



Fraunhofer

IBMT

INSTITUT FÜR BIOMEDIZINISCHE TECHNIK

**JAHRESBERICHT
ANNUAL REPORT**

2015



FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR
BIOMEDIZINISCHE TECHNIK

JAHRESBERICHT
ANNUAL REPORT

2015



VORWORT

Das Jahr 2015 war für das Fraunhofer IBMT ein Jahr der großen Änderungen. Es wurde vor allem geprägt von einer räumlichen, aber auch inneren und strukturellen Neuordnung, die unter anderem durch den Bezug des neuen Hauptsitzes in Sulzbach (Saar) ausgelöst wurde. Mit gewissem Stolz und mit Dank an die Stadt Sulzbach führt das Institut nun eine Hauptadresse, die den Namensgeber unserer Gesellschaft ehrt.

Seit seinem Bestehen hat das IBMT immer wieder gezeigt, dass es eine starke lokale Verankerung im Saarland hervorragend mit internationaler Präsenz und strategischen Außenstellen verbinden kann. Neben der wichtigen Außenstelle in Münster, die Heimat einer der größten Biobanken des Landes – der Umweltprobenbank des Bundes – ist, besitzt das IBMT nun zwei Auslandspräsenzen, die in enger Abstimmung mit der internationalen Strategie der Fraunhofer-Gesellschaft installiert wurden.

Zum einen betreibt das IBMT Labore in Nord-Chile, deren Forschungsprojekte zu Algen für biomedizinische Zwecke den Aufbau von »Fraunhofer Chile« flankieren. Hier ist unser Partner die lokale Universität (Universidad Católica del Norte). Zum anderen hat das IBMT in Abstimmung mit »Fraunhofer UK« nun in Großbritannien ein gemeinsam mit der schottischen Firma »Roslin Cell Science« betriebenes Forschungslabor. Dort werden Produkte – unter anderem für die Pharmaindustrie – basierend auf »induziert pluripotente Stammzellen (iPS)« entwickelt. Angesiedelt ist das Labor in Cambridge auf dem Babraham Campus im für die moderne Biomedizin wohl spannendsten Umfeld in unmittelbarer Nähe zahlreicher Bio-Start-ups, namhafter Pharmahersteller, der Universität Cambridge, des Sanger-Instituts und des European Bioinformatics Instituts (EMBL-EBI). Die Außenstelle wird dabei eng mit den zwei neuen biomedizinischen »Catapult«-Zentren in Großbritannien (»Cell and Gene Therapy« in London und »Precision Medicine« in Cambridge) zusammenarbeiten, die das Fraunhofer-Erfolgsmodell im Auftrag der britischen Regierung etablieren sollen.

Damit einhergehend hat das Fraunhofer IBMT in einem strategischen Prozess seine Kompetenzen und die vielen innovativen Arbeitsgruppen nun in drei gleichberechtigte Linien räumlich und inhaltlich zusammengeführt und Kapazitäten gebündelt. Die drei Hauptabteilungen Medizinische Biotechnologie, Ultraschall und Biomedizintechnik zeigen die Bandbreite des Instituts vom Gerätebau bis hin zur Entwicklung neuartiger Implantate und der starken Präsenz in der zellulären Biotechnologie. Zusätzlich wird sich das Institut seinen Kunden neben den Hauptabteilungen mit drei Geschäftsfeldern präsentieren, deren Leuchtturm-Projekte »Theranostische Implantate (TI)« und »Mobile Hochsicherheitslabore« bereits großes Echo in der Presse erhalten haben.



2015 was a year of significant changes for the Fraunhofer IBMT. It was characterized in particular by a spatial, but also internal and structural reorganization, triggered, among other things, by the move into the new headquarters in Sulzbach (Saar). With a certain degree of pride, and with thanks to the municipal authorities of Sulzbach, the institute now has a main address that honours the man that gave it its name.

Since its foundation, the IBMT has demonstrated consistently that it can perfectly combine a strong local anchoring in Saarland with international presence and strategically located branches. Alongside the important branch in Münster, the home of one of the largest biobanks in the country – the German Environmental Specimen Bank – the IBMT now also has two locations abroad, which were installed in close coordination with the international strategy of the Fraunhofer-Gesellschaft.

The IBMT operates laboratories in northern Chile, whose research projects on algae for biomedical purposes flank the development of "Fraunhofer Chile". Our partner there is the local university (Universidad Católica del Norte). In coordination with "Fraunhofer UK", the IBMT now also has a research laboratory operated jointly with the Scottish company "Roslin Cell Science" in the United Kingdom. Products are being developed there on the basis of "induced pluripotent stem cells" (iPSCs), among others for the pharmaceuticals industry. The laboratory is located in Cambridge on the Babraham Campus in what is probably the most exciting environment for modern biomedicine in direct proximity to numerous bio start-ups, established pharmaceuticals manufacturers, the University of Cambridge, the Sanger Institute, and the European Bioinformatics Institute (EMBL-EBI). The branch will work closely with the two new biomedical "Catapult" centres in the United Kingdom ("Cell and Gene Therapy" in London and "Precision Medicine" in Cambridge) that are to establish the Fraunhofer success model by commission of the British government.

In a strategic process the Fraunhofer IBMT has bundled its capacities and brought its competences and the many innovative working groups together spatially and in terms of content. The three main departments Medical Biotechnology, Ultrasound and Biomedical Engineering show the bandwidth of the institute's activities from device construction right up to the development of innovative implants, as well as the strong presence in the field of cellular biotechnology. Alongside the main departments, the institute now also offers its clients three business areas whose key projects "Theranostic Implants (LTI)" and "Mobile High-Safety Laboratories" have already received a great response from the press.

Der beste Grund, sich als Kunde an das IBMT zu wenden, bleibt aber die einzigartige Belegschaft des Instituts. Hier ist das IBMT das einzige Institut in der Fraunhofer-Gesellschaft, das sowohl Wissenschaftler mit biologischem und medizinischem Hintergrund als auch in etwa gleicher Zahl Ingenieure mit technischem Hintergrund aufweist. Eben jene Mischung und die Erfahrung, Innovationskraft und die Motivation dieser Mitarbeiter führen immer wieder dazu, dass dem IBMT in besonderer Weise der Technologietransfer in die Medizin gelingt und auch für nicht-biomedizinische Projekte überraschende Lösungen gefunden werden. Ohne diese Mitarbeiter gäbe es die Projekte, die Sie auf den folgenden Seiten finden, nicht und daher danken wir ihnen sehr herzlich.

