für unsere Kunden entsteht. Die hohe Motivation der Mitarbeiter und der Einsatz moderner Kommunikationstechnik haben uns zum Nutzen unserer Kunden schnell in diesem Anliegen vorangebracht. Den Mitarbeitern an allen drei Standorten ist für den unermüdlichen Einsatz und das

erfolgreiche Bemühen zu danken, sich so schnell in völlig neue Anforderungen hineingelebt zu haben. Sehr positive Auswirkungen im Hinblick auf beschleunigte Entwicklungsprozesse im IBMT gehen auf die Erfahrungen bei der Entwicklung und beim Aufbau der Sensor-Fertigungstechnik zurück. Die Rückkopplung aus dem Bereich Sensor-Fertigung in den Bereich Entwicklung hat eine neue Erfahrungsdimension erschlossen. Die Ergänzung der Sensor-Fertigungsentwicklung durch zwei Ausgründungen des IBMT, die zur Unterstützung und auf Wunsch unserer Kunden Service-Fertigung übernehmen, hat zu einem Auftragsanstieg und zur Beschleunigung des Durchlaufens der Innovationskette bei der Realisierung marktfähiger Produkte geführt. Diese ehrgeizigen Vorhaben konnten nur mit dem Vertrauen und mit der Erfahrung unserer Kunden, die insbesondere auf die schnelle Realisierung der Fertigung der im IBMT entwickelten High-Tech-Komponenten angewiesen waren, bewältigt werden. Gemeinsam mit unseren Kunden wurden auf die Kundenanforderungen zugeschnittene Fertigungsschritte optimiert und kostengünstig gestaltet. Dabei hat sich gezeigt, daß das Konzept der Service-Fertigung durch zwei ausgegründete Unternehmungen aufgrund der engen Zusammenarbeit mit dem IBMT bei räumlicher Anbindung zu erheblichen Entwicklungsimpulsen im IBMT geführt hat. Die Anforderungen, die sich aus der Globalisierung der industriellen Aktivitäten ergeben, wurden durch die Außenstelle des IBMT in den USA unterstützt. Im ersten Jahr seiner Existenz hat FTech gezeigt, daß US-Unternehmen stärker auf die Kompetenz des IBMT über dessen US-Außenstelle zurückgreifen als umgekehrt deutsche Unternehmen mit Hilfe der IBMT-Außenstelle in den USA-Markt hineingehen. Hier ist noch weitere

Überzeugungsarbeit und entsprechendes Marketing zu leisten. Die internationalen Aktivitäten des IBMT werden nun durch den am 01.10.1997 gestarteten, EU-geförderten Aufbau des European Center of Competence for Biomedical Microdevices nochmals verstärkt.

Das Jahr 1997 hat ferner gezeigt, daß die Industrie wieder vermehrt profilierte Mitarbeiter aus dem Fraunhofer-Institut anwirbt, was den personellen Erneuerungsprozeß im IBMT wiederum beschleunigt. Wenn in diesem ständigen Erneuerungsprozeß auch immer wieder ganz erhebliche Anforderungen an die Mitarbeiter gestellt werden, so wird doch ein anderes Ziel des IBMT sehr ernst genommen, nämlich der „Transfer“ über Köpfe (so haben im Jahre 1997 eine Reihe von leitenden Mitarbeitern ihre beruflichen Aufgaben im IBMT-Außenraum aufgenommen).



Die neuen Anforderungen an Produkte, die mit wissensintensiven Dienstleistungen verknüpft sind, forderten die FuE-Leistungen des IBMT in besonderer Weise heraus. Das IBMT wurde dieser für ein Forschungs- und Entwicklungsinstitut zunächst ungewohnten Aufgabe gerecht durch Aufgreifen von Themen (Leitprojekten), die besonders im Dienstleistungssektor verankert sind und hier durch innovative Produkte unterstützt werden müssen. Als Beispiel sei die Medizin-Tele-

matik genannt; zugleich wurden im Rahmen der Arbeiten für die inline/online Prozeßüberwachung Wünsche ähnlicher Art an die Entwickler des IBMT herangetragen: Fernüberwachung von Systemen und Bereitstellung von Sofort- bzw. Fernreparaturdienstleistungen zur Minimierung von Produktionsausfällen. Diesem Anforderungsprofil durch beschleunigte Technologie-Diffusion schnell folgen zu können, ist eine Stärke des IBMT.

Die weitere Zunahme der Industrie-Aktivitäten des IBMT (1997 wurden 47,4 % der Betriebsaufwendungen aus Industriaufträgen erlöst) hat aber auch zur Folge, daß die Projektlaufzeiten immer kürzer und effektiver gestaltet werden müssen. Da gleichzeitig die öffentliche Förderung von visionären Projekten mit Anwendungsorientierung zurückgegangen ist, diese aber die Voraussetzung für ein zukünftiges Industrieangebot sind, müssen hier neue Wege beschritten werden, um auf lange Sicht die Innovationsfähigkeit des IBMT zu erhalten. Dieser Bedrohung begegnet das IBMT zunächst dadurch, daß seine leitenden Mitarbeiter noch stärker in universitäre Aufgaben und Funktionen eingebunden werden. Diese verstärkte Verzahnung ist für beide Einrichtungen nicht nur von Nutzen sondern im Rahmen der Internationalisierung von Bildung/Ausbildung ein Muß. Deshalb danken wir unseren Freunden an der Universität des Saarlandes (UdS) und an der Florida International University (FIU) für die freundliche Akzeptanz, die Institutsleiter und Abteilungsleiter in den jeweiligen universitären Strukturen und Funktionen gefunden haben.

Die Ausbildung bekommt einen immer stärkeren Stellenwert bei der Bewertung des Faktors Arbeit. Dies betrifft

nicht nur die universitäre Ausbildung, d.h. die akademische Ausbildung, sondern vor allem auch den gesamten Bereich außerhalb universitärer Einrichtungen. Sowohl im FTeCH als auch im IBMT gehört das für die Unternehmen maßgeschneiderte Angebot von Training & Kursen zur dritten Säule des „Dreiklang-Angebotes“ des IBMT. In den Vereinigten Staaten hat sich aus dieser engen Kooperation auf dem Gebiete der Ausbildung auch Beratungsfunktion für die Firmen im Einsatz von Maschinen und Menschen in erheblichem Umfang herausgebildet. Ein Beispiel für eine enge Kooperation zur Umsetzung von forschungsbasiertem Wissen in die Praxis sind auch die gemeinsam mit Firmen der Pharmazie und Gerätetechnik veranstalteten Kurse auf dem Gebiet der Biokompatibilität.



Im IBMT hat sich daher als optimales Transfer-Instrument ein kombiniertes Angebot, das wir als „Dreiklang“ bezeichnen, herausgebildet: Forschung & Entwicklung, Training & Kurse sowie Sensor-Fertigungstechnik-entwicklung & Service-Fertigung. Um einem sich schnell ändernden Markt gerecht zu werden, sind sehr komplexe Fragestellungen im Vorfeld und beim Kunden zu erarbeiten. Ein Vertragsforschungsinstitut, wie das IBMT, hat sich stets dieser hohen Komplexität der Aufgaben zu stellen und ist

daher ständig bemüht, seine Kompetenz zur Umsetzung zu verbessern.

In diesem Sinne war das Jahr 1997 ein hoch interessantes, aber auch ein anstrengendes Jahr, das von den Mitarbeitern des IBMT viel Flexibilität einforderte. Unsere Kunden aus der Wirtschaft sowie aus dem öffentlichen Raum haben uns durch ihre Aufgabenstellungen motiviert und auf den richtigen Weg gebracht. So konnte es wiederum ein Jahr des weiteren Wachstums des IBMT werden. Unsere Freunde aus den in Kooperation verbundenen Universitäten haben uns mit Grundlagenforschung und vor allem mit ihrem Verständnis für die andersartigen Aufgaben des Fraunhofer-Instituts vorangebracht. Hierfür ist allen Beteiligten zu danken. Das Jahr 1998 wird nun zeigen müssen, ob die strukturellen und personellen Ausrichtungen des Institutes den Anforderungen des Marktes gerecht werden.

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.

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-Invasiv-

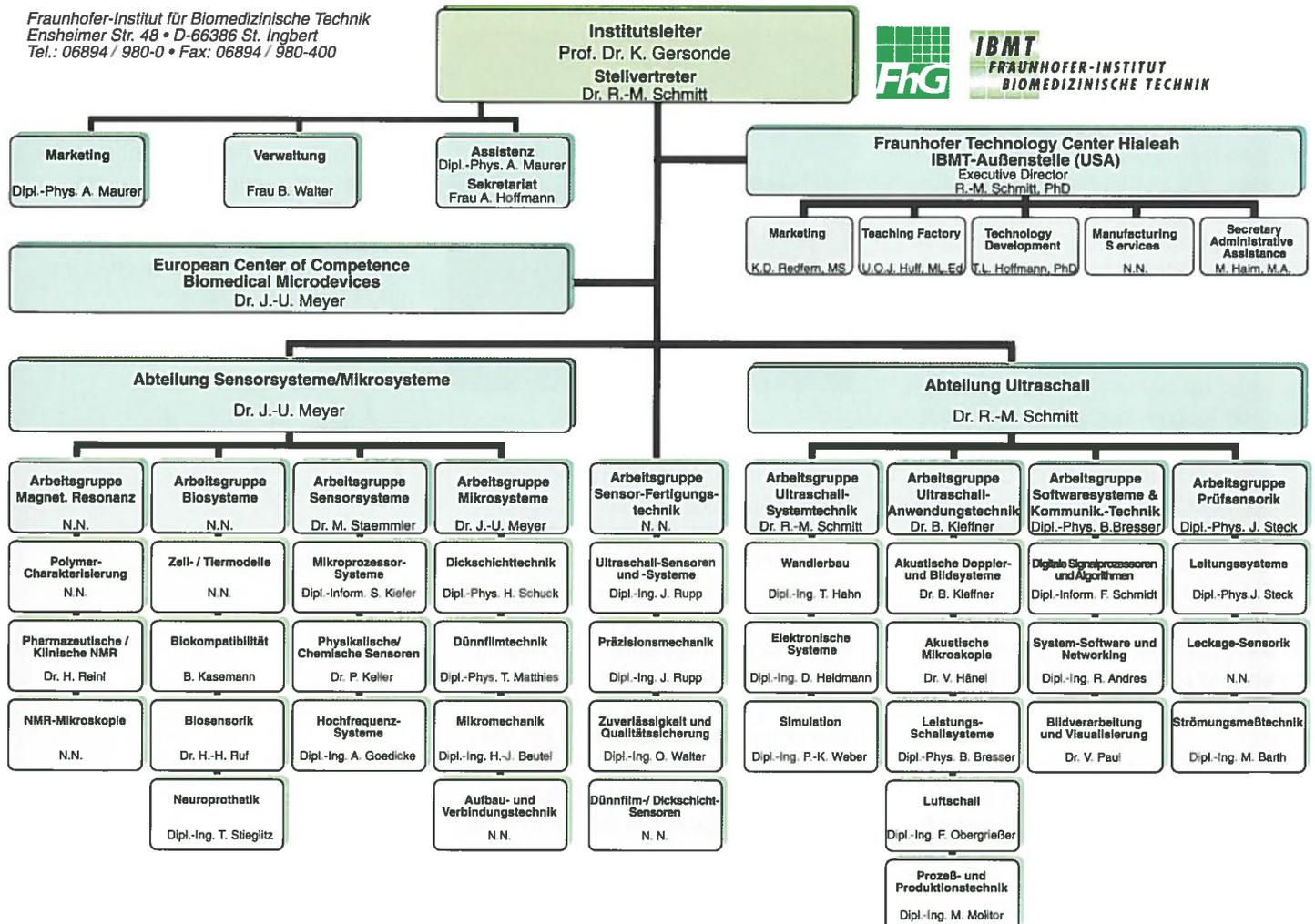
ität, Miniaturisierung, Ankopplung technischer Mikrosysteme an biologische Mikrosysteme, Biokompatibilität, Ultraschall-Technik, Sensor-Fertigungstechnik, magnetische Resonanz, kontinuierliches Messen, telemetrische Daten- und Energieübertragung und multilokale Sensorik verbunden durch Kommunikationstechnik. Schwerpunkte sind Anwendungen in der medizinischen Diagnostik, Therapie und Therapiekontrolle sowie diesen Themen analoge Fragestellungen aus dem industriellen Bereich. Der Technologietransfer 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 unserer Kunden 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

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



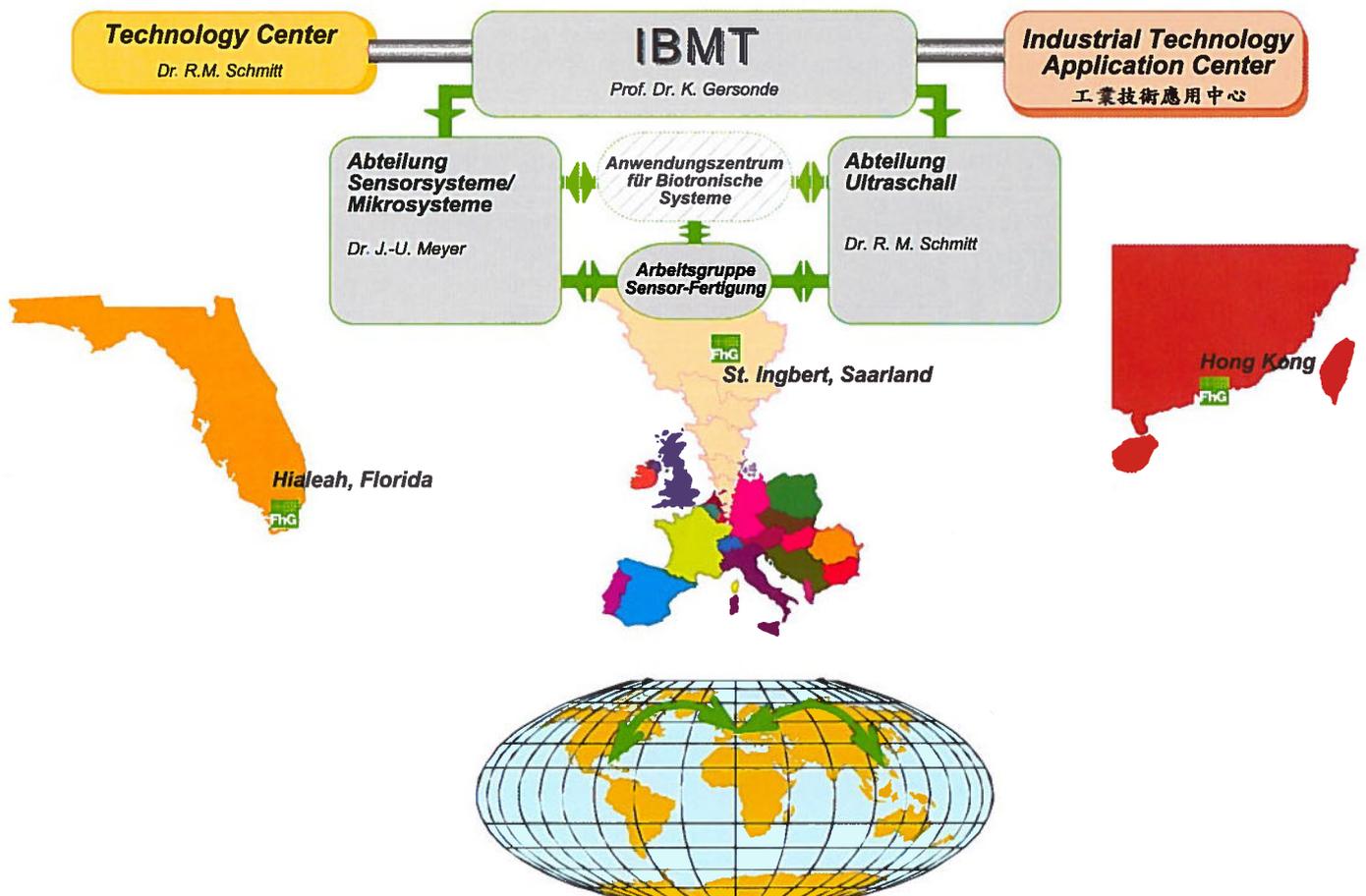
FhG IBMT St. Ingbert, 08.12.1997

Technologie-Transfer im Bereich der klinischen Forschung im Saarland in Zusammenarbeit mit den Universitätskliniken 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 im Fachbereich Klinische Medizin der Medizinischen Fakultät 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 global agierenden 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 herausragende Stellung in Europa. Seit 1997 befindet sich im IBMT am Standort Sulzbach/Saar das European Center of Competence for Biomedical Microdevices im

Aufbau. Das IBMT ist eingegliedert in den Verbund der 47 selbständigen Forschungseinrichtungen der Fraunhofer-Gesellschaft. Der Betriebshaushalt des IBMT betrug im Jahre 1997 12,58 Mio. DM. Es waren 90,5 wissenschaftliche und technische Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie 32 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 133 Mitarbeitern (umgerechnet auf vollbeschäftigte Personen).