Danken möchten wir auch allen Kunden und Auftraggebern und hoffen, gemeinsam auch in Zukunft wichtige Projekte voranzubringen, die die einzigartige Verbindung zwischen Wirtschaft und Wissenschaft in der Fraunhofer-Gesellschaft reflektieren.

Sulzbach, im Februar 2016



Prof. Dr. Heiko Zimmermann
Institutsleiter des Fraunhofer IBMT



Prof. Dr. Günter R. Fuhr
Institutsleiter des Fraunhofer IBMT

The best reason, however, to become a client of the IBMT is still the unique personnel composition of the institute. The IBMT is the only institute in the Fraunhofer-Gesellschaft that has both scientists with a biological and a medical background, and an equal number of engineers with a technical background. It is this mix and the experience, innovative force and the motivation of these people that allow the IBMT again and again to succeed so well in the transfer of technology to medicine, and to come up with surprising solutions even for non-biomedical projects. Without these employees, the projects you can read about on the following pages would not have been possible, and we would like to thank them most sincerely for this.

We would also like to thank all of our customers and clients, and hope that we can continue to work together in the future to advance important projects that reflect the unique connection between industry and science in the Fraunhofer-Gesellschaft.

Sulzbach, February 2016



Prof. Dr. Heiko Zimmermann
Head of the Fraunhofer IBMT



Prof. Dr. Günter R. Fuhr
Head of the Fraunhofer IBMT

*Blick in den Durchgangsbereich
(»Screen«-Fassade) am Hauptsitz
Sulzbach.*

*View of the passage area
("screen") façade at Sulzbach
headquarters.*





Vorwort	2	NanoUmwelt – Risikoanalyse synthetischer Nanomaterialien in der Umwelt	110
UNSER PROFIL	11	Ultraschall	115
Portfolio	13	Herstellung hochfrequenter Ultraschallarrays und Entwicklung des hochfrequenten Ultraschall-beamformers DiPhAS-HF	126
Von gestern bis heute – Historische Entwicklung	16	Mills-Cross-basierte 3D-Sonarantenne	136
Blick voraus – Standort Sulzbach	24	Biomedizintechnik	143
Kurzportrait	28	»RamanCTC« – Identifizierung und Charakterisierung von blutkreislaufenden Tumorzellen	154
Einbindung in Universitäten und Hochschulen	32	»Fatigue Risk« – Smartes Sensornetzwerk zur Vigilanzanalyse von Piloten bei Langstreckenflügen	166
Einbindung in die Fraunhofer-Gesellschaft	34	FAKTE TEIL	171
Kuratorium	36	Personalia	172
Das Institut in Zahlen	38	Messe- und Veranstaltungsspiegel	173
Organisation und Ansprechpartner	40	Wissenschaftliche Veröffentlichungen	174
MENSCHEN UND MOMENTE	51	Promotionen, Diplom-, Master- und Bachelorarbeiten	174
Wissenschaftliche Ereignisse des Jahres	52	Wissenschaftliche Publikationen und Vorträge	176
DER KUNDE IM MITTELPUNKT	65	Patente	180
Das Forschungs- und Dienstleistungsangebot	66	Impressum	181
UNSERE EINSATZBEREICHE – GESCHÄFTSFELDER	73	Anfahrt	182
Geschäftsfeld Labortechnologie	74		
Geschäftsfeld Theranostik	76		
Geschäftsfeld Medizintechnik	78		
UNSERE KOMPETENZEN / UNSER AN- GEBOT – AUSGEWÄHLTE FORSCHUNGS- ERGEBNISSE UND ANWENDUNGEN	80		
Medizinische Biotechnologie	83		
European Bank for induced pluripotent Stem Cells – EBiSC	96		

Foreword	3	NanoUmwelt – Risk assessment of nanomaterials in the environment	111
OUR PROFILE	11	Ultrasound	115
Portfolio	14	Manufacturing of high-frequency ultrasound arrays and development of the high-frequency ultrasound beam former DiPhAS-HF	127
From yesterday to today – historical development	17	Mills Cross-based 3D sonar antenna	137
Looking ahead – IBMT location in Sulzbach	27	Biomedical engineering	143
Brief portrait	29	"RamanCTC " – Identification and characterization of blood-circulating tumour cells	155
Integration in universities and colleges	33	"Fatigue Risk " – Smart sensor network for vigilance analysis of pilots on long- distance flights	167
Integration in the Fraunhofer-Gesellschaft	35	FACTS SECTION	171
Advisory board	36	Staff	172
The institute in facts and figures	38	Fairs and events	173
Organization and contacts	40	Scientific publications	174
PEOPLE AND MOMENTS	51	Doctorates, diploma, master and bachelor theses	174
Scientific events of the year	53	Publications and presentations	176
THE CUSTOMER AT THE CENTRE	65	Patents	180
The research and service offers	67	Imprint	181
OUR OPERATING FIELDS – BUSINESS AREAS	73	How to find us	182
Business area Laboratory Technology	75		
Business area Theranostics	77		
Business area Medical Engineering	79		
OUR COMPETENCES/OUR OFFERS – SELECTED RESEARCH RESULTS AND APPLICATIONS	80		
Medical biotechnology	83		
European Bank for induced pluripotent Stem Cells – EBiSC	97		

Eingangsbereich des neuen Hauptsitzes in Sulzbach.
Der Erweiterungsbau erfolgte im Rahmen EFRE-geförderter
Baumaßnahmen (Foto: Bernd Müller).

Entrance area of the new headquarters in Sulzbach.
The extension was built within the framework of EFRE-funded
construction measures (Photo: Bernd Müller).

"Investition in Ihre Zukunft"

Erweiterungsbau Biomat-Centre Sulzbach



SAARLAND

Großes entsteht immer im Kleinen.



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Gefördert durch:

Europäische Union

Europäischer Fonds für regionale Entwicklung

Saarländische Landesregierung

Bundesministerium für Bildung und Forschung

UNSER PROFIL

OUR PROFILE

Portfolio

Von gestern bis heute – Historische Entwicklung

Blick voraus – Standort Sulzbach

Kurzportrait

Einbindung in Universitäten und Hochschulen

Einbindung in die Fraunhofer-Gesellschaft

Kuratorium

Das Institut in Zahlen

Organisation und Ansprechpartner

Portfolio

From yesterday to today – historical development

Looking ahead – IBMT location in Sulzbach

Brief portrait

Integration in universities and colleges

Integration in the Fraunhofer-Gesellschaft

Advisory Board

The institute in facts and figures

Organization and contacts

STANDORTE LOCATIONS



Saarland: Hauptsitz am Industriestandort in Sulzbach.
Saarland: Headquarters at the industrial location in Sulzbach.



Saarland: Institut in St. Ingbert.
Saarland: Institute in St. Ingbert.



Nordrhein-Westfalen: Außenstelle Münster.
North Rhine-Westphalia: Branch Münster.



Nordrhein-Westfalen: Biobank in Wolbeck (Fotos: Bernd Müller).
North Rhine-Westphalia: Biobank in Wolbeck (Photos: Bernd Müller).



Außenstelle Cambridge/Babraham, Großbritannien.
Branch Cambridge/Babraham, United Kingdom.



Außenstelle Coquimbo, Chile.
Branch Coquimbo, Chile.

PORTFOLIO

Agierend im internationalen Wachstumsmarkt der Life Sciences und Medizin/Medizintechnik, versteht sich das Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik (IBMT) seit seiner Gründung im Jahr 1987/1992 vornehmlich als Technologieentwickler und Gerätehersteller für Kunden aus aller Welt. Als Gründungsmitglied im heute sechs Institute und eine Einrichtung umfassenden Life Science-Verbund der Fraunhofer-Gesellschaft arbeitet es eng verzahnt mit seinen Kunden aus der Wirtschaft sowie öffentlichen und privaten Auftraggebern in den Geschäftsfeldern Labortechnologie, Theranostik und Medizintechnik zusammen. Die Institutsstrategie ist ausgerichtet auf die Gebiete der Biomedizin-/Medizintechnik (insbesondere nicht- und minimalinvasive sowie miniaturisierte Verfahren), Biotechnologie, Implantate, Kryotechnologie sowie Biobanken und Stammzellforschung. Zukunftsweisende, automatisierbare Labortechnologien, die Entwicklung mobiler Speziallabore (S3, GMP, GCLP, etc.) und Informationstechnologien für Health Care-Lösungen runden das Portfolio des Fraunhofer IBMT ab. Die jahrzehntelange Expertise auf biotechnologisch-medizinischen Forschungs- und Entwicklungsfeldern erlaubt es auch eine Vielzahl rein technischer Aufgaben zu lösen. In diesem Zusammenhang sind ultraschallbasierte Füllstandsmessungen, Spezialtransducer für akustische Anwendungen, aber auch Mikroelektroden und miniaturisierte Manipulationssysteme sowie automatisierte In-vitro-Kulturapparaturen zu nennen.

Gut ausbalanciert zwischen Grundlagen- und Anwendungsforschung unterstützt das Institut den »gelebten« Technologietransfer in die Medizin, Biotechnologie, Labortechnik, Nahrungsmittel-, chemische und pharmazeutische Industrie und Umwelttechnik wie auch in weitere Bereiche der produzierenden Industrie und wissensintensiven Dienstleistung. Das Fraunhofer IBMT arbeitet langjährig erfolgreich auf dem Gebiet der Stammzellforschung und erhielt als erstes Institut der Fraunhofer-Gesellschaft Genehmigungen (Nr. 18, 19 und 44) des Robert-Koch-Instituts zur Einfuhr und wissenschaftlichen Nutzung humaner embryonaler Stammzellen. In den letzten Jahren sind

die Herstellung und Charakterisierung/Expansion induzierter pluripotenter Stammzellen (iPS) hinzugekommen. Das Institut ist im Rahmen eines europäischen Großprojekts am Aufbau einer internationalen iPS-Zellbank beteiligt.

Kernkompetenzen des Fraunhofer IBMT sind:

- Biomedizintechnik/Medizintechnik
- molekulare und zelluläre /medizinische Biotechnologie
- Nano(bio)technologie und molekulare Diagnostik/Therapie
- Kryo(bio)technologie von Kryoprozeduren bis zur Kryomikroskopie
- Konzeption und Aufbau kleiner, mittlerer und großer Biobanken
- Stammzellforschung und Zelldifferenzierung
- Tissue Engineering und Entwicklung neuer In-vitro-Kultursysteme
- Implantate
- Theranostik
- Neuroprothetik und technische Implantatkomponenten
- (mobile) Labortechnologie, neue Konzepte drahtloser Energieversorgung
- medizinische und technische Ultraschallanwendungen
- autonome Tiefseesysteme und bildgebende Akustik
- Sensorfertigungstechnik/Mikrosystemtechnik
- telemetrische Daten- und Energieübertragung
- multilokale Sensorik verbunden durch Kommunikationstechnik
- Gesundheitsinformationssysteme/Medizinische Netze

Der Technologietransfer aus der Grundlagenforschung wird entlang der Innovationsschiene über die wissenschaftlich-technische Beratung, Machbarkeitsstudie, Prototypentwicklung, Feldtests bis hin zur Fertigungstechnologie realisiert. Ausgründungen des IBMT übernehmen bei Bedarf die Systemfertigung als Serviceleistung, so dass eine schnellstmögliche Umsetzung der Wünsche unserer Kunden bis hin zum Markt gegeben ist. Weitere Tätigkeitsfelder stellen die Beratung von Venture Capital (VC)-Gesellschaften, die Erarbeitung von Studien und Gutachten sowie die Begleitung von Start-up-Unternehmen dar. Das IBMT

PORTFOLIO

ist im Saarland sowie seit Anfang 2012 auch in Nordrhein-Westfalen in Münster tätig. Als neue Auslandsaktivität ist die Gründung einer Arbeitsgruppe und Außenstelle des Fraunhofer IBMT in Chile (Coquimbo) im Jahr 2013 zu nennen. Seit 2014 besitzt es darüber hinaus eine Außenstelle in Großbritannien, Cambridge (Babraham Research Campus). Die Akquisition und Kundenbetreuung erfolgen weltweit.

Das Institut finanziert sich über Forschungs- und Entwicklungsaufträge öffentlicher und privater (hauptsächlich industrieller) Auftraggeber. Die enge Verbindung einer breiten technischen Kompetenz mit tiefgründigem Wissen auf medizinisch-biologischem Gebiet sowie die Verfügbarkeit modernster Technologien, von der Mikrosystemtechnik, Kryotechnologie und Nanotechnologie bis zur IT und Simulation, verleiht ihm eine herausragende Stellung in Europa.

Das IBMT wurde mit seiner Gründung das 45. Institut in der Gemeinschaft von inzwischen 66 Fraunhofer-Instituten und Forschungseinrichtungen.