Fraunhofer IBMT-Netzwerk



Das Institut ist entsprechend seinen Arbeitsgebieten in zwei Abteilungen gegliedert: Sensorsysteme/Mikrosysteme und Ultraschall. Die Abteilungen werden als eigenständige „Profit“-Zentren geführt. Das nachfolgende Organigramm läßt die Untergliederung der Abteilungen in Arbeitsgruppen mit ihren Themenschwerpunkten sowie die Ressourcen („Mikroprofit“-Zentren) erkennen und die verantwortlichen Leiter. Das Organigramm zeigt darüber hinaus die Einbindung der IBMT-Außenstelle in Hialeah, Florida (USA) und des seit dem 01. Oktober 1997 im Aufbau befindlichen European Center of Competence for Biomedical Microdevices (MEDICS).

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 Grundlagenkenntnisse 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, Umwelt-

technik, Hydraulikindustrie, Lebensmittelindustrie, Haus- und Klimatechnik, Prozeß- und Prozeßüberwachungstechnik, Fertigungs- und Automatisierungstechnik, Materialprüftechnik) finden im IBMT Beratung und problem-spezifische 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 medizintechnische, kunststoffverarbeitende und chemieveredelnde 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 in China wahrnehmen. Eine wesentli-

che 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 seit 1996 bestehende 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

F & E Produkte	<i>Miniaturisierung/Mikrostrukturierung (alternativer Materialien)</i>	<i>Dickschicht-/Dünnschicht-Sensorik (Hybride)</i>	<i>Ultraschall-Sensorik/-Systeme (1D/2D-Array-Technologie/Hardware/Software)</i>	<i>Medizin-Telematik (Sensorik/Kommunikations-/Informationstechnik)</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>
Bildgebende Systeme (Sonographie, NMR)	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Monitor-Systeme (Volumenfluß, Vitalparameter)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Prozeßüberwachung (Luftschall, Fluidkontrolle)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Plattenwellen-Sensorik (Biosensor, massen-sensitive Sensorik)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Taktile Sensorik, Endosysteme (z. B. Endosensorik)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>
NMR-Probenkopfentwicklung (Hochfrequenzsysteme)	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
Materialcharakterisierung (Polymere/Pharmaka/Kosmetika)	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Bio-Interface (Wetware, neuronale Interfaces, Mikroimplantate)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Dichtheitsprüfung (Ultraschall-Systeme)	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>

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

Fraunhofer Technology Center Hialeah (FTeCH):

Executive Director	Dr. Rainer Michael Schmitt	+1 305 863 9096
--------------------	----------------------------	-----------------

European Center of Competence for Biomedical Microdevices (MEDICS):

Leiter	Dr. Jörg-Uwe Meyer	+49 (0) 6894/980-150
--------	--------------------	----------------------

Einbindung in Universitäten:

Universität des Saarlandes
Lehrstuhl für Medizintechnik
Fachbereich Klinische Medizin/Elektrotechnik

Lehrstuhlinhaber	Prof. Dr. Klaus Gersonde	+49 (0) 6894/980-100
------------------	--------------------------	----------------------

Florida International University
Department of Electrical Engineering

Adjunct Professor	Dr. Rainer Michael Schmitt	+1 305 863 9096
-------------------	----------------------------	-----------------

Ergebnisse und Produkte

Bereich Sensorsysteme/Mikrosysteme:

Arbeitsgruppe Mikrosysteme:

- Hybrid-integrierte 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 Telemetrie-Systeme
- 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, CO₂)
- Geronto-Sensorik
- taktile Sensoren (Endoskopie, Robotik)
- Blutpuls-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 Pharmaka-Untersuchungen
- Kultivierung neuronaler Zellen, Zelllinien und Primärkulturen (z. B. Neuroblastoma-, Spinalganglienzellen, Hippocampusneurone) auch auf mikrostrukturierten Materialien
- dreidimensionale Zellkulturtechnik unter Mikrogravitationsbedingungen
- Biokompatibilitätsprüfungen (z. B. Cytotoxizität, Hämokompatibilität, 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 in der pharmazeutischen Entwicklung und in klinischen Studien
- 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

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

- 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-Computertomographie (2D, 3D)
- Ultraschall-Therapiesysteme (energiereicher Ultraschall)
- Hard- und Software-Entwicklung

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 Software-Systeme und Kommunikationstechnik:

- Software-Komponenten und -Systeme
- Graphische Benutzerschnittstellen (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 Ultraschall-Anwendungstechnik:

- Ultraschall-Sensorsysteme für die Prozeßüberwachung (Kontrolle und Steuerung technischer Prozesse, Therapie-Kontrolle und -Steuerung in der Medizin)
- Wasser- und Abwasserzähler mittels Ultraschall
- Ultraschall-Füllstandsmessung
- Ultraschall-Schlammpegelmessung
- Ultraschall-Wärmemesser
- Ultraschall-Resonanz-Spektrometer zur Größenbestimmung von Mikroblasen
- 3D-Oberflächen-Scanner
- Partikeldetektion und -analyse im µm-Bereich
- Positionsdetektoren
- Gewebe- und Materialcharakterisierung mit Hilfe des quantitativen Ultraschalls

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 Industrie und Wirtschaft, 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 (Stellvertreter der Vorsitzender), Fachbereich Werkstoffwissenschaften und Fertigungstechnik der Universität des Saarlandes, Saarbrücken

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

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

Dr.-Ing. Chun-Sik Lee, Geschäftsführer des KIST-Europe (Korea Institute of Science and Technology), Saarbrücken

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

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

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

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

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

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

Zukunftsfelder

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 wirksamer zu sein – in die Nähe der Produktion nachfolgen. So wird Globalisierung auch für das Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik bedeutsam. Der Aufbau von neuen Institutsteilen in anderen Ländern ist die Folge. Für das IBMT sind die Standorte USA und China/Hong Kong von Bedeutung. Während der Aufbau der IBMT-Außenstelle Hong Kong noch in den Anfängen liegt – geplant ist die Gründung im Jahr 1998 – wurde die Gründung der IBMT-Außenstelle in Hialeah, Florida (USA), im September 1996 vollzogen. Am 01. Oktober 1996 nahm das Fraunhofer-Technologie-Zentrum in Hialeah seine Arbeit auf. Die Idee des IBMT-Netzwerkes steht hier im Vordergrund, d. h., die Sicherung der Zukunft des Fraunhofer-Instituts in St. Ingbert, z. B. durch die Gründung der Arbeitsgruppe Sensorfertigungstechnik im September 1994 im nahegelegenen Sulzbach, bis 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 Tech-

nologie-Transfer meint: Forschung & Entwicklung/Fertigungsentwicklung & Service-Fertigung/Training & Ausbildung. Während die Kernkompetenz der Sensorik in St. Ingbert verbleibt, richtet sich die amerikanische Aktivität stärker in Richtung 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 Technikerausbildung an. Unter der weiteren Komponente des Dreiklangangebotes „Fertigungsentwicklung & Service-Fertigung“ ist die Fertigungsunterstützung durch das IBMT bis zur vollen Markteinführung eines Produktes zu verstehen. Damit können die Unternehmer 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 Erarbeitung von Alleinstellungsmerkmalen kann das IBMT der internationalen Konkurrenz standhalten.

Ein weiteres Zukunftsfeld des IBMT erstreckt sich auf den Bereich des „Technologie-Brokering“. Seit 01. Oktober 1997 ist das IBMT von der Europäischen Union als „Center of Competence for Biomedical Microdevices – MEDICS“ anerkannt. Unter der Leitung des IBMT arbeitet ein internationales Konsortium (IBMT, Instituto de Microelectrónica de Barcelona CNM-IMB, Scuola Superiore Sant'Anna Pisa SSSA) daran, Zugang zu Mikrotechnologien und Diensten zu eröffnen, die Design, Einsatz und Herstellung von Mikrosystemen für biomedizinische Anwendungen umfassen. Das Center wird insbesondere kleine und mittlere Unternehmen unterstützen, ihre auf Mikrotechnologien basierenden Produktideen in medizinische Produkte umzusetzen. Darüber hinaus wird das Einfließen biomedizinisch nutzbarer Mikrotechnologien in die wissenschaftliche und medizinische Gemeinschaft forciert. Damit sollen die langen, durch komplexe Regelungen erschwerten Wege verkürzt werden.

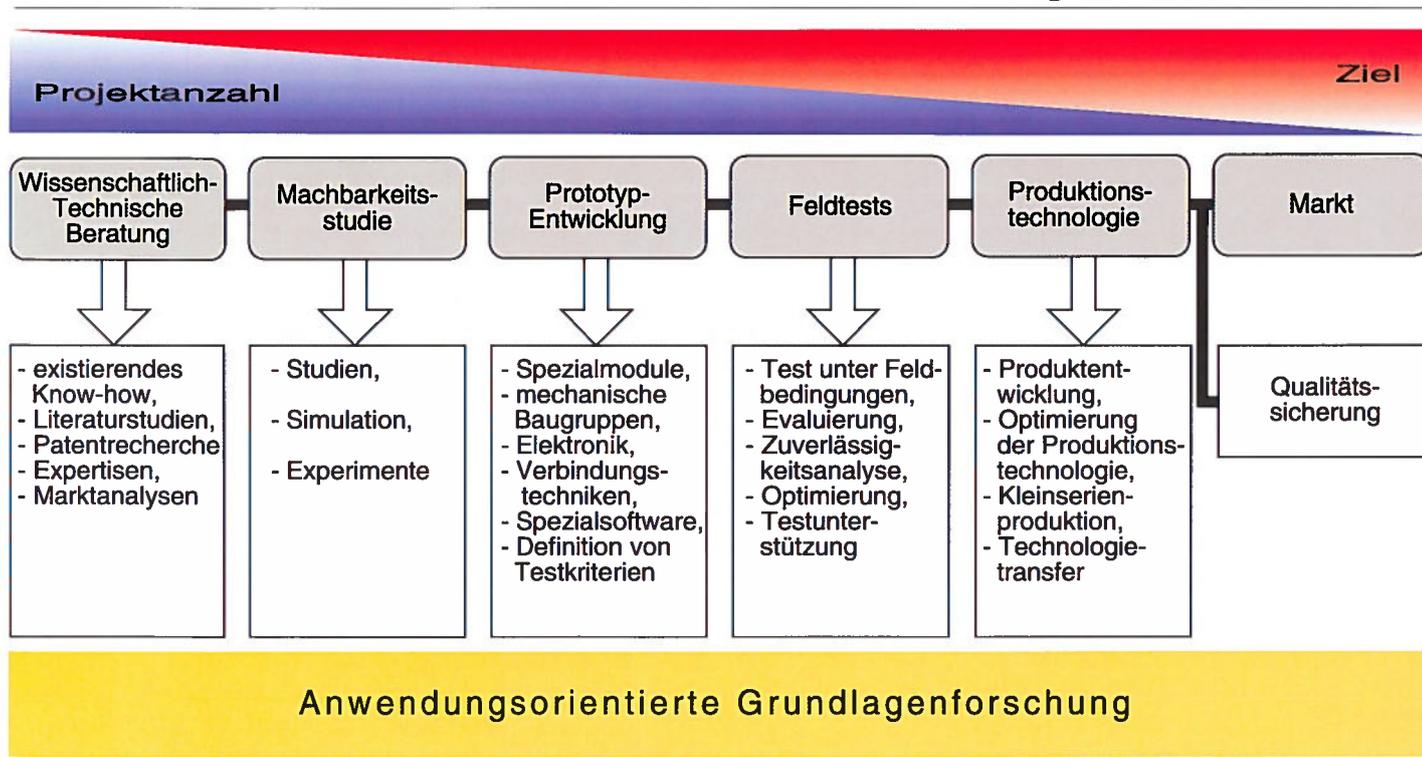
Das Forschungs- und Dienstleistungsangebot

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. Service-Fertigung von Sensoren wird auf Wunsch des Kunden von ausgliederten Vertragsfirmen kostengünstig übernommen.
- 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.
- Flexibilität:** Die konkrete Form, die Ausrichtung und der Umfang der Projektarbeiten richten sich nach den Anforderungen und Vorstellungen des Kunden oder Auftraggebers.
- Synergie:** Die Einordnung in den Verbund der Fraunhofer-Gesellschaft mit ihren 46 weiteren Instituten schafft Synergie-Effekte. Fachkenntnisse aus unterschiedlichen Instituten können in Kooperationen genutzt werden und erlauben eine kompetente Bearbeitung auch bei interdisziplinären Fragestellungen. Durch Kooperationsverträge mit der Technologie-Entwicklungsgruppe (TEG), Stuttgart, und dem Forschungszentrum (FZ) Karlsruhe, werden für IBMT-Kunden vollständige Wertschöpfungsketten durch Sicherstellung des Anlagenbaues und der Materialentwicklung garantiert.
- 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 anwendungsorientierte Forschung und Vorlauf-forschung weitgehend unter Mitwirkung öffentlicher Auftraggeber.
- Nutzungsrechte:** Nach erfolgter Bearbeitung eines FuE-Auftrages steht dem Kunden das Ergebnis zur alleinigen Nutzung zur Verfügung.
- Vertraulichkeit:** Anfragen und Aufträge werden auf Wunsch des Kunden absolut vertraulich behandelt und bearbeitet.
- 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 bzw. -annahme und führt zu überschaubaren, kalkulierbaren Projektzeiten und Projektkosten.

Risiko-minimierte Produktentwicklung



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 dem Kunden dabei, alle Möglichkeiten der Projektförderung auszuschöpfen. Eine langjährige Erfahrung bei der Beantragung von Fördermitteln der Europäischen Union, des Bundesministeriums für Bildung, Forschung und Technologie BMBF 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 (Umweltechnik, 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 m² Grundfläche in St. Ingbert und 1.000 m² 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 Photolithographie mit Resistprozessor und doppelseitigem Maskaligner für die Mikrostrukturierung, Trockenätzung (RIE, z. B. für Silizium- oder Kunststoffsubstrate), Prozeßanlage für anisotropes Ätzen von Silizium, Aufbau- und Verbindungstechnologien, anodischer Bonder, Dünnfilmprozeßanlagen (Sputtern, Aufdampfen, PECVD), Hybrid-Laborlinie mit Laser-Trimmer, Design-Technik für Masken-Layout, Design-Technik für Schaltungslayout, Rasterelektronenmikroskop (mit Elementanalyse), Rastersondenmikroskop, Phased Array- und Linear Array-Ultraschall-Entwicklungssysteme, CNC-Mikrofräs-/Bohr-/Schleifmaschine, CNC-Drehmaschine, CNC-Flachbettschleifmaschine, CNC-Laser-Feinschneidenschweißeinrichtung, Diamantkreissägen, Rundschleifmaschine, Fräs-, Dreh- und Bohrmaschinen, Präzisionsläpp- und Poliermaschinen, Präzisionsdosieranlagen, 5-Becken-Reinigungsanlage, Plasma-Reinigungsanlage, digitales Impedometer, Meßplatz für Flüssigkeitsvolumenstrom-Messung, Meßplatz für Gasvolumenstrom-Messung, Strahlungsdruckwaage, Schallfeldvermessungsplatz, Impedanzvermessungsplatz, Insertion-Loss-Meßplatz, Klimakammermeßplatz, Zero-Flow-Meßplatz, Temperaturschock-Meßplatz, 3-Achsen-Meßmikroskop inkl. Bildarchivierung und -verarbeitung, Ultraschall-Mikroskop, in vivo NMR-Spektrometer (Biospec, 4,7 Tesla) zur Bildgebung und Spektroskopie, zwei 9,4 Tesla Hochfeld-Spektrometer für Flüssigkeits- und Festkörper-NMR-Spektroskopie und NMR-Mikroskopie sowie Diffusionsmessung, ein 200 MHz NMR-Spektrometer mit Zusatz für Festkörperperhochauflösung (Magic Angle Spinning), ein FT-IR-Spektrometer für Spektroskopie an biologischen Grenzflächen mit ATR-Zusatz, Hard- und Software-Entwicklungswerkzeuge, Computer-Systeme (DEC; SUN; HP; ASPECT), Biochemische Präparation und Analytik (FPLC, HPLC), Zell- und Gewebekulturlabor (Cytotoxizitätsprüfungen von Materialien), Spektroskopie: ESR, ENDOR, optische Absorption und Emission, FTIR, 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 (6894) 980-0; Fax: +49 (6894) 980-400

Presse und Öffentlichkeitsarbeit/Marketing:
Dipl.-Phys. Annette Maurer
Telefon: +49 (6894) 980-102