Operating in the international growth markets for life sciences and medicine/medical engineering, since its foundation in 1987/1992 the Fraunhofer Institute for Biomedical Engineering (IBMT) has worked primarily as a technology developer and device manufacturer for customers from all over the world. As a founding member of the Life Sciences Group of the Fraunhofer-Gesellschaft, which now comprises six institutes and one research establishment, the Fraunhofer IBMT cooperates closely with its industrial customers as well as public and private customers in the business areas of laboratory technology, theranostics and medical engineering. The IBMT's strategy is focused on the areas of biomedical/medical engineering (especially non-invasive and minimally invasive as well as miniaturized technologies), biotechnology, implants, cryotechnology, biobanks and stem cell research. Trend-setting automated laboratory technologies, the development of mobile special laboratories (S3, GMP, GCLP, etc.) and information technologies for healthcare solutions round off the portfolio of the Fraunhofer IBMT. Decades of expertise in biotechnological and medical research and development fields also allows us to solve a variety of purely technical tasks. This includes ultrasound-based level metering, special transducers for acoustic applications, but also microelectrodes and miniaturized manipulation systems as well as automated in vitro culture devices.

With a good balance between basic and applied research, the institute promotes the "lived" technology transfer in medicine and biotechnology, laboratory technology, food, chemical and pharmaceutical industries and environmental technology as well as in other areas of industry and knowledge-intensive services. For many years, the Fraunhofer IBMT has been working in the field of stem cell research and has been the first institute of the Fraunhofer-Gesellschaft to obtain licences (No. 18, 19 and 44) of the Robert-Koch-Institut to import and use human embryonic stem cells for scientific purposes. In recent years

this has been extended to the production and characterization/expansion of induced pluripotent stem cells (iPSCs). The institute is involved as part of a major European project in building an international iPSC cell bank.

Core competences of the Fraunhofer IBMT are:

- biomedical/medical engineering
- molecular and cellular/medical biotechnology
- nano(bio)technology and molecular diagnostics/therapy
- cryo(bio)technology from cryoprotocols to cryomicroscopy
- design and construction of small, medium-sized and large biobanks
- stem cell research and cell differentiation
- tissue engineering and development of new in vitro culture systems
- implants
- theranostics
- neuroprosthetics and technical implant components
- (mobile) laboratory technologies, new concepts for wireless energy supply
- medical and technical ultrasound applications
- autonomous deep-sea systems and acoustic imaging
- sensor manufacturing/microsystems technology
- telemetric data and energy transmission
- multi-local sensors connected by communications technology
- health information systems/medical networks

The technology transfer from basic research is carried out along the innovation rail, ranging from scientific-technical consulting, feasibility study, prototype development, field testing, right up to manufacturing technology. Spin-off companies of the IBMT take over, as necessary, system manufacturing as a service, so that the fastest possible implementation of our cus-

tomers' needs right up to market readiness is assured. Further business segments include the consulting for venture capital (VC) companies, the compilation of studies and expert assessments as well as support for start-up companies. The IBMT has been active in Saarland and, since early 2012, in North Rhine-Westphalia (Münster). New overseas activities include the foundation of a working group and branch of the Fraunhofer IBMT in Chile (Coquimbo) in 2013. Since 2014 it also has a branch in the United Kingdom, Cambridge (Babraham Research Campus). Acquisition and customer care take place on a global basis.

The institute is funded through research and development contracts of public and private (mainly industrial) customers. The conjunction of broad technological expertise and profound knowledge in the fields of medicine and biology as well as the availability of state-of-the-art technologies from microsystems technology, cryotechnology and nanotechnology, right up to IT and simulation, gives it an outstanding position in Europe.

When it was founded, the IBMT was the 45th institute in the community of now 66 Fraunhofer institutes and research units.

VON GESTERN BIS HEUTE – HISTORISCHE ENTWICKLUNG

Das Fraunhofer IBMT ist die Keimzelle der Medizintechnik in der Fraunhofer-Gesellschaft und das führende Institut in diesem wichtigen Feld mit klinischen und industriellen Anwendungen in der Gemeinschaft der Fraunhofer-Institute.

Mit der Gründung des Instituts für Biomedizinische Technik bzw. eines Vorläufers durch Prof. Dr. Klaus Gersonde im Jahr 1987 verfolgte die Fraunhofer-Gesellschaft das Ziel, natur- und ingenieurwissenschaftliche Forschung, moderne Technik und den Technologietransfer im Bereich der klinischen Forschung im Saarland in Zusammenarbeit mit den Universitätskliniken in Homburg/Saar, der Universität des Saarlandes und Instituten der Helmholtz-, der Leibniz-Gemeinschaft als auch der Max-Planck-Gesellschaft voranzutreiben. Gründungsdirektor Prof. Dr. Klaus Gersonde 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 Kodirektor des Fraunhofer-Instituts für Zerstörungsfreie Prüfverfahren (IZFP) die Leitung des Vorläufers des IBMT, der Hauptabteilung Medizintechnik in St. Ingbert, die sich aufgrund ihrer stetigen Entwicklung bereits 1992 als selbstständiges Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik (IBMT) etablierte.

Am 01. April 2001 fand der altersbedingte Wechsel im Direktorium des Fraunhofer IBMT statt. Prof. Dr. Günter Rolf Fuhr übernahm die Institutsleitung und folgte zum gleichen Datum vom Lehrstuhl für Membranphysiologie an der Humboldt-Universität zu Berlin (seit 1993, bei paralleler Vertretung des Lehrstuhls für

Experimentelle Biophysik seit 2000) einem Ruf auf den Lehrstuhl für Biotechnologie und Medizintechnik an der Medizinischen Fakultät der Universität des Saarlandes. Professor Fuhr ist sowohl Mitglied in der Medizinischen Fakultät als auch kooptiert in der Fakultät Physik und Mechatronik, Mitglied des Zentrums für Bioinformatik sowie kooptiertes Mitglied der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin. Er promovierte 1981 auf dem Gebiet der Photomorphogenese höherer Pflanzen, 1985 habilitierte er sich in der Biophysik. Im Jahr 1999 gründete er ein Zentrum für Biophysik und Bioinformatik an der Humboldt-Universität zu Berlin, dessen erster geschäftsführender Direktor er bis zu seinem Eintritt in die Fraunhofer-Gesellschaft war.

Im November 2012 wurde Prof. Dr. Heiko Zimmermann vom Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft als zweiter Institutsleiter in Vorbereitung der Übernahme der IBMT-Führung nach dem altersbedingten Ausscheiden von Professor Fuhr berufen. Professor Zimmermann studierte Physik in Würzburg und Berlin, promovierte auf dem Gebiet der Biophysik, absolvierte eine Juniorprofessur und wurde 2008 auf eine W3-Professur an der Universität des Saarlandes berufen. Über seinen Lehrstuhl für Molekulare und Zelluläre Biotechnologie/Nanotechnologie ist das IBMT mit der Fakultät für Chemie, Pharmazie, Bio- und Werkstoffwissenschaften verbunden. Am 01. Januar 2015 ging die geschäftsführende Institutsleitung des Fraunhofer-Instituts für Biomedizinische Technik auf Prof. Dr. Heiko Zimmermann über. Das Institut wird bis zum altersbedingten Ausscheiden von Prof. Dr. Günter Fuhr in einer Doppelspitze geleitet.

Prof. Dr. Hagen von Briesen vernetzt das Fraunhofer IBMT mit der Medizinischen Fakultät der Universität des Saarlandes, Fachgebiet Experimentelle Hämatologie. Eine weitere Professur für Biomedizinische Technik, besetzt durch Prof. Dr. Klaus-Peter Hoffmann, Leiter der Hauptabteilung Biomedizintechnik in St. Ingbert, verbindet das IBMT mit der Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes (htw saar). Auf dieser Basis verfügt das Institut über eine exzellente Ausbildungs- und Hochschulkompetenz, was sich in einer Vielzahl von Graduerungs-

Historische Ansicht des IBMT-Gebäudes in St. Ingbert, Möller & Neumann 1956 (Archivbild: Stadtarchiv St. Ingbert).



FROM YESTERDAY TO TODAY – HISTORICAL DEVELOPMENT

The Fraunhofer IBMT is the nucleus of medical engineering in the Fraunhofer-Gesellschaft and the leading institute in this important field, with clinical and industrial applications in the community of the Fraunhofer institutes.

With the foundation of the Institute for Biomedical Engineering, i.e. a precursor thereof, by Prof. Dr. Klaus Gersonde in 1987, the Fraunhofer-Gesellschaft was pursuing the aim of advancing natural science and engineering research, modern technology and the technology transfer in the field of clinical research in Saarland in cooperation with the university clinics in Homburg/Saar, the University of Saarland and the institutes of the Helmholtz and Leibniz communities as well as the Max-Planck-Gesellschaft. Founding director, Prof. Dr. Klaus Gersonde, in 1987, followed a call to the newly established Chair of Medical Engineering in the Department of Clinical Medicine at the Medical Faculty of the University of Saarland and, at the same time, took over as co-director of the Fraunhofer Institute for Non-destructive Testing (IZFP) the management of the precursor of the IBMT, the Main Department of Medical Engineering in St. Ingbert. Due to its steady development, in 1992 this department established itself as an independent Fraunhofer Institute for Biomedical Engineering (IBMT).

On April 1, 2001 there were changes in the management board of the Fraunhofer IBMT due to age reasons. Prof. Dr. Günter Rolf Fuhr became the head of the institute and, at the same time, followed a call from the Chair of Membrane Physiology at the Humboldt University Berlin (since 1993, with parallel representation of the Chair of Experimental Biophysics since 2000) to the Chair for Biotechnology and Medical Technology at the Medical

Faculty of the University of Saarland. Professor Fuhr is a member of both the Medical Faculty and co-opted in the Faculty of Physics and Mechatronics, a member of the Centre for Bioinformatics and co-opted member of the Faculty of Mathematics and Natural Sciences of the Humboldt University Berlin. He received his PhD in 1981 in the field of photomorphogenesis in higher plants; in 1985 he habilitated in biophysics. In 1999 he founded the Centre for Biophysics and Bioinformatics at the Humboldt University Berlin, and served as its first executive director until he joined the Fraunhofer-Gesellschaft.

In November 2012, Prof. Dr. Heiko Zimmermann was appointed by the executive board of the Fraunhofer-Gesellschaft as the second head of institute to take over the direction of the Fraunhofer IBMT after the retirement of Professor Fuhr. Professor Zimmermann studied physics in Würzburg and Berlin, received his doctorate in the field of biophysics, completed a Junior Professorship and was appointed in 2008 to a W3 professorship at the University of Saarland. Through its Chair of Molecular and Cellular Biotechnology/Nanotechnology, IBMT is connected with the Faculty of Chemistry, Pharmacy, Biosciences and Materials Sciences of the University of Saarland. On January 1, 2015, the Managing Head of the Fraunhofer Institute for Biomedical Engineering was transferred to Prof. Dr. Heiko Zimmermann. The institute is headed in a dual management until the retirement of Prof. Dr. Günter Fuhr.

Historical view of the IBMT building in St. Ingbert, Möller & Neumann 1956 (archive picture: St. Ingbert Municipal Archive).

arbeiten (vom Master über die Promotion bis zur Juniorprofessur und Habilitation) und einem regen wissenschaftlichen Leben niederschlägt.

Im Jahr 1994 wurde in konsequenter Weiterentwicklung des seit Institutsgründung praktizierten Technologietransfers die IBMT-Außenstelle Sulzbach/Saar etabliert, in der als erste die Arbeitsgruppe Sensorfertigung ihre Tätigkeit aufnahm. Heute arbeiten dort Biobanken, Kryoelektronik- und Geräteentwicklungsgruppen Seite an Seite mit Immunologen, Molekularbiologen und Biophysikern. Im Jahr 1997 formten sich am Standort Sulzbach/Saar die Biomedizinischen Kompetenzzentren, so dass ein Knotenpunkt für den Wissenstransfer entstand, der vielen Kunden geholfen hat, den für ihr Problem geeignetsten Partner zu finden. Seit Juni 2015 ist die ehemalige Außenstelle Hauptsitz des Fraunhofer IBMT mit Institutsleitung, Verwaltung, Personalabteilung und Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit vor Ort. Im Jahr 2015 bezog darüber hinaus nach Fertigstellung und Übergabe des Erweiterungsbaus auch die neue Hauptabteilung Medizinische Biotechnologie mit ihren Abteilungen Kryo- & Stammzelltechnologie sowie Bioprozesse & Bioanalytik den neuen Hauptsitz in Sulzbach/Saar.