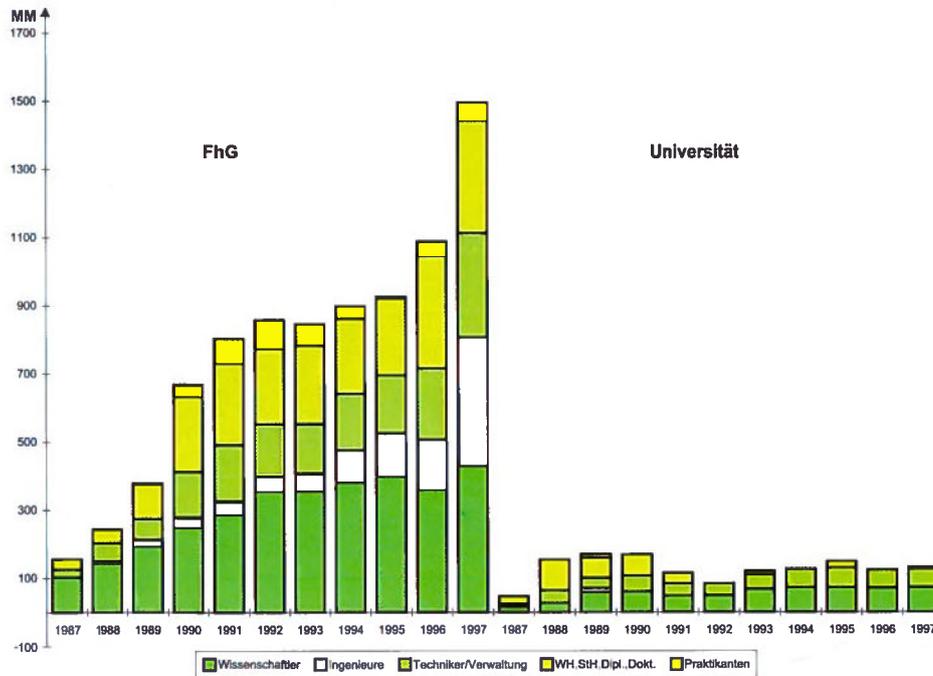
Innovationskatalog

Produkt	Markt	Ansprechpartner im Institut
Tele-Medizinische Kommunikations-Software/Telematische Medizinprodukte	Telematik, Medizin	Dr. Jörg-Uwe Meyer Tel.: +49 (0) 6894 98-150
Herzmuskelunterstützung	Medizintechnik, Medizin	Dr. Volker Paul Tel.: +49 (0) 6894 980-300
Plattenwellen-Sensoren	Medizin, Lebensmittelindustrie, Chemie, Umweltprüfung	Dr. Hans-Heinrich Ruf Tel.: +49 (0) 6894 980-350
Chemische Sensoren im Einsatz für die Luftqualitätsüberwachung	Medizin, Chemie, Umweltprüfung, Klimatechnik	Dr. Patrick Keller Tel.: +49 (0) 6894 980-276
Simulationstechnik und -technologie im Bereich Ultraschall	Medizin, Werkstoffprüfung, Maschinen- und Anlagenbau	Dipl.-Ing. Peter Weber Tel.: +49 (0) 6894 980-227
Technologie zur Qualitätssicherung von Ultraschall-Wandlern	Medizin, Werkstoffprüfer, Maschinen- und Anlagenbau	Dipl.-Ing. Olaf Walter Tel.: +49 (0) 6894 980-210
3D-Ultraschall-Abbildungstechnik	Medizinischer Gerätemarkt, klinische Forschung	Dr. Bernhard Kleffner Tel.: +49 (0) 6894 980-225
Hochauflösender Ultraschall zur Untersuchung von Zell- und Gewebestrukturen	Biomedizinische Technik, Pharmaindustrie	Dr. Bernhard Kleffner Tel.: +49 (0) 6894 980-225
Füllstands-Meßsensoren	Meß-, Umwelt- und Verfahrenstechnik	Dipl.-Ing. Matthias Molitor Tel.: +49 (0) 6894 980-210
Charakterisierung dünner Schichten	Beschichtungs- und Verbindungstechnik	Dr. Bernhard Kleffner Tel.: +49 (0) 6894 980-225
Schweißnaht-Prüfung	Werkstoff- und Verbindungstechnik, Materialprüfung	Dr. Bernhard Kleffner Tel.: +49 (0) 6894 980-225
Ultraschall-Strömungsmessung in Liquiden (Laufzeit, Doppler)	Medizin	Dr. Bernhard Kleffner Tel.: +49 (0) 6894 980-225
	Maschinen- und Anlagenbau	Dipl.-Phys. Jürgen Steck Tel.: +49 (0) 6894 980-205
Ultraschall-Sensoren für Strömungsmessung in Gasen	Heizungs- und Lüftungstechnik, Meßtechnik	Dipl.-Phys. Jürgen Steck Tel.: +49 (0) 6894 980-205
Ultraschall-Materialprüfung im Leitungsbau	Werkstoffprüfung, Hoch- und Tiefbau, kommunale Versorgung (Abwasser)	Dipl.-Phys. Jürgen Steck Tel.: +49 (0) 6894 980-205
Zahndiagnostik mittels Ultraschall	Medizintechnik, klinische Forschung	Dr. Volker Hänel Tel.: +49 (0) 6894 980-214
Therapie-Kontrolle	Medizin, Hyperthermie, Koagulationsprozesse, klinische Forschung	Dr. Bernhard Kleffner Tel.: +49 (0) 6894 980-225
Ultraschall-Prozeßsensoren	Chemischer Anlagenbau, Prozeßtechnik	Dr. Bernhard Kleffner Tel.: +49 (0) 6894 980-225
Magnetische Resonanz zur Untersuchung der Penetration kosmetischer und pharmazeutischer Cremes und Salben durch die Haut	Pharmaindustrie, Kosmetikindustrie	Dr. Jörg-Uwe Meyer Tel.: +49 (0) 6894 980-150

Polymercharakterisierung	Reifenindustrie, Ölindustrie	Dipl.-Chem. Jörg Breidt Tel.: +49 (0) 6894 980-270
In situ Katalysator-Entwicklung	Automobilindustrie, Polymerindustrie	Dr. Jörg-Uwe Meyer Tel.: +49 (0) 6894 980-150
Bau von HF-Systemen für die Magnetische Resonanz im Frequenzbereich von 1 MHz bis 750 MHz	Medizin, Werkstoffwissenschaften, Prüftechnik	Dr. Jörg-Uwe Meyer Tel.: +49 (0) 6894 980-150
Untersuchung der Struktur und Dynamik mittels NMR, ESR, AFM, SIM, FT-IR und den entsprechenden mikroskopischen Techniken	Chemie, Polymerindustrie	Dr. Jörg-Uwe Meyer Tel.: +49 (0) 6894 980-150
Arzneimittelvalidierung mittels NMR-Spektroskopie, -Bildgebung und -Mikroskopie im Tierexperiment	Medizin, Arzneimittelindustrie	Dr. Jörg-Uwe Meyer Tel.: +49 (0) 6894 980-150
Durchführung klinischer Studien für die Arzneimittelvalidierung	Medizin, Arzneimittelindustrie	Dr. Jörg-Uwe Meyer Tel.: +49 (0) 6894 980-150

Das Institut in Zahlen

Personalentwicklung 1987 – 1997 in Mannmonaten



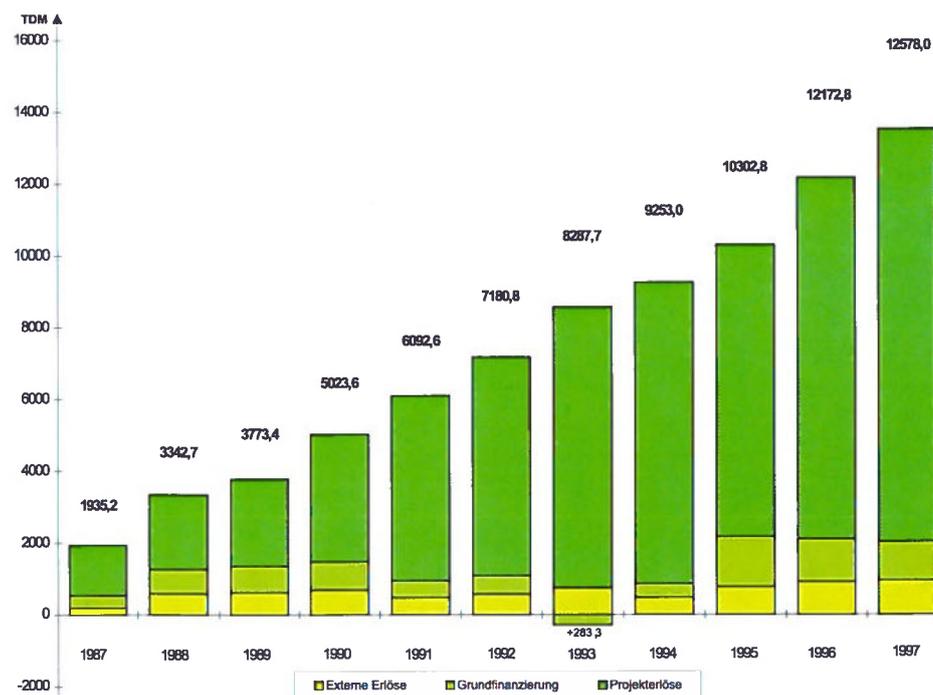
Im Jahr 1997 waren am Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik IBMT 90,5 wissenschaftliche und technische Mitarbeiter sowie 32 Forschungsstudenten und Praktikanten beschäftigt (umgerechnet auf vollbeschäftigte Personen). Im Lehrstuhl Medizintechnik, der in das IBMT räumlich integriert ist, waren 10,5 wissenschaftliche und technische Mitarbeiter angestellt. Zusätzlich waren 2 Gastwissenschaftler am Institut tätig.

Betriebshaushalt

Der Betriebshaushalt 1997 betrug 12,58 Mio. DM. In der Grafik sind Erträge und die Grundfinanzierung des Jahres 1997 dargestellt. Die Zahlen sind konsolidierte Zahlen einschließlich der Außenstelle in Hialeah. Wie in den Vorjahren hat sich das Wachstum auch 1997 im gleichen Maße fortgesetzt.

Der Anteil der Industrieerlöse zur Deckung des Gesamtaufwandes betrug im Jahre 1997 47,4 %.

Betriebskosten 1987 – 1997 in Tausend DM



Vertragsforschung mit der Wirtschaft

Projektarbeit steht im Vordergrund der Arbeiten am Institut. Im Jahre 1997 wurden am IBMT 289 Projekte bearbeitet. Davon entfielen 233 Aufträge auf die Industrie. Davon stammten 29 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 47 Forschungseinrichtungen an Standorten in der gesamten Bundesrepublik. Mehr als 8.800 Mitarbeiter, davon ein Drittel Wissenschaftler und Ingenieure, erarbeiteten das jährliche Forschungsvolumen von mehr als 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 unter Führung und Koordination eines auftragnehmenden Institutes 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

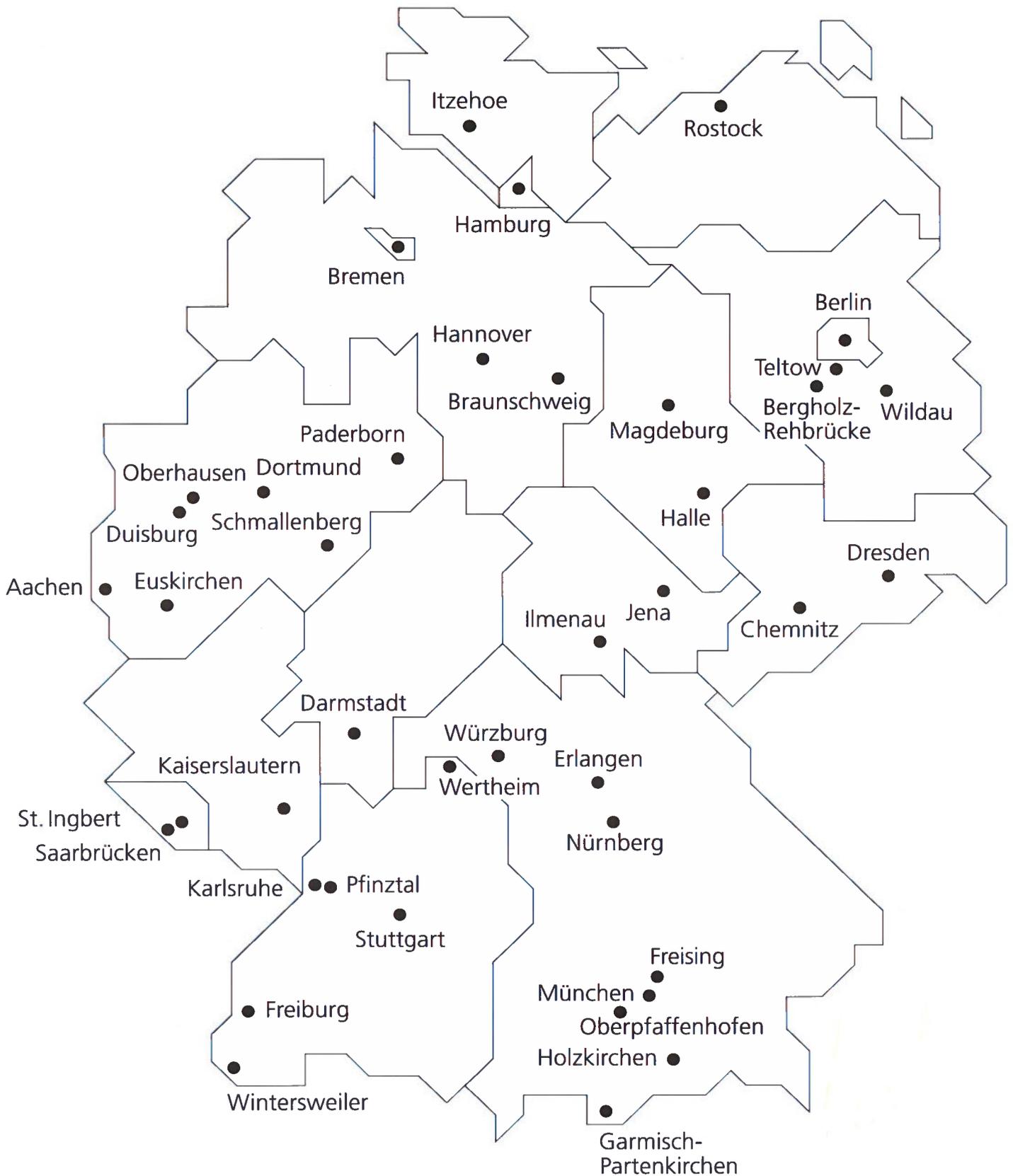
Die Fraunhofer-Gesellschaft bietet Forschung und Entwicklung in vier Leistungsbereichen an:

- 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



Nanokristalline Sensoren – Innovationen auf dem Gebiet der Gas-Sensorik

■ Ausgangssituation

In vielen Bereichen des täglichen Lebens sowie in technischen Prozessen kommt der kontinuierlichen Messung von CO₂ in der Atmosphäre eine wachsende Bedeutung zu. Beispiele hierfür sind die Raumluftüberwachung zur Steuerung von Belüftungs- und Klimatisierungssystemen, die Überwachung der Atmosphäre in Gewächshäusern oder die Kontrolle biologischer und chemischer Prozesse in der Biotechnologie. Das Fraunhofer IBMT entwickelte in der Vergangenheit einen Festkörper-Sensor, der aus kommerziell erhältlichen Metalloxiden einer Korngröße von 2 – 5 µm besteht. Aufgrund der Erkenntnisse dieses Sensors wird eine neue Generation von Sensoren, basierend auf nanokristallinen Materialien, entwickelt.

■ Aufgabe

Zur Steigerung der Empfindlichkeit und Zuverlässigkeit ist es notwendig, die aktive Oberfläche der sensitiven Schichten zu vergrößern. Zu diesem Zweck werden in einer neuen Generation von Festkörper-Sensoren nanokristalline Materialien eingesetzt. Zur Herstellung der sensitiven Schichten mittels Siebdrucktechnik müssen die Materialien gemeinsam mit organischem Binder und Lösungsmitteln zu einer Siebdruckpaste verarbeitet werden. Diese wird auf mit Interdigitalelektroden versehene Aluminiumoxid-Substrate aufgedruckt und eingebrannt. Begleitend zur Fertigung erfolgt die Charakterisierung und Qualitätssicherung der Sensoren.

■ Ergebnis

Im Berichtszeitraum ist es gelungen, die Pastenpräparation hinsichtlich der Oberflächenphänomene bei nanokristallinen Materialien entscheidend zu verbessern. Die resultierenden Siebdruckpasten konnten vorbereitet und Sensoren hergestellt werden. Die Erwartungen bezüglich der Sensor-Eigenschaften konnten erfüllt werden. Die auf nanokristallinen Materialien basierenden Sensoren zeigten im Vergleich zu Sensoren aus mikrokristallinen Materialien eine signifikant höhere Sensitivität. Diese auf dem Einsatz nanokristalliner Materialien basierende Verbesserung der sensitiven Eigenschaften ermöglicht die Reduzierung der Arbeitstemperatur: Bei einer Arbeitstemperatur von 350 °C wird eine ähnliche Sensitivität erreicht, wie sie bei den mikrokristallinen Sensoren bei 550 °C erreicht wird. Dieses Potential konnte zur Reduzierung der Leistungsaufnahme genutzt werden. Beim Einsatz von nanokristallinen Materialien in der sensitiven Schicht bei gleichzeitiger Miniaturisierung konnte die Leistungsaufnahme von 7 W auf 800 – 1200 mW gesenkt werden. Diese Absenkung der elektrischen Leistungsaufnahme ermöglicht den mobilen Einsatz des Sensors, z. B. in Feldmeßgeräten. Diese neue Generation von Sensoren wurde zum Patent angemeldet.

■ Technische Daten

Komponenten der CO₂-sensitiven Schicht:
BaTiO₃/CuO/La₂O₃/CaCO₃
Korngröße des Sensor-Materials:
5 – 10 nm
Aktive Oberfläche des Sensor-Materials:
160 m²/g
Meßbereich: 0,01 % – 10 % CO₂
Betriebsspannung: 1 V
Betriebsfrequenz: 1 kHz
Betriebstemperatur: 350 °C
Leistungsaufnahme: 800 – 1200 mW

Definitionen

Chemische Sensoren auf Metalloxid-basis messen die Wechselwirkung einer Gaskomponente mit ihrer aktiven Oberfläche über die Veränderung der elektrischen Leitfähigkeit der sensitiven Schicht bei erhöhter Betriebstemperatur.

Stichworte/ Deskriptoren

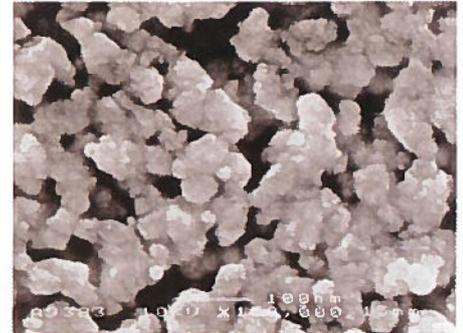
Metalloxid-Sensor, Gas-Sensoren, Chemische Sensoren, nanokristalline Materialien

Projektdurchführung

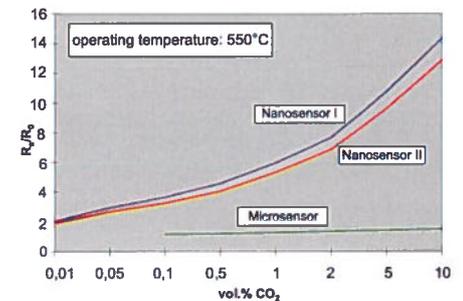
Dr. P. Keller
Tel.: +49 (0) 6894/980-276
email: patrick.keller@ibmt.fhg.de

Rahmenbedingungen

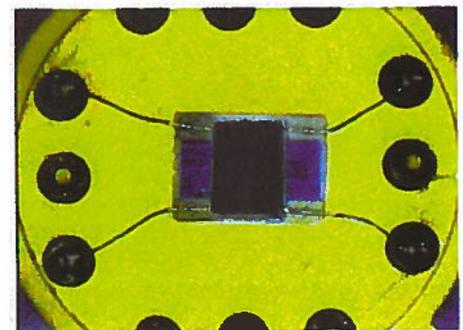
Die Entwicklung des neuen CO₂-Sensors, basierend auf nanokristallinen Materialien, wird im Rahmen des BRITE EURAM-Programmes gefördert (Projekt SMOGLESS Nr. BE 95-1989).



Surface Examination.



CO₂-Sensitivity.



Miniaturized Devices.

Integrierte Haussysteme/ressourcenschonendes Wohnen (IHS-ReWo)

Ausgangssituation

Durch Entwicklung und Pilotanwendung neuartiger Informationstechnik soll die Produktion und die Feldanwendung integrierter Haussysteme und zugehöriger Komponenten speziell für den Nutzeffekt Ressourcenschonung und Sicherheit vorangetrieben werden. Die Fraunhofer-Gesellschaft bündelt im Projekt Integrierte Haussysteme/ressourcenschonendes Wohnen (IHS-ReWo) synergetisch ihr Wissen bzgl. Sensorik, Aktorik, Leit- und Regeltechnik, Systemtechnik, Mikroelektronik, Feldbustechnik, Bedienoberflächen, Markt- und Anwendungsanalyse für das avisierte Anwendungsgebiet. Zum eigenfinanzierten Projektumfang (Kernprojekt) gehören ausgewählte FuE-Aktivitäten, die zur Realisierung fortgeschrittener Systemkomponenten und Systemarchitekturen führen.

Aufgabe

Im Verbund mit den Fraunhofer-Instituten IFT, IIS-B, IIS-A und IMS sollten die für den Hausbereich relevanten Sensor-Eigenentwicklungen der einzelnen Institute mit kommerziell erhältlichen Sensoren verglichen und erprobt werden. Anhand der Ergebnisse sollten Sensor-Module aufgebaut werden, die sich in ein Haussystem integrieren lassen. Speziell im Fraunhofer IBMT sollten CO₂-, Feuchte-, Mischgas- und Anwesenheitssensoren an die Erfordernisse des Hausbereiches angepaßt werden.

Ergebnis

Im IBMT wurden im Rahmen des Projektes fünf Testplattformen für Innenraum-Sensoren und Außenklima-Sensoren aufgebaut und an den in der Sensorik tätigen Instituten zur Datenakquisition im Rahmen eines achtmonatigen Feldtests eingesetzt. Durch den modularen Aufbau können belie-

biges Sensoren getestet und kalibriert werden. Ebenfalls anschließbar sind externe Module wie Passiv-Infrarot-Bewegungsmelder, Ultraschall-Anwesenheits-Sensoren sowie Wetterstationen. Die PC-gesteuerte Datenaufnahme ist on-line darstellbar und erfolgt über 64 Kanäle (4 – 20 mA oder 0 – 5 V), zusätzlich 8 Frequenzkanäle (0 – 1 MHz) und 8 digitale I/O Ports. Als Referenzsensoren stehen kommerzielle Feuchte-, CO₂-, CO-, Mischgas- und Temperatur-Sensoren zur Verfügung. Mit Hilfe einer vorhandenen Kalibriervorrichtung können die Innenraum-Sensoren mit Prüfgasen beaufschlagt und kalibriert werden.

Im Rahmen des Gesamtprojektes ist der Aufbau zweier Test- und Demo-plattformen (TDP) geplant (eine am IMS und eine am IITB), an denen das Zusammenspiel aller ReWo-Komponenten ausgetestet wird. Anhand der Ergebnisse des Feldtests wurden daher im IBMT in Kooperation mit dem IMS, Sensor-Nester (6 x 10 cm große Elektronik-Module mit Sensorik) zur Außen- und Raumklimamessung im Hausbereich entwickelt. Die Module sind Teil der IHS-ReWo-TDP, lassen sich aber auch in fortschrittlichen Lüftungs- und Heizungskonzepten sowie in der Gebäudeautomatisierungstechnik einsetzen.

Das Außensensor-Nest dient der Erfassung und Bereitstellung von aktuellen Wetterdaten, wie z. B. Temperatur, Feuchtigkeit, Helligkeit, Luftdruck, Windrichtung und -geschwindigkeit, durch FhG-Sensoren. Das 6 x 10 cm große Sensor-Modul läßt sich mit einem vom IIS-A Erlangen entwickelten Funk-Interface ausrüsten, so daß eine drahtlose Datenübertragung ins Gebäudeinnere erfolgen kann.

Das Innensensornest erfaßt Größen des Raumklimas, wie z. B. Temperatur, Feuchte, CO₂ und allgemeine Luftgüte (Mischgas), durch FhG-Sensoren. Aufsteckkarten aus dem ReWo-Baukasten ermöglichen den Anschluß an den jeweiligen Hausbus oder eine drahtlose Datenübertragung über eine Infrarot-Schnittstelle.



Bild 1: Teflonplatte zur Aufnahme der Sensoren.



Bild 2: Vorderansicht des Racks.

Beide Module besitzen einen Mikrocontroller, der ausreichende Rechenleistung für die lokale Signalaufbereitung besitzt, aber auch für einfache Regelaufgaben eingesetzt werden kann. Ein spezielles, vom IMS (Duisburg) entwickeltes Multitasking-Betriebssystem ermöglicht die effiziente Entwicklung von anwendungsspezifischer Software in „C“ und ein anschließendes Download von Programmmodulen in der Anwendungsumgebung.

Aufgrund unterschiedlicher Sensor-Prinzipien wurden vom IBMT für den Innenbereich zwei Module aufgebaut. Ein Modul ist mit IFT-Sensoren bestückt, das andere mit IBMT-Sensoren. Das ebenfalls vom IBMT aufgebaute Außensensor-Modul besitzt Anschlüsse für Temperatur-, Feuchte-, Helligkeits-, Druck-, Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitssensoren. Alle Module sind kompatibel zum ReWo-Baukasten (aufsteckbares Multifunktionsmodul, Businterfaces, Funk-, Infrarot-Schnittstelle) und besitzen eine RS232-Schnittstelle zur Evaluierung am PC.

Die fortschreitende Heimautomatisierung eröffnet Anwendungsfelder für eine neue Generation von Bewegungssensoren. Neben der Alarmtechnik und Automatisierungsanwendungen sind vor allem Anwendungen zur Energieeinsparung (Messung der Zahl anwesender Personen) Einsatzgebiete neuer Anwesenheitssensoren. Aus diesem Grund wurden am IBMT vorhandene Verfahren zur Anwesenheitserkennung mit Ultraschall für den Hausbereich weiterentwickelt und entsprechende Anwesenheitsmodule aufgebaut.

Der nach dem Puls-Echo-Prinzip arbeitende Ultraschall-Anwesenheitssensor des IBMT vergleicht das aktuelle Echo mit dem charakteristischen Echo eines Raumes nach einem Verfahren der Sprachverarbeitung. Änderungen im Raumecho werden als Bewegungen interpretiert. Neben der klassischen digitalen Meßgröße (Anwesenheit = 1)

wird eine integrale Meßgröße als Maß für die Bewegungsaktivität berechnet. Das mit einem Mikrocontroller ausgestattete gesteuerte Auswertemodul besitzt einen digitalen Eingang und läßt sich in Kombination mit einem Passiv-Infrarot-Bewegungsmelder betreiben.

Während am IITB und IMS TDPs aufgebaut werden, entsteht am IBMT ein Demonstrationsraum, in dem speziell die Wirkungsweise einzelner Sensoren (Temperatur, Luftqualität, Feuchte, Anwesenheit, Helligkeit) erprobt werden kann. Folgende Funktionalitäten eines Haussystems werden realisiert:

- Zigarettenrauch (Luftqualität) öffnet nach einer gewissen Zeit das Fenster,
- Jalousiesteuerung in Abhängigkeit von der Außenhelligkeit,
- Steuerung der Raumbeleuchtung nach Anwesenheit,
- Steuerung der Raumtemperatur nach Anwesenheit; sowohl Heizung im Winter als auch Kühlung im Sommer (keine Be- oder Entfeuchtung),
- Bedienung über ReWo-Bedienoberfläche.

Projektdurchführung

Dr. Jörg-Uwe Meyer
Dipl.-Phys. Herbert Schuck
Dipl.-Ing. Manfred Moses
Dipl.-Inform. Stephan Kiefer

Tel.: +49 (0) 6894/980-150
email: meyeru@ibmt.fhg.de



Bild 3: Ultraschall-Anwesenheitssensorkopf.

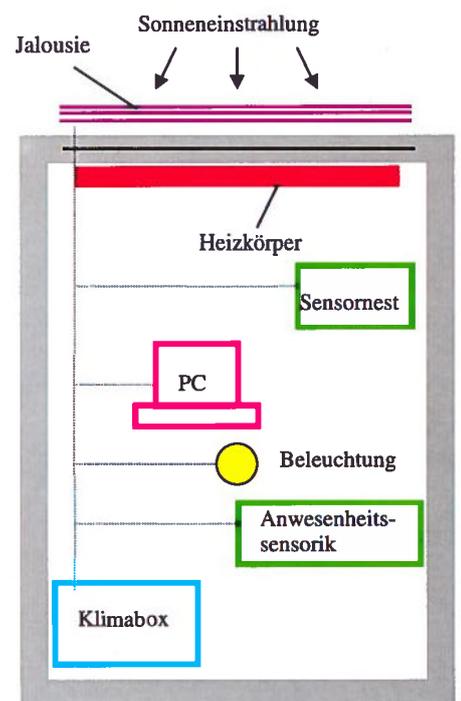


Bild 4: IHS-ReWo-Test- und Demoraum am IBMT.

Mikro-Flex-Verbindungstechnik

Ausgangssituation

Durch Mikrosysteme erschließen sich der modernen Technik immer mehr Möglichkeiten und Anwendungsgebiete. Mit der heutigen Miniaturisierung ist es möglich, hochintegrierte Schaltkreise in Verbindung mit Mikro-sensoren und -aktoren für intelligente Hörimplantate, Herzschrittmacher, Endoskope etc. einzusetzen. Die zunehmende Miniaturisierung von Systemkomponenten stellt neue Herausforderungen an angepaßte Verbindungstechniken, die in einem hohen Maße über Funktionalität, Qualität und Wirtschaftlichkeit entscheiden.

Aufgabe

Entwicklung einer dreidimensionalen Verbindungstechnik, die es ermöglicht, mikrostrukturierte flexible Mikrokabel mit integrierten Schaltungen (ICs) zu verbinden. ICs mit Kontaktflächen kleiner $100 \times 100 \mu\text{m}^2$ sollen noch sicher zu kontaktieren sein. Diese Verbindungstechnik soll auch zur Integration von Chips auf ultraleichten, flexiblen Multikanal-Mikroelektroden für die Neuroprothetik verwendet werden.

Ergebnis

Es wurde eine neue Verbindungstechnik entwickelt, die es ermöglicht, räumlich angeordnete integrierte Schaltkreise mit einem flexiblen Kabel bzw. einer Mikroelektrode zu verbinden. Es konnten $30 \mu\text{m}$ breite IC-Bondpads mit einem Abstand von $10 \mu\text{m}$ mit einem Mikroflex-Kabel verbunden werden.

Bei der hier vorgestellten Technik sind Leiterbahnen ähnlich wie bei herkömmlichen flexiblen Leiterplatten in einer bis zu $5 \mu\text{m}$ dünnen Polyimid-Folie untergebracht. Die Besonderheit dieser Technik ist, daß am Ende der Leiterbahnen eine Durchgangsöffnung strukturiert ist. Durch diese Öffnung läßt sich ein Gold-Ball auf ein IC-

Bondpad bonden. Das Prinzip ähnelt der Verbindung mit einem Nietkopf. Einerseits entsteht eine mechanische Verbindung durch den Nietkopf und andererseits entsteht durch Andrücken des Kopfes ein elektrischer Kontakt mit der Leiterbahn. Erfolgreich eingesetzt wurde diese Technik im Rahmen des EU-ESPRIT-Projektes IMICS zur Integration von Chips und Ultraschall-Sensoren in einem Herzkatheter sowie im BMBF-Projekt EPI-RET für den Aufbau eines Netzhautstimulators.

Besondere Merkmale und Verbesserungen gegenüber herkömmlichen Methoden sind:

- es wird nur ein käuflicher Ball-Wedge-Bonder benötigt,
- Einsatz verschiedener Metallisierungen für IC-Kontaktstellen, z. B. Au, Al etc.,
- Einsatz von nicht-toxischen Materialien für die Verbindung,
- die räumliche Anordnung der Schaltungen ist möglich,
- die Kontaktierung auf kleinstem Raum ist möglich,
- jedes kontaktierbare und elektrisch leitende Material kann für die Leiterbahnen verwendet werden.

Chance

Als besonders vorteilhaft erweist sich diese Technik bei integrierten Schaltungen mit hohen Anschlußzahlen, die räumlich bei minimalem Platzbedarf über flexible Leiterbahnen miteinander verbunden werden sollen.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. (FH) Hansjörg Beutel
Tel.: +49 (0) 6894/980-158
email: hansjoerg.beutel@ibmt.fhg.de

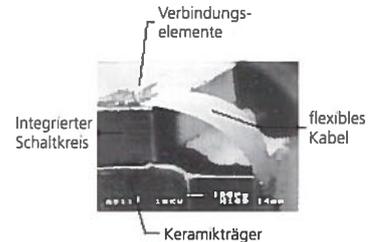


Abb. 1: REM Aufnahme zweier ICs, die mit einer flexiblen Leiterbahn verbunden sind.

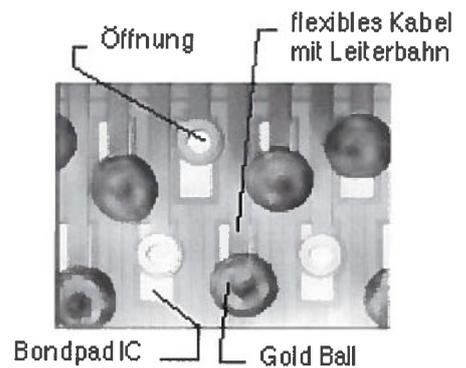


Abb. 2: Lichtmikroskopische Aufnahme einer Verbindung in Mikro-Flex-Verbindungstechnik. Verbindungselemente bestehen aus Gold, die flexiblen Leiterbahnen und unterliegende IC Bond-Pads sind erkennbar.