Das 1996 in den USA gegründete und kontinuierlich entwickelte Fraunhofer-IBMT Technology Center Hialeah (FTeCH) in Miami (Florida) wurde im Jahr 2004 nach überaus erfolgreichem Wachstum ausgegliedert und unter der Schirmherrschaft der City of Hialeah in die Selbstständigkeit überführt. Diese Ausgründung des IBMT auf dem amerikanischen Kontinent war der erfolgreiche Abschluss einer mehr als zehnjährigen internationalen Profilbildung des Instituts. Im Laufe des Jahres 2006 konnte als Ergebnis der langjährigen US-Erfahrungen und -Kontakte des IBMT das erste Großprojekt der Bill & Melinda Gates Foundation akquiriert werden. Inzwischen wird das vierte Projekt der Gates Foundation am IBMT bearbeitet, bei einem Gesamtfördervolumen von über 15 Mio. \$. Damit ist das Fraunhofer IBMT vermutlich der größte Drittmittelpfänger der Gates Foundation in Deutschland.

Unter der Leitung von Prof. Dr. Nai-Teng Yu (The Hong Kong University of Science and Technology, HKUST) wurde am 01. Oktober 1998 die IBMT-Repräsentanz China in Shenzhen, Guangdong, ins Leben gerufen (FTeCS), die als weiterer Bestandteil des IBMT-Netzwerks die Verbindungen zu Provinzregierungen und rasch aufstrebenden Industrien in China aufbaute. Im Jahr 2000 wurden die China-Aktivitäten durch das Fraunhofer-IBMT Technology Center in Xiamen (FTeCX) abgerundet. Inzwischen hat das IBMT so viele chinesische Partner gefunden, dass die direkte Kooperation effektiver ist und das Representative Office der Fraunhofer-Gesellschaft in Peking die Vermittlung der Partner und Forschungsaufgaben übernommen hat.

Im November 1998 folgte die Gründung der Arbeitsgruppe Molekulare Bioanalytik in Potsdam-Rehbrücke als einer neuen Außenstelle des Fraunhofer IBMT in Brandenburg. Für die Standortwahl waren die Nähe zum Institut für Biochemie der Universität Potsdam, an dem bereits seit Jahren erfolgreich Biosensoren zur Marktreife entwickelt wurden, und zum schnell wachsenden Markt der Biotechnologie im Raum Berlin-Brandenburg von entscheidender Bedeutung. Diese Arbeitsgruppe entwickelte sich im Jahr 2000 zur Abteilung Molekulare Bioanalytik & Bioelektronik und wurde mit der im Jahr 2001 vom Lehrstuhl des neuen Institutsleiters eingebrachten Arbeitsgruppe Medizinische Biotechnologie & Biochips an der Humboldt-Universität zu Berlin, eingebettet in das Zentrum für Biophysik & Bioinformatik, zur Arbeitsgruppe Medizinische Biotechnologie (AMBT) der Fraunhofer-Gesellschaft zusammengefasst. Für diese zunächst noch dezentralen Arbeitsgruppen wurde ein Teilinstitut des IBMT als Neubau in Golm bei Potsdam errichtet. Der Spatenstich erfolgte am 30. August 2004, das Richtfest am 22. Juni 2005, der Umzug Mitte Oktober 2006 und die Einweihung am 09. Mai 2007. Das Forschungs- und Entwicklungsspektrum der beiden Abteilungen ergänzte sich zu einem Kompetenz-Cluster für Biochipsysteme und Nanobiotechnologie. Der Institutsteil Potsdam-Golm wurde im Jahr 2007 um die Abteilung Nanobiotechnologie & Nanomedizin und die BMBF-Nachwuchsgruppe Biomimetische Materialien & Systeme sowie die vom RZPD übernommene Arbeitsgruppe Biodatenbanken/CRIP erweitert. Über

Prof. Dr. Hagen von Briesen links the Fraunhofer IBMT with the Medical Faculty of the University of Saarland, in the academic discipline of Experimental Haematology. Another professorship for biomedical engineering, occupied by Prof. Dr. Klaus-Peter Hoffmann, Head of the Main Department of Biomedical Engineering in St. Ingbert, links the IBMT with the Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes – University of Applied Sciences of Saarland (htw saar). On this basis the institute has an excellent training and college competence, which is manifested in a wide range of graduation works (from master degrees to doctorates right up to junior professorships and habilitation) and a busy scientific life.

In 1994, the IBMT branch Sulzbach/Saar was established in constant further development of the technology transfer practised since the foundation of the institute – the first working group (Sensor Manufacturing Technology) started its activities here. Today, biobanks, cryoelectronics and device manufacturing groups work side by side with immunologists, molecular biologists and biophysicists. In 1997, several biomedical Centres of Competence were established in Sulzbach to form a cluster for technology transfer that helped many customers to find the most suitable partner for their specific problem. Since June 2015 the former branch has been the headquarters of the Fraunhofer IBMT with institute management, administration, human resources department and press and public relations department all on site. In 2015, after completion and handover of the extension building, the new main department of Medical Biotechnology with its departments of Cryo & Stem Cell Technology as well as Bioprocessing & Bioanalytics also moved into the new headquarters at Sulzbach/Saar.

Founded in 1996 in the U.S. and continuously developed since then, the Fraunhofer IBMT Technology Centre Hialeah (FTeCH) in Miami (Florida) was outsourced in 2004 after extremely successful growth and made independent under the auspices of the City of Hialeah. This outsourcing of IBMT on the American continent was the successful completion of more than ten years of international profile building by the institute. During the year

2006, as a result of many years of U.S. experience and contacts of the IBMT, the first major project of the Bill & Melinda Gates Foundation was acquired. In the meantime the IBMT is working on the fourth project of the Gates Foundation with a total funding of over \$ 15 million. Thus, the Fraunhofer IBMT is probably the largest third-party funding recipient of the Gates Foundation in Germany.

Under the direction of Prof. Dr. Nai-Teng Yu (The Hong Kong University of Science and Technology, HKUST), on October 1, 1998, IBMT's China representative office in Shenzhen, Guangdong (FTeCS) was established, which, as a further component of the IBMT network, built connections to provincial governments and the rapidly emerging industries in China. In 2000, the China activities were rounded off by the Fraunhofer IBMT Technology Centre in Xiamen (FTeCX). Meanwhile, the IBMT has found so many Chinese partners that direct cooperation is more effective, and the representative office of the Fraunhofer-Gesellschaft has taken over the placement of partners and research tasks in Beijing.