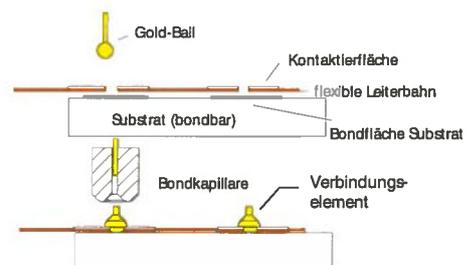


Abb. 3: Skizze der Verbindungs- und Kontaktier-technik.

Magnetische Resonanz

Arbeitsgruppe Magnetische Resonanz

1H-Diffusions-Bildgebung an Tumorsphäroiden

Situation

Tumor-Sphäroide stellen ein bereits eingeführtes Modell zum Studium der Tumor-Biologie dar. Diese Zellhaufen mit einem Radius von 50 bis 1.400 μm sind intensiv untersucht worden und zeigen in vielerlei Hinsicht die in vivo Eigenschaften von soliden Tumoren. In ihrer Komplexität stehen die Tumor-Sphäroide zwischen den zweidimensionalen in vitro Monolayer-Kulturen und den in vivo Tumoren. Tumor-Sphäroide wurden bisher sowohl zur Simulation von Tumor-Therapien als auch zur Analyse der Wechselbeziehungen, die zum tumorspezifischen Milieu, zum zellulären Metabolismus und zum Teilungszustand der Zellen bestehen, herangezogen. In der Sphäroid-Forschung werden weitgehend invasive Techniken, wie z. B. die Histochemie oder die Autoradiographie eingesetzt. Wünschenswert ist jedoch eine nicht-invasive Methode zur online-Beobachtung eines Sphäroids über einen längeren Zeitraum.

Aufgabe

Zur Durchführung von kontinuierlichen Messungen an Sphäroiden wird ein Perfusionssystem integriert in den Probenkopf des NMR-Mikroskops, konzipiert und aufgebaut. Mit Hilfe dieses Perfusionssystems ist es möglich, ein einzelnes Sphäroid online über mehrere Tage zu beobachten. Als aussagekräftigste Methode soll in diesem Fall die Diffusionsbildgebung an das Sphäroid-Modell adaptiert werden.

Chance

Im Vergleich zu anderen Methoden erweist sich die NMR-Mikroskopie als die bildgebende Methode, mit deren Hilfe Tumor-Sphäroide ohne Störung der chemischen und physikalischen Prozesse beobachtet und charakterisiert werden können. Neben der ^1H -Diffusions-Bildgebung, die einzelne Sphäroide darzustellen vermag, lassen

sich auch in vivo ^{31}P - und ^{13}C -NMR-Spektroskopie zur integralen Charakterisierung einer Sphäroid-Population einsetzen. Insbesondere die parameter-selektive NMR-Bildgebung ermöglicht die orts aufgelöste Darstellung von NMR-Parametern (z. B. Diffusionskoeffizienten, Spindichte, T_2 -, T_1 - und $T_{1\rho}$ -Relaxationszeit) und eine Verbesserung der Gewebecharakterisierung aufgrund der Selektion und Zuordnung bestimmter, vorher ermittelter Eigenschaften zu den Parametern.

Lösung

Um Zellen und im speziellen Sphäroide unter ähnlichen Verhältnissen wie im Inkubator untersuchen und charakterisieren zu können, wurde ein spezielles Perfusionssystem mit CO_2 -Begasung für ein einzelnes Sphäroid entwickelt. In dieser Kammer können durch Temperierung auf 37 °C physiologische Bedingungen eingestellt werden, so daß ein Messen der Zellen über einen Zeitraum von 3 – 4 Tagen gewährleistet ist. Mit einem für die Sphäroid-Messungen entwickelten Imaging-Probenkopf konnte so erstmals die Einwirkung eines Detergens auf ein Sphäroid mit Diffusionsbildgebung visualisiert werden.

Umsetzung

Als Detergens wurde zunächst ein positives Reagenz für Zell-Zytotoxizitätstests (HEMA) verwendet. Die Mamma-Karzinomzellen der Zelllinie T47D wurden zunächst 24 Stunden ohne HEMA (siehe Abb. 1) beobachtet und danach mit einer HEMA-Lösung perfundiert. In Abb.1 ist der relativ breite lebende Bereich vom nekrotischen Zentrum des Sphäroids deutlich zu unterscheiden. Nach 16 stündiger Perfusion mit einer HEMA-Mediumlösung hat sich der lebende Randbereich gegenüber dem nekrotischen Zentrum deutlich verschmälert (Abb. 2). In den beiden nachfolgenden Abbildungen ist jeweils die Verteilung des Selbstdiffu-

sionskoeffizienten, der auf der Basis acht diffusionsgewichteter Bilder errechnet worden ist, dargestellt.

Forschungspotential

Das hier genannte bildgebende Verfahren bietet gute Möglichkeiten, um vertiefte Erkenntnisse über die Eigenschaften von Tumorzellen und -aggregaten (Sphäroiden) mit dem Fernziel zu erarbeiten, die Diagnose, die Therapie und die Prognose von Tumoren zu unterstützen.

Projektdurchführung

Dipl.-Chem. Jörg Breidt
Tel.: +49 (0) 6894/980-270
email: joerg.breidt@ibmt.fhg.de

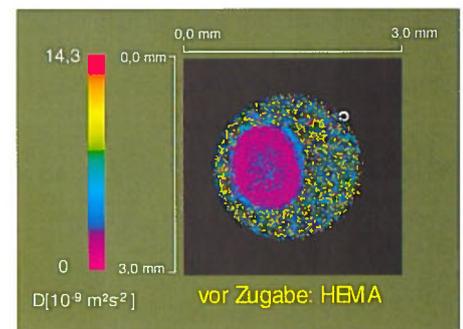


Abb. 1: Diffusionsbild, errechnet aus acht diffusionsgewichteten Bildern vor Zugabe des Detergens HEMA.

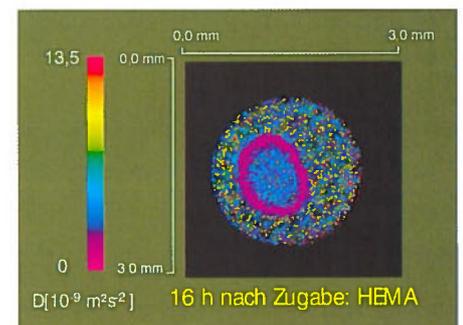


Abb. 2: Gleiches Sphäroid wie in Abb. 1 nach 16-stündiger Einwirkung von HEMA.

Sensor-Fertigungstechnik

Arbeitsgruppe Sensor-Fertigungstechnik

Dipl.-Ing. Jörg Rupp, Dr. Jörg-Uwe Meyer

Piezoelektrische Verbundmaterialien für die Ultraschall-Durchflußmessung

Ausgangssituation

Die Möglichkeit, mittels Ultraschall berührungsfrei einen Volumenstrom zu messen, bietet gerade in medizinischen Anwendungen, wie z. B. bei extrakorporalen Kreisläufen immense Vorteile. Der Sensor wird an einer beliebigen Stelle von außen auf einen Schlauch aufgesetzt und kommt nicht mit dem Medium in Berührung. Das zugrundeliegende Meßverfahren, das Laufzeit- oder Phasendifferenz-Verfahren, nutzt den Effekt aus, daß sich eine Ultraschall-Welle in einem fließenden Medium in Strömungsrichtung schneller ausbreitet als gegen die Strömungsrichtung. Dieser Meßeffect liegt bei kleinen Schlauchdurchmessern im Nanosekunden- bis Picosekundenbereich. Die untere Meßgrenze ergibt sich aus der Nullpunktstabilität des Wandler-Paares. Bei Nullfluß muß die Laufzeit in und gegen die Strömungsrichtung gleich Null sein. Unsymmetrien im Wanderaufbau führen allerdings auch bei Nullfluß zu einer Laufzeitdifferenz. Ziel ist ein möglichst kleiner Offset mit geringer Temperaturabhängigkeit.

Aufgabe

Ziel war die Entwicklung eines Ultraschall-Wandlers, der sehr einfach vom Kunden zu assemblieren ist. Technische Randbedingungen waren weiterhin eine hohe Übertragungsbandbreite sowie gute Temperaturstabilität bezüglich der Laufzeitdifferenz bei Nullfluß. Die Schallfeldgeometrie war so zu gestalten, daß eine homogene Durchschallung des Meßkanals und damit eine Unabhängigkeit vom Strömungsprofil erreicht wird.

Ergebnis

Es wurden Ultraschall-Wandler entwickelt, die als schallerzeugendes Element ein 1-3 Composite-Material

besitzen. Die geforderten elektroakustischen Eigenschaften werden allein durch das Composite-Material erfüllt, so daß der Wandler weder akustische Anpaßschichten noch ein Backing benötigt. 1-3 Composites bieten gegenüber dem Einsatz konventioneller, unstrukturierter Keramiken darüber hinaus folgende Vorteile:

- effektive und breitbandige Schallerzeugung und -einkopplung,
- Anpassung und Entkopplung der Schwingungsmoden,
- großes Frequenzspektrum (1 MHz bis >7 MHz),
- einfache Weiterverarbeitung,
- geometrische Flexibilität,
- beliebige laterale Abmessungen.

Technische Daten

Mechanische Güte: $QM \leq 20$
Mittelfrequenz: 2 MHz
Kopplungsfaktor: >60 %
6 dB Bandbreite Wandlerpaar: 710 kHz

Der Herstellungsprozeß mittels Dice&Fill-Technik wurde so optimiert, daß eine hohe Reproduzierbarkeit nicht nur bzgl. der Strukturierung sondern auch in der Oberflächenbearbeitung und Beschichtung gewährleistet ist. Dies ist Voraussetzung für die geforderte Temperaturstabilität. Im Temperaturbereich von 10 °C bis 50 °C liegt die Nullpunktstabilität bei ± 60 ps.

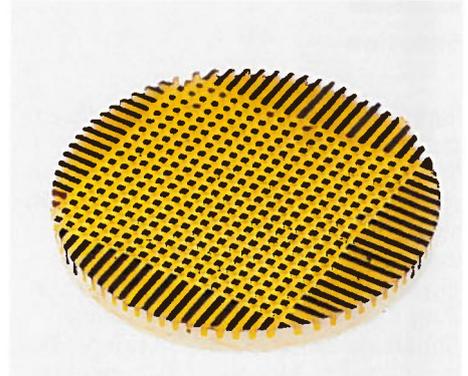


Abbildung 1: Strukturierte Piezokeramik.

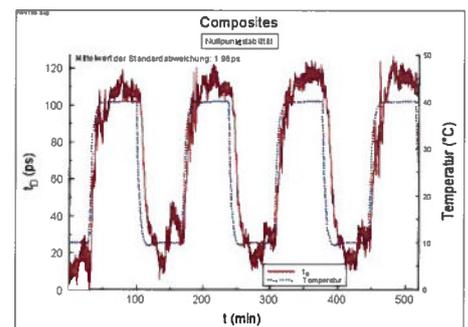


Abbildung 2: Nullpunktstabilität von ± 60 ps zwischen 10 °C und 50 °C.

Potential

Mit Hilfe der aus dem Systementwurf bzw. der Systemrealisierung bekannten Anforderungen an die piezoelektrischen Materialien, der Kenntnis über existierendes Marktpotential und der bereits am Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik durchgeführten konventionellen Fertigung, werden kostengünstige Fertigungskonzepte für piezoelektrische 1-3 Composite-Materialien entwickelt und realisiert. Das im Bereich der Simulation aber auch in der Herstellung piezoelektrischer Verbundmaterialien vorhandene Know-how ermöglicht die Fertigung von anwenderspezifischen Kleinserien, wobei sich die Anwenderspezifikation sowohl auf die lateralen als auch auf die piezoelektrischen bzw. piezomechanischen Eigenschaften, wie z. B. akustische Impedanz und PZT-Gehalt, beziehen können. Aufgrund der Automatisierung der Meßtechnik ist eine 100%-Qualitätskontrolle gewährleistet. Geometriedaten werden mittels Bildarchivierungs- und Verarbeitungssystemen aufgenommen.

Maschinen und Meßplätze

Zwei CNC-Diamantkreissägen, Präzisions-Läpp- und Poliermaschine, Flachbett-Schleifmaschinen, Dünnfilm-Prozeßanlagen (Sputtern, Aufdampfen), Lichtmikroskopie, REM, Ultraschall-Mikroskop, Impedanz- und Schallfeldmeßplätze, Zero-Flow-Meßplatz, Klimameßplatz, Laser-Vibrometer.

Stichworte

1-3 Composites
Dice&Fill-Technik
Durchflußmessung

Projektdurchführung

Dipl.-Ing. T. John
Tel.: +49 (0) 6897/9071-12
email: thomas.john@ibmt.fhg.de

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Jörg Rupp
Tel.: 06897/9071-11
email: joerg.rupp@ibmt.fhg.de

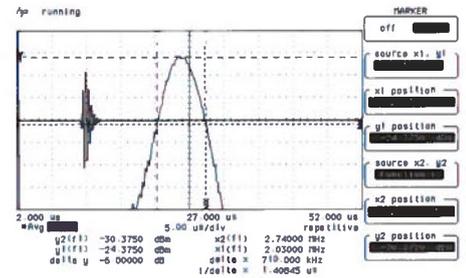


Abbildung 3: Impulsantwort und Amplitudenspektrum.

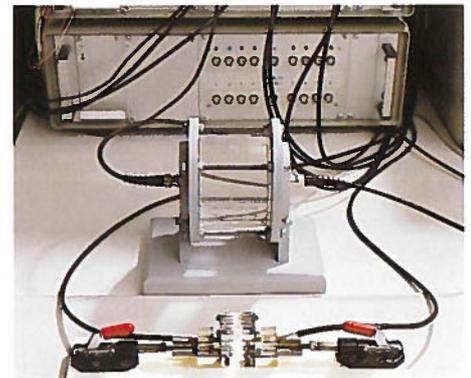


Abbildung 4: Abbildung „Zero-Flow“-Meßplatz.

Ultraschall

Abteilung Ultraschall
Dr. Rainer Michael Schmitt

Ultraschallsystem zur Erkennung von Personen und Kindersitzen in Kraftfahrzeugen

Ausgangssituation

Die Sicherheitstechnik in modernen Kraftfahrzeugen beinhaltet neben Antiblockiersystemen, Seitenaufprallschutz und Gurtstraffern auch den Fahrer- und Beifahrer-Airbag. Letzterer ist jedoch durch von diesem verursachte Verletzungen in den Mittelpunkt des Interesses von Verbesserungen an der Fahrzeugsicherheitstechnik gerückt. Im Normalfall, d. h., wenn ein Insasse durchschnittlicher Körpergröße auf dem Beifahrersitz mit angelegtem Sicherheitsgurt bei einem Frontalaufprall vom bereits vollständig aufgeblasenen Airbag aufgefangen wird, verhindert der Airbag größere Verletzungen im Bereich des Schädels, der Halswirbelsäule und des Brustkorbes. Ist der Insasse zum Zeitpunkt des Aufpralles bzw. zum Auslösezeitpunkt des Airbags „Out of Position“, also nicht in der durch den Fahrzeugsitz vorgegebenen aufrechten Sitzhaltung, so kann der durch einen Explosivstofftreibsatz sich aufblasende Airbag den Insassen wie mit einem Faustschlag verletzen. Auch austretende heiße Gase können zu Verbrennungen führen. Ein weiteres wichtiges Risiko stellt der Beifahrer-Airbag für Kleinkinder dar, die sich in rückwärts zur Fahrtrichtung montierten Kindersitzen befinden. Ist solch ein Kindersitz auf dem Beifahrersitz zum Auslösezeitpunkt des Airbags montiert, so wird das Kleinkind regelrecht nach hinten katapultiert. Aus diesem Grund verbieten die Fahrzeughersteller für Fahrzeuge mit Beifahrer-Airbag meist die Montage solcher Kindersitze auf dem Beifahrersitz.

Aufgabe

Um den Beifahrer-Airbag gegebenenfalls nur mit verminderter Kraft bzw. gar nicht auslösen zu lassen, sollte vom Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik ein Sensor entwickelt werden, welcher die aktuelle Situation detektiert und ggf. an das Airbag-Steuergerät meldet.

Ergebnis

Für diese Detektionsaufgabe wurde ein System entwickelt, welches mit Hilfe von Ultraschall-Signalen den Beifahrersitz abtastet und den aktuellen „Besetztzustand“ bestimmt. Das System kann vier Zustände zuverlässig unterscheiden:

1. Leerer Beifahrersitz.
2. Person sitzt in „normaler“, aufrechter Haltung auf dem Beifahrersitz.
3. Ein rückwärts montierter Kindersitz befindet sich auf dem Beifahrersitz.
4. undefinierter Zustand, z. B. Person ist „Out of Position“.

Projektbeschreibung

Der eigentlichen Systementwicklung ging eine umfangreiche Simulation der Schallfelder voraus. Das System arbeitet bei ca. 70 kHz und tastet den Beifahrersitz nach dem Puls-/Echo-Prinzip ab. Eine Auswerte-Software entscheidet dann, welcher Besetztzustand vorliegt. Da für diese Meßaufgabe keine Ultraschall-Wandler auf dem Markt verfügbar waren, wurden robuste, speziell auch im Hinblick auf eine spätere Serienproduktion konzipierte Wandler mit kleinen Abmessungen entwickelt. Auch die Wandler wurden zunächst mit Hilfe von FEM-Simulationen (Finite Elemente Methode) am Computer entworfen.

Auftraggeber

Die Entwicklung des Detektionssystems wurde von einem großen, weltweit tätigen Automobilzulieferer in Auftrag gegeben.

Projektdurchführung

Dipl.-Ing. Frank Obergrießer
Tel.: +49 (0) 6894/980-222
Fax: +49 (0) 6894/980-400
email: franko@ibmt.fhg.de

Echtzeit-Strömungsprofilrekonstruktion mittels Ultraschall-Tracking-Verfahren

Ausgangssituation

Während im Bereich der Verbrauchsmessung von homogenen Medien, wie z. B. Trinkwasser, Mineralöle etc., bereits viele Meßverfahren existieren und etabliert sind, ergeben sich bei der Durchflußmessung von mehrphasigen Medien, wie z. B. Abwässern und Klärschlämmen, Meßsituationen, die herkömmliche Meßverfahren vor Probleme stellen. Neben der Inhomogenität des Mediums stellen gestörte Strömungsprofile oder auch Teilfüllung der Rohre wesentliche Fehlerquellen dar. Der Großteil der handelsüblichen Meßsysteme kann nur in vollständig gefüllten Rohrleitungen eingesetzt werden. Systeme, die auch bei Teilfüllung arbeiten, sind bislang recht ungenau. Zahlreiche mechanische Meßverfahren, die bewegte Teile enthalten bzw. Querschnittsverengungen oder scharfe Kanten aufweisen, sind für Anwendungen im Schmutzwasser ungeeignet. Verschmutzung und Abrasion am Sensor führen zu Meßfehlern und schließlich zur mechanischen Zerstörung. Des weiteren gestaltet sich der Einbau einer Meßstrecke, vor allem bei großen Nennweiten, als besonders problematisch und kostenintensiv. Zudem sind die Preise üblicher Durchflußmesser bei großen Nennweiten extrem hoch. Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß derzeit kein Meßsystem am Markt ist, welches das gesamte Feld der Durchflußmessung im Abwasserbereich zufriedenstellend abdeckt.

Aufgabe

Ziel war die Entwicklung eines Ultraschall-Verfahrens, welches durch orts aufgelöste Geschwindigkeitsmessung sowohl Strömungsprofilrekonstruktionen als auch die Bestimmung der integralen Größe Volumenstrom in Echtzeit ermöglicht und somit für die oben genannten Meßsituationen geeignet ist.

Ergebnis

Das am Fraunhofer IBMT entwickelte System basiert auf einem Tracking-Verfahren. Dazu werden in periodischen Abständen kurze Ultraschall-Signale in das Medium gesandt und an mitgeführten Streuern, wie etwa Schmutzpartikeln oder kleinen Luftblasen, gestreut. Durch Auswertung der empfangenen Echosignale kann die Positionsänderung der Streuer verfolgt und so die Fließgeschwindigkeit in verschiedenen Tiefen der Flüssigkeit ermittelt werden. Das mit einem digitalen Signalprozessor ausgestattete Gerät erlaubt Meßraten von bis zu 4.000 Messungen pro Sekunde und ermittelt Strömungsprofile in weniger als einer Sekunde. Damit ist auch die Erfassung von dynamischen Strömungsprofilen möglich. Vergleichsmessungen mit magnetisch-induktiven Durchflußmessern ergaben in einem Geschwindigkeitsbereich von 0,6 bis 1,3 m/s Abweichungen $< 1,5\%$, im Bereich von 1,3 bis 7 m/s Abweichungen $< 1\%$ vom Meßwert.

Projektbeschreibung

Das 1995 begonnene Projekt beschäftigte sich zunächst mit der theoretischen und experimentellen Untersuchung des Streuverhaltens von in bewegten Flüssigkeiten mitgeführten Inhomogenitäten. Für die Untersuchung des Dekorrelationsverhaltens wurden theoretische Modelle erstellt, anhand derer eine gezielte Systemoptimierung möglich war. Die entwickelten Algorithmen wurden auf einer DSP-gestützten Hardware implementiert. Vergleichende Messungen mit einem konventionellen Puls-Doppler-System ergaben erhebliche Vorteile bezüglich der maximal detektierbaren Geschwindigkeit (Faktor 10) als auch der Genauigkeit. Der realisierte Prototyp wurde auch zur Messung der Strömungsverteilung bei Misch-, Reaktions-, Trenn- und Absetzprozessen erfolgreich eingesetzt. Das Institut geht bei der Weiterentwicklung des sogenannten Speckle-Trackers auf gezielte Wünsche der Industrie ein. Deshalb werden derzeit rund 800 Ent-

scheidungsträger aus verschiedenen Branchen, wie z. B. Pharma-, Lebensmittel- und chemischer Industrie sowie Wasserwirtschaft, befragt.

Stichworte/Deskriptoren

Strömungsprofilrekonstruktion, Volumenstrommessung, Tracking-Verfahren, Ultraschall.

Projektdurchführung

Dipl.-Ing. Margit Barth
Tel.: +49 (0) 6894/980-222
email: barthm@ibmt.fhg.de

Dipl.-Ing. Jörg Rupp
Tel.: +49 (0) 6897/9071-11
email: joerg.rupp@ibmt.fhg.de

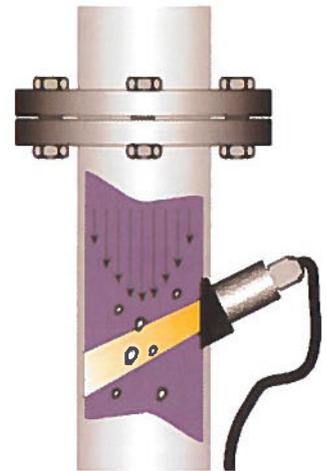


Abbildung 1: Schema-Zeichnung des Speckle-Tracker-Prinzips.

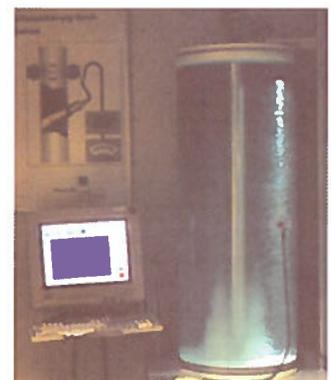


Abbildung 2: Messedemonstrator.

CAD + CAS = CAE

Computer Aided Design + Computer Aided Simulation = Computer Aided Engineering

Situation

In der vom Bundesministerium für Forschung und Technologie in Auftrag gegebenen Studie „Technologie am Beginn des 21. Jahrhunderts“ gehört CAE, also die Kombination aus computer-unterstützter Konstruktion, Funktionsüberprüfung und Optimierung von Produkten, zu den Technologien, die in den nächsten zehn Jahren die größten Entwicklungssprünge machen werden. Der Anspruch nach einer Reduzierung von Entwicklungs- und Herstellungskosten bei höherer Produktqualität setzt ein neues Anforderungsprofil bei der Projektbearbeitung voraus. Die enge Kopplung von Konstruktion und Berechnung bei grafik-orientierten Simulationswerkzeugen ermöglicht es, z. B. das funktionelle Verhalten eines Sensors oder Meßsystems im Computer zu testen, noch bevor der Prototyp existiert.

Lösung

Aufwendige und langwierige Labortests können reduziert werden, wofür z. B. die bei der Automobilentwicklung eingesetzten Crash-Simulationen ein eindrucksvolles Beispiel sind. Komplexe physikalische und technische Sachverhalte können visualisiert und anschaulich werden. Am IBMT wird CAE u. a. bei der Entwicklung von Sensoren angewendet. Dabei ist die Vorgehensweise fast immer dieselbe: Zunächst erfolgt eine genaue Problembeschreibung. Dabei wird spezifiziert, was der Sensor unter welchen Bedingungen zu leisten hat. Erst jetzt beginnt die Arbeit am Rechner. Mit einem handelsüblichen CAD-Programm wird ein Volumenmodell des Sensors konstruiert. Die Sensorfunktion wird danach durch den Einsatz von Simulationswerkzeugen an diesem Modell überprüft. Änderungen an der Konstruktion können durchgeführt werden, bis die aufgestellten Spezifikationen erfüllt sind. Danach erst wird der Prototyp in 'Hardware' umgesetzt, d. h., der erste Sensor gefertigt und getestet. Das Redesign und ggf. Tole-

ranzstudien können dann wieder am Computer durchgeführt werden. Das ist vor allen Dingen bei Sensoren notwendig, bei denen Material- und Lohnstückkosten den Preis bestimmen. Bei dieser Arbeit werden in der Regel am Markt erhältliche Programme, wie z. B. ProEngineer oder ANSYS, eingesetzt. Nur dort, wo sie den gestellten Anforderungen nicht genügen, werden eigene Werkzeuge entwickelt, programmiert und an die kommerziellen Programme gekoppelt.

Potential

Am IBMT hat man für diese Vorgehensweise ein Akronym eingeführt: CATD, Computer Aided Transducer Design. Daneben gibt es Entwicklungsprojekte, die ohne den Einsatz von Simulationen überhaupt nicht durchgeführt werden können, d. h., die entsprechenden Produkte werden durch den Einsatz von Simulationen erst ermöglicht. Ein eindrucksvolles Beispiel dafür ist die Entwicklung von Sensor-Köpfen für die nächste und übernächste Generation von Ultraschall-Diagnosegeräten. Diese Geräte werden hochintegrierte zweidimensionale Sensor-Arrays verwenden, die mit vielen unabhängigen Sende- und Empfangselementen die dreidimensionale elektronische Strahlformung ermöglichen. Mit ihnen können nicht-invasiv Strukturen aus dem Körperinneren in Echtzeit dreidimensional mit hoher Qualität abgebildet werden. Es gibt am Markt bereits Geräte, bei denen dies in Ansätzen realisiert ist. Allerdings liegen dabei die Kosten allein für den Sensor-Kopf mit 256 Einzelelementen bei bis zu 50.000 DM, pro Kanal also 200 DM. Um die dreidimensionale Strahlformung vollständig durchführen zu können, sind theoretisch bis zu 12.000 Elemente erforderlich. Damit wäre aber der Sensor-Kopf unbezahlbar. Ein vielversprechender Ansatz zur Element- und damit auch zur Kostenreduktion besteht in der Ausdünnung des Arrays, d. h., in der Reduktion der Kanalzahl. Dazu müssen die verbleibenden aktiven Elemente auf der Sen-

sor-Fläche optimal verteilt werden. Zusammen mit Firmen aus Frankreich und Norwegen arbeitet die Abteilung Ultraschall am IBMT zur Zeit an der Entwicklung eines solchen Ultraschall-Diagnosegerätes für die Echokardiografie. Für dieses Gerät wären rein theoretisch 2.500 unabhängige Einzelelemente erforderlich, was bei den o. g. Kosten zu einem Gesamtpreis von etwa einer halben Million DM für den Sensor-Kopf führen würde. Die Kanalzahl kann aber auf 300 reduziert werden, ohne allzu große Abstriche bei den dreidimensionalen Eigenschaften machen zu müssen. Es gibt nun über 10^{300} Möglichkeiten, um aus 2.500 die 300 Elemente auszuwählen. Welche davon ist aber die mit den besten dreidimensionalen Eigenschaften? Eine solche Aufgabe läßt sich nur mit Hilfe des Computers und nur durch den Einsatz spezieller Simulationsprogramme bewältigen. Dazu hat die Ressource Simulation einen Algorithmus auf der Basis der Evolutionsstrategie entwickelt, mit dem in der Vergangenheit bereits bei der Entwicklung von Ultraschall-Arrays für die Neonatologie gute Erfahrungen gemacht wurden. Gleichzeitig stellt dieses Projekt die Ingenieure am IBMT vor ein Problem, das inzwischen typisch für die biomedizinische Sensor-Entwicklung ist: die Miniaturisierung. Jeder einzelne Kanal des Arrays ist mit einem eigenen kleinen Ultraschall-Wandler verbunden, der 250 mm lang und breit ist und der eine Dicke von nur 600 µm besitzt. Davon befinden sich 50 mal 50 auf dem Array, von denen letztendlich nur die bereits erwähnten 300 elektronisch kontaktiert und betrieben werden. Der ganze Array wird eine Fläche von 20 x 20 mm abdecken. Damit stellt der Sensor-kopf ein komplexes Mikrosystem dar, das sich mit klassischen Methoden der Ingenieurkunst nicht mehr konstruieren läßt. Auch hier arbeitet das IBMT mit computerunterstützten Entwicklungswerkzeugen. Mit ihnen läßt sich das mechanische, thermische und elektrische Verhalten des Sensorkopfes am Rechner untersuchen. Meßtechnisch sind diese Untersuchungen überhaupt nicht oder nur unter großem gerätetechnischen und zeitlichen Aufwand möglich.

Eines der nächsten Ziele, das sich das IBMT in Sachen CAE gesteckt hat, besteht darin, die Konstruktions- und Simulationsprogramme so mit den Werkzeugen anderer Gruppen zu koppeln, daß sie für die Entwicklung von kompletten Ultraschall-Meßsystemen eingesetzt werden können. Zusammen mit den Kollegen aus der Abteilung Sensor-Fertigungstechnik und aus den Arbeitsgruppen Wandlerbau und Flußmeßtechnik werden zur Zeit Simulationsmodelle entwickelt, mit denen sich komplette ultraschallbasierte „Clamp-on“-Durchflußmeßsysteme kundenspezifisch am Rechner entwickeln und testen lassen. Solche Systeme werden aufgrund ihrer hohen Zuverlässigkeit und Genauigkeit in allen Bereichen der medizinischen und nichtmedizinischen Meßtechnik in zunehmendem Maße eingesetzt.



Projektdurchführung

Dipl.-Ing. Peter K. Weber
Tel.: +49 (0) 6894/980-227
Fax: +49 (0) 6894/980-400
email: peterw@ibmt.fhg.de

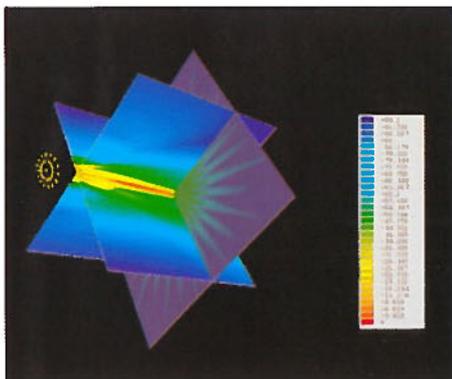


Abbildung1: Dreidimensionale Druckverteilung vor einem 2D-Array (Sensorkopf) für echokardiologische Untersuchungen.

Ein neues Ultraschall-System zur Geschlechts- und Krankheitsdiagnostik bei Papageien

Situation

Etwa 4.000 Vogelarten und auch einige Säugetiere (z. B. Faultiere und Biber) haben keine oder sehr ähnliche äußere primäre Geschlechtsorgane ausgebildet, so daß sich auf visuellem Weg das Geschlecht nicht bestimmen läßt. Zeigen Individuen innerhalb einer Tierart darüber hinaus keine zusätzlichen sekundären Geschlechtsmerkmale (z. B. Hahnenkamm, Geweih oder Stoßzahn) oder Besonderheiten im Erscheinungsbild (z. B. Gefiederzeichnung oder Größe), so nennt man sie geschlechtsmonomorph. In der Natur stellt die Geschlechtsidentifizierung zwischen den Tieren offensichtlich kein Problem dar, wohingegen der Mensch beim Aufbau stabiler Zuchtgruppen auf technische Hilfsmittel angewiesen ist. Endokrinologische, genetische und vor allem endoskopische Untersuchungsmethoden werden zur individuellen Geschlechtsbestimmung dieser Tiere eingesetzt. Die bildliche Darstellung der Gonaden durch die Einführung von starren Endoskopen in die chirurgisch eröffnete Bauchhöhle erwies sich als die sicherste, schnellste und damit verbreitetste Methode bei der Geschlechtsbestimmung von Vögeln. Aufgrund der anatomischen Besonderheiten beim Vogel, wie z. B. die abdominalen Luftsäcke, das kompakte Darmkonvolut und die subseriösen Fetteinlagerungen, galt der Einsatz des Ultraschalles zur Visualisierung der Vogelgonaden bislang als ungeeignet.