In November 1998, this was followed by the establishment of the working group Molecular Bioanalytics in Potsdam-Rehbrücke as a new branch of the Fraunhofer IBMT in Brandenburg. The proximity to the Institute of Biochemistry at the University of Potsdam, where for many years biosensors have been successfully developed to market maturity, and to the rapidly growing biotechnology market in the Berlin-Brandenburg region, were of decisive importance in the selection of the location. This working group developed to become the Department of Molecular Bioanalytics & Bioelectronics in the year 2000, and was joined with the working group Medical Biotechnology & Biochips initiated by the chair of the new head of the institute at the Humboldt University Berlin and embedded in the Centre for Biophysics & Bioinformatics, to form the working group Medical Biotechnology (AMBT) of the Fraunhofer-Gesellschaft. To accommodate these initially decentralized working groups, a branch institute of the IBMT was newly built in Golm near Potsdam. The sod-turning ceremony took place on August 30, 2004, the topping out

eine Nachwuchsforschergruppe konnte weiterhin im Jahr 2010 am Standort Potsdam-Golm ein Laborkomplex zur Entwicklung der »zellfreien Biotechnologie« in Betrieb genommen werden, der sich danach zu einer eigenständigen Abteilung mit drei Arbeitsgruppen entwickelte.

Um die regional an den Standorten Leipzig, Halle und Golm vorhandenen Fraunhofer-Kompetenzen in Bereich Life Sciences synergetisch zu konzentrieren, beschloss der Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft, die überaus erfolgreichen Forschungsaktivitäten in Golm zum 01. Juli 2014 in das Fraunhofer IZI mit Hauptsitz in Leipzig zu integrieren.

Damit schloss das IBMT eine weitere Gründung und Pionierarbeit beim Aufbau der neuen Bundesländer über die Erweiterung des Wissenschaftsparks Potsdam-Golm ab und konzentriert sich nun wieder auf die Region Saar-Lor-Lux und neue Felder der Biotechnologie und Medizintechnik.

Gemeinsam mit dem damaligen saarländischen Ministerpräsidenten Peter Müller eröffnete die Fraunhofer-Gesellschaft unter der Präsidentschaft von Professor Hans-Jörg Bullinger am 09. September 2003 in Sulzbach/Saar die Kryoforschungsbank Eurocryo. Damit nahm das Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik (IBMT) nach dem Zentrum für Kryobiotechnologie & Kryobiophysik eine zweite Einheit zur Entwicklung einer den Anforderungen der zukünftigen Biotechnologie und Medizin entsprechende Technologieplattform in Betrieb. Aufgabe der ursprünglichen »Europäischen Kryoforschungsbank«, dem heutigen »Fraunhofer BioArchiv«, ist es, wertvolle und einzigartige Zellsammlungen (Bioressourcen) aus den verschiedensten Bereichen der Biowissenschaften zu unterstützen und anzulegen sowie moderne automatisierbare Technologien zu entwickeln und diese dritten Nutzern in angewandter Form zu demonstrieren und zur Verfügung zu stellen. Auf bis dahin mehr als 1 200 Quadratmetern wurden Kryolagertanks mit einem Nettovolumen von jeweils bis zu 1 400 Litern installiert

und mit Proben gefüllt. Am 14. September 2007 konnten in einem zweiten Kryohallenteil in Sulzbach eine weitere Kryobank für die Bill & Melinda Gates-Stiftung konzipiert und nach nur einem Jahr Projekt- und Bauzeit in Betrieb genommen werden. Seither können die am AIDS-Programm der Gates Foundation beteiligten Wissenschaftler aus aller Welt Bioreagenzien mit dem Ziel der Entwicklung von HIV-Impfstoffen in einer tiefgekühlten Bibliothek ablegen und sich bei Bedarf schicken lassen. Durch den im Jahr 2015 fertiggestellten Erweiterungsbau sind weitere 1 000 Quadratmeter an nutzbarer Biobankfläche und universell einsetzbare Laboreinheiten der Klassen S1 bis S3 hinzugekommen.

Im Jahr 2004 gründete das Fraunhofer IBMT eine Projektgruppe an der Universität zu Lübeck unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. Charli Kruse, die sich vor allem mit der Gewinnung von Stammzellen aus marinen Organismen, Differenzierungsprotokollen, aber auch neuen Formen der Aquakultur beschäftigen sollte. Über eine Reihe gemeinsamer Patente wurde die Grundlage für die Entwicklung einer Fraunhofer-gemäßen Forschungseinheit gelegt. Gemeinsam mit dem Land Schleswig-Holstein entstand an der Lübecker Universität die Keimzelle eines Instituts der »Marinen Biotechnologie«. Nach einer achtjährigen Aufbauphase unter der Leitung von Prof. Dr. Günter R. Fuhr wurde die Projektgruppe zur Fraunhofer-Einrichtung befördert, die unter der Leitung von Prof. Dr. Charli Kruse einen Institutsneubau auf dem Universitätscampus erhielt und 2013 in die Eigenständigkeit überführt wurde. Das IBMT kann mit Stolz darauf verweisen, im Life Science-Verbund ein Institut mit der größten Ausstrahlung und ein Katalysator für die Technologieentwicklung in allen Feldern der Biotechnologie gewesen zu sein.

Im Jahr 2011 bewarb sich das Fraunhofer IBMT um die vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) ausgeschriebene Umweltprobenbank (Humane Proben) und erhielt den Zuschlag. Seit dem Jahr 2012 betreibt das Fraunhofer IBMT im Rahmen dieses Langzeitprojekts einen zweiten Biobankstandort mit großer Lagerkapazität in Münster/Wolbeck.

ceremony on June 22, 2005, the move in mid-October 2006 and the inauguration on May 09, 2007. The research and development spectrum of the two departments merged to form a competence cluster for biochip systems and nanobiotechnology. The Potsdam-Golm section was extended in 2007 by the Department of Nanobiotechnology & Nanomedicine and the BMBF Junior Research Group Biomimetic Materials & Systems as well as the working group Biodatabases/CRIP assumed by the RZPD. With a group of young researchers it was also possible to start up, in 2010, a lab complex for the development of "cell-free biotechnology" at the Potsdam-Golm location, which later developed to become a separate department with three working groups.

In order to synergetically focus the regionally existing Fraunhofer expertise in the life sciences sector at the sites in Leipzig, Halle and Golm, the executive board of the Fraunhofer-Gesellschaft decided to integrate the highly successful research activities in Golm as of July 1, 2014 into the Leipzig-based Fraunhofer IZI.

The Fraunhofer IBMT thus completed a further foundation and pioneer work in the reconstruction of the New Länder with the expansion of the Science Park Potsdam-Golm and is now focusing again on the Saar-Lor-Lux region and new fields of biotechnology and medical engineering.