Aufgabe

Die Zahl der in der Reproduktionsbiologie auf endoskopischem Weg durchgeführten Geschlechtsbestimmungen bei Tieren wird in Deutschland auf jährlich etwa 45.000 geschätzt. In der Folge des chirurgischen Eingriffes kommt es bei etwa 20% der Tiere zu Komplikationen (z. B. Infektionserkrankung oder Verlet-

zung der Gonaden) bis hin zur Todesfolge (Zahlenwert geschätzt, da unbekannte Dunkelziffer). Es gilt, diesen gefährlichen und teilweise lebensbedrohlichen Eingriff langfristig durch eine für das Tier schonende und die Reproduktionsbiologie sichere Methode zu ersetzen.

Chance

Die direkte bildliche Darstellung der primären Geschlechtsorgane ist unzweifelhaft die beste Möglichkeit zur Geschlechtsbestimmung. Die Anwendung endosonographischer Verfahren ermöglicht, anders als bei Anwendung der herkömmlichen transkutanen Ultraschall-Methoden, bei Einführung von miniaturisierten Ultraschall-Wandlern durch die Kloake in den Enddarm die Umgehung der natürlichen Schallbarrieren beim Vogel. Diese neuartige Methode kann je nach Temperament des Patienten bei ruhigen Tieren sogar ohne Betäubung risikolos angewendet werden. Bei den bislang durchgeführten Untersuchungen wurden keine Verletzungen bei den Tieren beobachtet und die Legeleistung bei Nutzgeflügel nachweislich nicht beeinträchtigt. Das endoskopische Verfahren zur Geschlechtsbestimmung bei Vögeln könnte durch die schonende transintestinale Sonographie abgelöst und damit das durch den chirurgischen Eingriff gegebene Risiko beseitigt werden.

Lösung

Möglich wird die transintestinale Sonographie (TIS) durch ein am Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik (IBMT) entwickeltes Ultraschall-System (s. Bilder 1, 2, 3). Dieses Ultraschall-System bildet die abdominalen Organsysteme (Hoden, Eileiter, Ovarien) mit Hilfe eines neuartigen Linear-

Schallwandlers in dorsaler Schallrichtung ab. In ventraler Schallrichtung können Herz, Teile der Leber, Milz, Drüsenmagen und der Muskelmagen dargestellt werden.

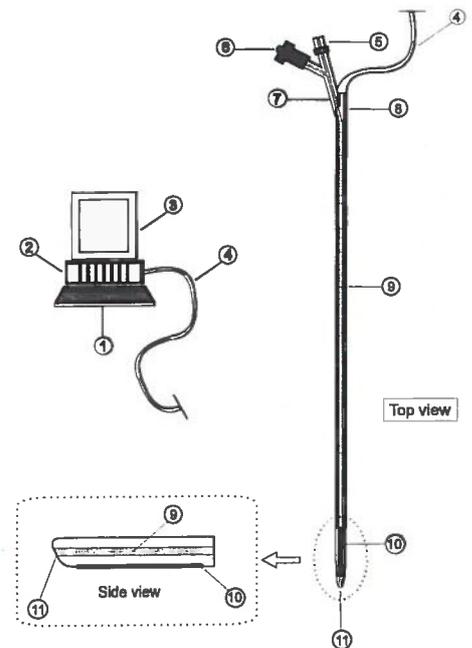


Bild 1: Schematische Darstellung des Ultraschall-Systems mit Linear-Schallwandler.

1. Display für Dateneingabe
2. Ultraschall-Grundgerät
3. Monitor
4. Flexibles Kabel zum Ultraschall-Wandler
5. Guide-Wire-Zugang zum Zentralkanal
6. Luer-Lock-Anschluß für Spülsystem
7. Ansatzstützen zum Zentralkanal
8. Ultraschall-Sondengrundkörper
9. Zentralkanal
10. Linear-Schallwandler (Schallfläche)
11. Ausgang des Zentralkanals

Der Zugang über eine natürliche Körperöffnung erfordert einen miniaturisierten Ultraschall-Wandler, insbesondere wenn Vögel in Papageiengröße untersucht werden sollen. Kommerziell erhältliche Ultraschall-Systeme bieten keine Sonden für transintestinale Verwendung bei mittelgroßen Ziervogelarten (z. B. Papageien, Kakadus, Großsittichen usw.) an. Das Design der Sonde wurde so gewählt, daß bei einem maximalen Außendurchmesser von 4 mm am Ende der flexiblen Kabelführung ein Linear-Array mit 120 einzeln kontaktierten Elementen integriert werden konnte. Bild 2 zeigt den Prototyp der miniaturisierten Sonde, wie er bei Vögeln mit einer Körpermasse ab 200 g zum Einsatz kommt.

Der eigentliche Ultraschall-Wandler ist von einem weichen, biokompatiblen Material mit abgerundeten Ecken umschlossen, um Verletzungen im Dickdarm des Tieres zu vermeiden. Die flexible Kabelzuführung mit integrierter Skala beinhaltet einen Biopsiekanal, der als Spülkanal oder für einen Guide-Wire benutzt werden kann. Außerdem kann damit die Sonde ausgerichtet und gleichzeitig die Eindringtiefe kontrolliert werden. Der Ultraschall-Wandler wird mit einer Frequenz von 10 MHz betrieben und erlaubt eine Auflösung der Strukturen

bis zu 0,3 mm. Jedes einzelne Element des Ultraschall-Wandlers wird von einer vielkanaligen, externen Elektronik individuell angesteuert. Diese Elektronik ist in einem kompakten Gehäuse untergebracht (s. Bild 3), vereint die Signale der Einzelemente und bildet das rückgestreute Ultraschall-Echo gemäß den geometrischen und physikalischen Eigenschaften von Schallwandler und Gewebe auf einem Monitor ab. Das digitale Phased-Array-System (DiPhAS) wurde am Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik (IBMT) entwickelt und steht nunmehr in einer Form zur Verfügung, mit der zahlreiche Schallwandler unterschiedlicher Geometrie und Frequenz in bildgebenden und Doppler-sonographischen Anwendungen unterstützt werden (Linear-, Curved Array-, Circular-, Microconvex-, Anular-, 1,5D-Array-, 2D-Array- oder Phased Array-Schallwandler). Bild 4 zeigt die Untersuchung einer Japanischen Wachtel mit der neuen Sonde. Die Wachtel wurde durch die Untersuchung nicht verletzt und das Zuchtverhalten nachweislich nicht beeinträchtigt. Das Ergebnis der Untersuchung ist in Bild 5 zu sehen. Ein rechteckiger Bereich von 16 x 20 mm wird auf dem Bildschirm abgebildet und zeigt in diesem Fall die Konturen eines Hodens einer Japanischen Wachtel.



Bild 2: Linear-Schallwandler (10 MHz) mit 120 Einzelementen, flexibler Kabelzuführung mit Skala und einem max. Außendurchmesser von 4 mm.

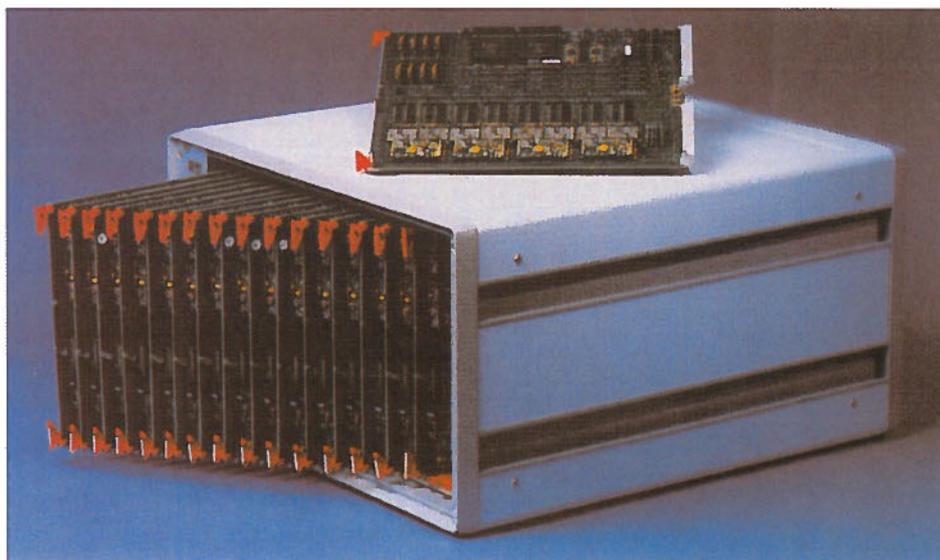


Bild 3: DiPhAS – Digitales Ultraschall-Phased-Array-System. Vielseitig einsetzbares System mit 64 unabhängigen Send-/Empfangseinheiten und 64 Zusatzsendern.

Forschungspotential

Die Ergebnisse der Untersuchungen von 410 Tieren aus 34 verschiedenen Vogelarten haben die Anwendung der transintestinalen Sonographie erfolgreich demonstriert und stellen die Lösung verschiedener Problemstellungen in Aussicht:

1. Früherkennung krankheitsbedingter, systemischer Organveränderungen (z. B. Gicht, Tuberkulose, Aspergillose),
2. Verlaufskontrolle saisonaler Ovar- bzw. Hodenaktivitäten, Ovulations- und Eibildungsprozesse,
3. Darstellung interner genetischer Züchtungsmerkmale und
4. Nicht-invasive Geschlechtsidentifizierung bei monomorphen Vogelarten.

Es gilt nun, mit Hilfe eines industriellen Partners, Sonde und Elektronik kostengünstig zu produzieren und die Technik einem breiteren Anwenderkreis zugänglich zu machen.

Umsetzung

Die transintestinale Sonographie ermöglicht erstmals die Darstellung von Geschlechtsdrüsen, Nieren, Milz, Legeapparat und Bursa fabricii an Vögeln. Da der Vogel dazu häufig nicht unbedingt narkotisiert werden muß und keinerlei Verletzungen auftreten, ergeben sich aus dieser Methode eine Vielzahl diagnostischer und praktischer Anwendungsmöglichkeiten. Damit steht ein nicht-invasives Bildgebungsverfahren zur klinischen Untersuchung von Vögeln und Reptilien mittlerer Größe und eine tierschutzkonforme Alternative zur endoskopischen Geschlechtsbestimmung bei einer sensiblen Gruppe von gefährdeten exotischen Tierarten zur Verfügung.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Dieter Heidmann
Tel.: +49 (0) 6894/ 980-221
Fax: +49 (0) 6894/ 980-400
email: dieter.heidmann@ibmt.fhg.de



Bild 4: Japanische Wachtel (*Coturnix japonicus*). Die Untersuchung erfolgte unter Betäubung durch Lachgas.



Bild 5: Ultraschall-Bild eines Hodens einer Japanischen Wachtel, aufgenommen mit dem hochauflösenden TIS-Transducer (10 MHz).

Ultraschall zur Dosimetrie der Laser-Therapie

Situation

Der Einsatz der Laser-Technik ist weit verbreitet in der minimal-invasiven Chirurgie, um lokal begrenzte, therapeutische Gewebeschädigungen zu erzielen. Typische Anwendungsbeispiele sind die Behandlung von Leber- und Hirntumoren sowie die Reduzierung kammerwasser-produzierender Strukturen beim Glaukom, auch „Grüner Star“ genannt. Basierend auf ärztlicher Erfahrung und anatomischen Normwerten müssen diese Eingriffe vom Operateur „blind“ vorgenommen werden. Ein nicht-invasives Verfahren, das orts aufgelöst während der Behandlung über den erzielten therapeutischen Effekt Auskunft gibt, ist noch nicht verfügbar.

Aufgabe

Um eine eindeutige räumliche Zuordnung der applizierten Laser-Energie innerhalb der zu behandelnden Geweberegion zu gewährleisten, ist in den meisten Fällen eine Bildgebung unverzichtbar. Bei Behandlungszeiten, die zum Teil nur zwei Sekunden betragen, kommt der Echtzeitfähigkeit des Verfahrens eine besondere Bedeutung zu.

Chance

Ultraschall hat sich als nicht-invasive diagnostische Untersuchungsmethode bereits seit langem etabliert und kann sowohl bildgebend zur Identifikation des Zielvolumens eingesetzt werden als auch aufgrund kurzer Schall-Laufzeiten zur Echtzeit-Kontrolle thermisch induzierter Gewebeveränderungen.

Lösung

Ausgenutzt wird dabei, daß die mechanischen Schallwellen bei ihrem Weg durch das menschliche Gewebe empfindlich auf Veränderungen der viskoelastischen Eigenschaften reagieren. Durch Analyse der hochfrequenten, rückgestreuten Signalanteile aus der interessierenden Geweberegion sind zuverlässige Kriterien ableitbar, die vom erreichten Grad der Koagulation abhängen und somit zur Steuerung der Therapie einsetzbar sind.

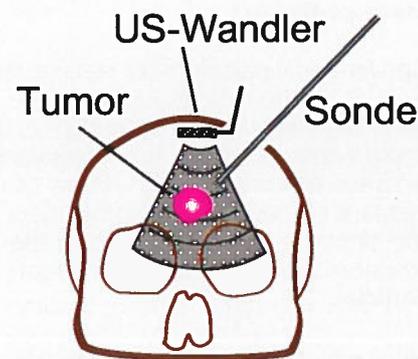
Potential

Auf diese Weise läßt sich eine gezielte Behandlung des tumorösen Gewebes unter Schonung des umgebenden normalen Gewebes erreichen. Daneben läßt sich anhand der Steuerkriterien ein „Mapping“ der Schädigungszone, z. B. als Fehlfarben auf dem konventionellen B-Scan, realisieren, das gleichermaßen zur Therapie-Kontrolle als auch für die Dokumentation mit ihrer zunehmenden Bedeutung in der Medizin eingesetzt werden kann. Ein besonderes Potential kommt dem Verfahren in der klinischen Forschung für ein erweitertes Verständnis der Laser-Gewebewechselwirkung zu.

Weitere Anwendungsgebiete sind die Hyperthermie mit elektrischen Wechselfeldern oder mit Leistungsschall sowie die Steuerung technischer Prozesse, z. B. der Vernetzungsprozesse im Bereich der Polymere.

Projektdurchführung

Dr. Bernhard Kleffner
Tel.: +49 (0) 6894/980-225
email: bernhard.kleffner@ibmt.fhg.de



FTeCH-Fraunhofer Technology Center Hialeah (Außenstelle USA)

Dr. Rainer Michael Schmitt

Acoustic Aerosol Preconditioning

State-of-the-Art

Conventional particle filter techniques such as electrostatic precipitators are generally inefficient in retaining micron and submicron sized emissions. Acoustic preconditioning systems can increase efficiency by agglomerating the aerosol particles and shifting the size distribution to a range of larger particles.

Satisfactory shifts of the particle size distributions are only achieved with extremely strong acoustic fields (sound pressure levels of 140 – 165 dB). For efficient acoustic preconditioning, powerful sound sources are needed to cover large aerosol volumes with intense sound pressure levels.

FTeCH's partner in megasonics, the Institute of Acoustic (IA) in Madrid, Spain, has years of experience in developing high-intensity transducers and acoustic chambers exceptionally well suited for application in acoustic preconditioning systems. Recently, pilot scale testing of a twin acousto-electrostatic precipitator system demonstrated how aerosol preconditioning can reduce micron sized particle emissions up to 70%.

Objective

In partnership with IA, FTeCH brings this promising technology now to the U.S. market. After successful testing in IA's pilot scale agglomeration facility, the technology is now ready for industrial implementation. In the next year, FTeCH will reach out to industries with a specific need for small particle filtration. Potential customers include electric utilities, cement, and chemical industry.

Features and Potential

For the removal of micron or submicron size aerosol particles from waste gases, acoustic preconditioning provides an effective means to dramatically improve efficiencies of conventional filtration systems (electrostatic precipitators, cyclones, etc.).

Sonic preconditioners can be designed as add-on units for existing equipment or as integrated parts of new filter installations. Integration of the acoustic section reduces the dimensions of the conventional filter equipment leading to energy savings and improved filtration efficiency.

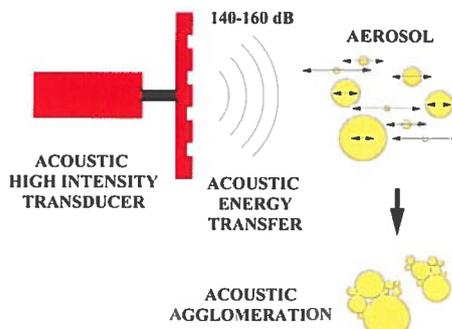
Implementation

FTeCH & IA offer to customers unparalleled high-intensity transducer technology, expertise in acoustic preconditioning applications, and innovative know-how in sonic agglomerator design. Building upon years of experience with bending wave transducers, IA provides services to develop and optimize ultrasound sources and treatment chamber geometries for specific aerosol applications.

FTeCH's Technology Development division employs latest finite element and agglomeration simulation tools to optimize overall system performance including particle retention and energy efficiencies. With its state-of-the-art machining facilities, FTeCH also offers design and manufacturing services for the development of pilot or pre-commercial acoustic preconditioning systems.



Pilot Plant Acoustic Preconditioning of Coal Combustion Emissions



Pilot scale acoustic preconditioning system of the Instituto de Acústica, Madrid

The effective removal of micron sized particles with a twin acousto-electrostatic precipitator has been successfully demonstrated in IA's pilot scale set-up. The installation treated about 1.500Nm³/h of coal combustion fumes (at 150 – 300°C) with an aerosol mass loading of about 5 g/m³.

The graphic shows clearly how the aerosol's particle size distribution centered around one micrometer particulates is affected by high-intensity sonic treatment. With four acoustic sources, each of which with a power of 400 Watts, the total number of aerosol particles is reduced by more than 70%.

Reference:
Proceedings of the "1996 Gas Cleaning at High Temperatures"
Symposium in Karlsruhe, Germany, p. 60–68

Ultrasonic Washing of Textiles

State-of-the-Art

In fluid media, mechanical forces induced by high intensity sound are very efficient in dissolving and displacing adherent contaminants. This technique, used in industrial cleaning applications for years, has strong potential in domestic and commercial textile care systems.

FTeCH's partner in megasonics, the Institute of Acoustic (IA) in Madrid, Spain, has years of experience in developing high-intensity transducer systems, exceptionally well suited for ultrasonic cleaning applications. Recently, ultrasonic textile washing has been successfully demonstrated with a continuous washer prototype that evidenced water savings of up to 50 % and energy savings of up to 80 %.

Objective

In partnership with IA, FTeCH brings this promising technology now to the U.S. market for industrial and residential-scale garment care applications. The general objective is to develop industrial or domestic laundry cleaning systems which reduce the environmental impact through more efficient use of water and energy.

Features and Potential

In comparison with conventional methods, Ultrasonic Washing is much faster, reducing from minutes to seconds the washing cycle. As a consequence, less energy is needed to wash the same amount of textiles.

Additionally, because the cleaning cycle requires only small volumes of liquid, Ultrasonic Washing leads to increased water savings. Besides these obvious environmental benefits, more thorough cleaning can be achieved with deeply penetrating ultrasonic waves. Some studies have also revealed that ultrasonic micro-agitation is

more gentle on fabrics than conventional washing methods.

Application of ultrasound during the rinsing cycle assures faster and more complete removal of residual cleaning agents. Ultrasonic Washing equipment can be implemented in a counter-current mode which once again reduces water consumption and increases the overall cleaning efficiency of the system.

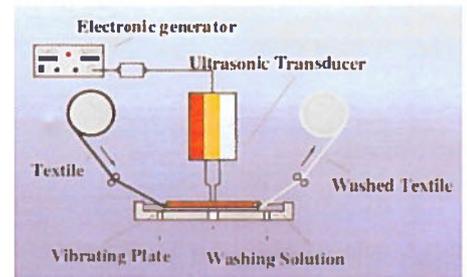
Implementation

FTeCH & IA offer to customers unparalleled high-intensity transducer technology, expertise in ultrasonic cleaning applications, and innovative know-how in ultrasonic textile care. Building upon years of experience with bending wave transducers, IA provides services to develop and optimize ultrasound sources for specific cleaning environments and geometries.

FTeCH's Technology Development division offers latest finite element and flow simulation tools to optimize overall system performance including cleaning and energy efficiencies. With its state-of-the-art machining facilities, FTeCH also provides design and manufacturing services for the development of pilot or pre-commercial ultrasonic washing systems.



Prototype Ultrasonic Textile Care System of the Instituto de Acústica, Madrid



Scheme of High-Intensity Ultrasonic Textile Care

Ultrasonic Cleaning: How Does it Work?

A characteristic property of water is that it is nearly incompressible. If a strong sound wave propagates through such a medium, areas of negative acoustic pressure cause the fluid to fracture, generating so-called "cavitation bubbles." These water vapor-filled bubbles grow first during the negative acoustic pressure cycle and then collapse rapidly when the pressure of the sound wave is reversed. This collapse accompanies a violent implosion of the bubble, generating fluid jets and shock waves which propagate into the fluid.

The micro-agitation occurring in the vicinity of the cavitation bubble effectively displaces soil particles, which are bound to the fabric by ionic or cohesive forces. In the same manner, cavitation also helps accelerate the dissolution of soluble contaminants. It is certainly one of cavitation's most beneficial attributes that this agitation takes place not only at the textile surface, but also deep within the structure of fabric.

Internationale Gäste: Wissenschaftler, Stipendiaten, Gastdozenten

Gastwissenschaftler 1997

Min-Suk Lee	Korean Institute for Science & Technology, KIST, Seoul, Korea
Jae-Chul Pyun	Korean Institute for Science & Technology, KIST, Seoul, Korea
Prof. Dr. T. Watanabe	Tokyo University of Marine Sciences, Tokyo, Japan
Prof. S. Holm	Oslo University, Institute for Informatics, Oslo, Norwegen
Dr. B. Atanasov	Sofia University, Institute of Organic Chemistry, Sofia, Bulgarien

Wissenschaftliche Veröffentlichungen

Diplom-Arbeiten und Promotionen

Name	Fakultät/Fachbereich	Art der Qualifikation
Petter, E.	Elektrotechnik	Promotion
Eberle, W.	Elektrotechnik	Diplom
Matal, T.	Elektrotechnik	Diplom
Folz, T.	Elektrotechnik	Diplom
Goedicke, A.	Elektrotechnik	Studienarbeit
Goedicke, A.	Elektrotechnik	Diplom
Ebner, G.	Maschinentechnik	Diplom
Pfennig, A.	Maschinentechnik	Diplom
Grova, C.	Maschinentechnik	Diplom
Konrad, A.	Werkstoffwissenschaften	Diplom

In Summe wurden im Jahre 1997 am IBMT 1 Promotion, 8 Diplom-Arbeiten und 1 Studienarbeit mit der entsprechenden Zertifizierung beendet.

Publikationen und Vorträge 1997

MEYER, J.-U., KELLER, P. und KUNZ, R.: „Odor Recognition by a Primary Odor Calibrated QCM Sensor Array“.

Vortrag anlässlich des Asian Industrial Technology Congress 1997 in Hong Kong (China), 6.1.-8.1.1997

Proceedings (Environmental Technology) pp. 75-77 (1997).

MEYER, J.-U.: „Technology for Endoluminal Diagnostics“.

Vortrag anlässlich des International Congress „High Care“ in Bochum (Nordrhein-Westfalen), 31.1.-3.2.1997

Abstracts p. 60 (1997).

SCHOLZ, O., PARRAMON, J., MEYER, J.-U. und VALDERRAMA, E.: „The Design of an Implantable Telemetric Device for the Use in Neural Protheses“.

Vortrag anlässlich des XIVth International Symposium on Biotelemetry Marburg (Hessen), 6.4.-11.4.1997

Abstracts p. 49 (1997).

BLAU, C. und MEYER, J.-U.: „Prüfung der Zytotoxizität von Implantaten“.

Vortrag anlässlich des Pôle de L'Hôpital Technologie Transfer-Tages St. Avold (Frankreich), 24.4.1997

MEYER, J.-U., KUNZ, R., KELLER, P. und RUF, H.H.: „Geruchserkennung mittels Primärgerüchen kalibriertem QCM Sensorarray“.

Vortrag anlässlich der 8. Internationalen Messe mit Kongreß für Sensoren, Meßaufnehmer & Systeme Nürnberg (Bayern), 13.5.-15.5.1997

Abstracts pp. 101-105 (1997).

MEISER, G., KIEFER, S. und MEYER, J.-U.: „Eine vergleichende Untersuchung von Auswerteverfahren zur Bestimmung der Zusammensetzung von Gasmischungen mit Gassensor-Arrays“.

Vortrag anlässlich der 8. Internationalen Messe mit Kongreß für Sensoren, Meßaufnehmer & Systeme Nürnberg (Bayern), 13.5.-15.5.1997

Abstracts pp. 149-154 (1997).

DELLWO, U., KELLER, P. und MEYER, J.-U.: „Fabrication and Analysis of a Thick-Film Humidity Sensor Based on MnWO₄“.

Sensors and Actuators A61, 298-302 (1997).

MEYER, J.-U., BEUTEL, H., STIEGLITZ, T., NAVARRO, X., GIESLER, T. und RUF, H.H.: „Interfacing Neural Tissue and other Biological Cells Using Micromachined Devices“.

Vortrag anlässlich des Euro-BME Course „Interaction between Microtechnologies and Biomedical Structures“ Aachen (Nordrhein-Westfalen), 14.10.-15.10.1997

Proceedings pp. 182-197 (1997).

STIEGLITZ, T., MATAL, T. und STAEMMLER, M.: „Ein modularer Multikanal-Stimulator zur Erzeugung von Reizpulsen beliebiger Wellenform für den experimentellen und klinischen Einsatz“.

Vortrag anlässlich der 31. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik e.V. München (Bayern), 22.10.-24.10.1997

Biomed. Tech. 42, 443-444 (1997).

STIEGLITZ, T., BEUTEL, H., BLAU, C. und MEYER, J.-U.: „Flexible Multikanal-Mikroelektroden mit integrierten Zuleitungen zum Einsatz in der Neuroprothetik“.

Vortrag anlässlich der 31. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik e.V. München (Bayern), 22.10.-24.10.1997

Biomed. Tech. 42, 449-450 (1997).

Biomed. Tech. 42, 449-450 (1997).

STIEGLITZ, T., BLAU, C., BEUTEL, H., KELLER, R. und MEYER, J.-U.: „Konzeption und Entwicklung von flexiblen Stimulatorstrukturen innerhalb eines Retina-Implantat-Systems“.

Vortrag anlässlich der 31. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik e.V. München (Bayern), 22.10.-24.10.1997

Biomed. Tech. 42, 458-459 (1997).

Biomed. Tech. 42, 458-459 (1997).

STIEGLITZ, T., SCHUMACHER, S., SEIF, C., BROSS, S., JÜNEMANN, K.-P. und MEYER, J.-U.: „Selektive Aktivierung der Blase mittels quasi-trapezoidaler Pulse bei der sakralen Vorderwurzelstimulation beim Hund“.

Vortrag anlässlich der 31. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik e.V. München (Bayern), 22.10.-24.10.1997

Biomed. Tech. 42, 492-493 (1997).

Biomed. Tech. 42, 492-493 (1997).

STIEGLITZ, T., MATAL, T. und STAEMMLER, M.: „A Modular Multichannel Stimulator for Arbitrary Shaped Current Pulses for Experimental and Clinical Use in Fes“.

Vortrag anlässlich der 19th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Chicago (USA), 30.10.-2.11.1997

Abstracts pp. 1777-1780 (1997).

Publikationen und Vorträge 1997

STIEGLITZ, T., SEIF, C., SCHUMACHER S., BROSS, S., JUENEMANN, K.-P. and MEYER, J.-U.: „Selective Activation of the Urinary Bladder with Quasi-Trapezoidal Pulses in Sacral Anterior Root Stimulation in the Dog“.

Vortrag anlässlich der 19th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society
Chicago (USA), 30.10.-2.11.1997

Abstracts pp. 1807-1809 (1997).

STIEGLITZ, T., BEUTEL, H.-J., KELLER, R., BLAU, C. and MEYER, J.-U.: „Development of Flexible Stimulation Devices for a Retina Implant System“.

Vortrag anlässlich der 19th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society
Chicago (USA), 30.10.-2.11.1997

Abstracts pp. 2307-2310 (1997).

RUF, H.H.: „Prostaglandin Endoperoxidase Synthase – a Heme and Free Radical Enzyme. A Status Report on Spectroscopic Properties, Three-dimensional Structure and Reaction Mechanism“.

In „Bioinorganic Chemistry“ (ed.: A.X. Trautwein), Wiley-VCH Verlag, Weinheim, pp. 373-384 (1997).

STIEGLITZ, T., BEUTEL, H. and MEYER, J.-U.: „A Flexible, Light-Weighted, Multichannel Sieve Electrode with Integrated Cables for Interfacing Regenerating Peripheral Nerves“.

Sensors and Actuators A60, 240-243 (1997).

BLAU, A., ZIEGLER, C., HEYER, M., ENDRES, F., SCHWITZGEBEL, G., MATTHIES, T., STIEGLITZ, T., MEYER, J.-U. and GÖPEL, W.: „Characterization and Optimization of Microelectrode Arrays for in vivo Nerve Signal Recording and Stimulation“.

Biosensors and Bioelectronics 12, 883-892 (1997).

LEISEN, J.: „Technische Anwendungen der NMR-Mikroskopie“.

Technische Rundschau 9, 36-38 (1997).

GERSONDE, K. and LEISEN, J.: „NMR Methods for the Characterization of Rubber Products“.

Vortrag anlässlich des Asian Industrial Technology Congress 1997
in Hong Kong (China), 6.1.-8.1.1997

Proceedings (Manufacturing Technology) pp. 189-192 (1997).

GERSONDE, K.: „Innovation/Technologie – Gibt es neue Arbeitsplätze für St. Ingbert?“

Vortrag anlässlich der Sitzung des Wirtschaftsbeirates der Mittelstadt St. Ingbert
in St. Ingbert, 24.1.1997

ZHANG, W., GERSONDE, K. and LA MAR, G.: „Solution NMR Study of the Structural Basis of the Bohr Effect in the Monomeric Hemoglobins from *Chironomus thummi thummi*“.

Biochemistry 36, 1689-1698 (1997).

GERSONDE, K.: „Microsystems for Intraoperative Diagnostics“.

Vortrag anlässlich des High Care (Patient Care, High Tec Medicine, Micro Therapy, Telecommunication)
in Bochum (Nordrhein-Westfalen), 31.1.-3.2.1997

GERSONDE, K.: „Biomedizinische Technik als Basis für Technologie-Diffusion in industrielle Bereiche“.

Vortrag anlässlich des 8. Verfahrenstechnischen Kolloquiums der Otto von Guericke-Universität Magdeburg
in Magdeburg (Sachsen-Anhalt), 4.2.1997

GERSONDE, K.: „Biomedizinische Technik - Motor medizinischen Fortschritts und Ausgangspunkt für Technologie-Diffusion in industrielle Bereiche“.

Vortrag anlässlich des Innovationsforums Life Science - Chance für Industrie und Technik
in Stuttgart (Baden-Württemberg), 26.3.1997

Messe- und Veranstaltungsspiegel



Abteilung Sensorsysteme/Mikrosysteme:

ACHEMA

Frankfurt, 09.–14. Juni 1997

Gemeinschaftsstand der Fraunhofer-Gesellschaft

Medica

Düsseldorf, 19.–22. November 1997

Gemeinschaftsstand des Saarlandes,
ZPT



Abteilung Ultraschall

ACHEMA

Frankfurt, 09.–14. Juni 1997

Gemeinschaftsstand der Fraunhofer-Gesellschaft

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.

„CO²-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 ortsaufgelösten 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

Potapov, V.; Schön, U.; Hahn-Jose, T.

„Ultraschall Wandler, Luftschall 70 kHz“
P 197 30 388.9

Kleffner, B.; Hahn-Jose, T.

„Verfahren und Vorrichtung zur Zielführung bei medizinischen Punktionseingriffen“
P 197 50 335.7; AT 21.12.1997

Staemmler, M.; Meyer, J.-U.
„Tragbares Funkrufsystem zur mobilen Betreuung“
P 197 01 332.5; AT 03.03.1997
PCT/EP97/06277; IAT 11.11.1997

Staemmler, M.; Siebel, T.
„Intelligente Gelenkkontrolle“
P 197 17 928.2; AT 24.06.1997

Keller, P.; Meyer, J.-U.
„Nanokristalliner CO₂-Sensor“
P 197 44 857.7; AT 16.12.1997

Meyer, J.-U.
„Patch Clamp Multi-Array“
P 197 44 649.3; AT 16.12.1997

Wichard, R.; Paul, V.; Auer, L.
„Intraoperative Ultraschall-Bildgebung“
P 197 55 974.3; AT 16.12.1997

Hahn-Jose, T.
„Breitbandiger Luftschallwandler“
P 197 36 808.5; AT 17.11.1997

Barth, M.; Rupp, J.; Schmidt, F.; Steck, J.
„Verfahren und Vorrichtung zur Messung der Strömungs-
charakteristik und anderer Prozeßparameter“
P 197 40 549.5; AT 15.09.1997

Biehl, M.
„Standardisierte Methode zur Bestimmung des Ober-
flächen-Reibungskoeffizienten von Kathetern“
Erfindungsmeldung 97/33372-IBMT; 02.09.1997

Speicher, C.; Weber, P.; Vater, W.
„Strukturierungs-Verfahren und Fixationsmethode eines ela-
stisch anisotropen Materials auf der Basis von Mikrotubuli“
Erfindungsmeldung 97/33454-IBMT; 20.08.1997

Hahn-Jose, T.
„Integration eines Temperatursensors auf einen piezokera-
mischen Schwinger“
P 197 56 534.4; AT 18.12.1997

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.ibmt.fhg.de>
(deutsch/englisch)
<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) 68 94/9 80-102
FAX: +49 (0) 68 94/9 80-400
email: MaurerA@ibmt.fhg.de

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

Satz und Layout:
Ottweiler Druckerei und Verlag GmbH
Sauermilchstraße 14
D-66564 Ottweiler