In the presence of the former Prime Minister of Saarland, Peter Müller, the Fraunhofer-Gesellschaft, under the patronage of its President Professor Hans-Jörg Bullinger, opened the Cryo Research Bank Eurocryo Saar in Sulzbach/Saar on September 09, 2003. Thus, following the Centre for Cryobiotechnology & Cryophysics, the Fraunhofer Institute for Biomedical Engineering (IBMT) took on a second unit for the development of a technology platform appropriate to all requirements of future biotechnology and medicine. The object of the original "European Cryo Research Bank", today's "Fraunhofer BioArchive", is to support and store valuable and unique collections of cells (bioresources) from numerous areas of life sciences and medicine, as well as to develop modern automatable technologies and demonstrate

and provide them in applied form to third-party users. So far, cryostorage tanks with a volume of up to 1,400 litres each had been installed and filled with samples on an area of more than 1,200 square metres. On September 14, 2007 another cryobank for the Bill & Melinda Gates Foundation was designed and started in a second part of the cryo-hall in Sulzbach after only one year of project and construction work. Since then, scientists from all over the world participating in the Gates Foundation AIDS program can store bioreagents with the aim of developing HIV vaccines in a deep-freeze library and have it sent as needed. Through the extension building completed in 2015, 1,000 square metres were added to the usable area for biobanks and universally usable laboratory units of the class S1 to S3.

In 2004, the Fraunhofer IBMT established a project group at the University of Lübeck led by Prof. Dr. Charli Kruse to deal primarily with the extraction of stem cells from marine organisms and differentiation protocols, but also with new forms of aquaculture. Through a series of joint patents, the basis was laid for the development of a Fraunhofer-specific research unit. Together with the State of Schleswig-Holstein, the nucleus of an institute in the field of "Marine Biotechnology" was created at the University of Lübeck. After an eight-year development phase under the direction of Prof. Dr. Günter R. Fuhr, the project group was promoted as a Fraunhofer research establishment, which, under the direction of Prof. Dr. Charli Kruse, received a new institute building on the university campus and became an independent institute in 2013. Within the Fraunhofer Group for Life Sciences the IBMT can proudly claim to have been the institute with the greatest impact and a catalyst for technology development in all fields of biotechnology.

In 2011, the Fraunhofer IBMT applied for the Environmental Specimen Bank (Human Samples) tendered by the German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety (BMUB) and was awarded the contract. Since 2012, the Fraunhofer IBMT has been operating a second biobank site with large storage capacities in Münster/Wolbeck as part of a long-term project.

Als neue Auslandsaktivität ist die Gründung einer Arbeitsgruppe und Außenstelle des Fraunhofer IBMT in Chile im Jahr 2013 zu nennen. Am 14. September 2011 wurde in Chile am Campus Coquimbo der chilenischen Universidad Católica del Norte (UCN) ein Referenzlabor für »Marine Biomedizin« in Betrieb genommen. Schwerpunkt der Zusammenarbeit ist die angewandte Forschung zur Verwendung von chilenischen Algen in der Biomedizin sowie die Etablierung von Laborgeräten und -technologie zur Nutzung dieser marinen Ressource. Gleichzeitig wurde von Prof. Dr. Misael Camus (Präsident der UCN), Prof. Dr. Heiko Zimmermann und Prof. Dr. Ernesto Cortés (Dekan der Fakultät Marine Wissenschaften) eine Vereinbarung zur Stärkung der wissenschaftlichen Zusammenarbeit unterzeichnet. Aufbauend auf der Zusammenarbeit der letzten zehn Jahre, unter anderem im von der EU geförderten Projekt »Hyperlab« (in Kooperation mit Dr. Julio Vásquez), werden darüber hinaus im Zuge der Internationalisierungsstrategie der Initiative »Labor der Zukunft« Labortechnologien »Made in Germany's Saarland« in Chile etabliert. Unter dem Schirm von Fraunhofer Chile, initiiert über Prof. Dr. Rainer Fischer, Institutsleiter des Fraunhofer IME in Aachen, gegründet durch den Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft im Jahr 2011, werden unter der Leitung von Prof. Dr. Heiko Zimmermann Bioreagenzien aus marinen Algen vor Ort gewonnen und veredelt. Als ein Produkt ist hochreines biokompatibles Alginat zu nennen. In Chile betreibt das IBMT Labore und entwickelt kommerzielle Verwertungen für marine Produkte, wie Bioreagenzien.

Seit 2014 besitzt das Fraunhofer IBMT darüber hinaus eine Außenstelle in Großbritannien (Cambridge, Research Campus Babraham). Das in Cambridge eröffnete Kooperationslabor EFPIA (European Federation of Pharmaceutical Industries and Associations) des IBMT arbeitet in enger Kooperation mit der europäischen forschenden Pharmaindustrie. So wird unter anderem in dem von der europäischen Initiative »Innovative Medicines« geförderten Projekt »EBISC« an dem Aufbau Europas erster Stammzellbank für induzierte pluripotente Stammzellen (iPS) gearbeitet. Für die Entwicklung besserer und sicherer Medikamente sind iPS bzw. daraus differenzierte spezifische Zelltypen von großem Interesse. Für solche großangelegten Screenings

werden hohe Zellzahlen der iPS benötigt. Daher wird hier an schonenden, schnellen und kostengünstigen Lösungen für die Expansion dieser Zellen geforscht. Dazu gehört die Automatisierung von Verfahren und Zellkulturprozessen der iPS, wie die Kultivierung und Differenzierung, bis hin zur Kryokonservierung. Parallel werden Technologien zur genetischen Manipulation von Zellen entwickelt, mit Hilfe derer iPS effizienter generiert oder differenziert werden können.

Diese stark komprimierte Beschreibung der nationalen und internationalen Aktivitäten des IBMT zeigt in typischer Form die Umsetzung des Fraunhofer-Modells zur Förderung der angewandten Forschung und die Bandbreite unserer FuE-Ansätze.

New foreign activity includes the establishment of a working group and a branch facility of the Fraunhofer IBMT in Chile in 2013. On September 14, 2011, a reference laboratory for "Marine Biomedicine" started operations in Chile on Coquimbo campus of Chile's Universidad Catolica del Norte (UCN). Cooperation focuses on applied research on the use of Chilean seaweed in biomedicine and the establishment of laboratory equipment and technology for the use of this marine resource. At the same time, Prof. Dr. Misael Camus (President of the UCN), Prof. Dr. Heiko Zimmermann and Prof. Dr. Ernesto Cortés (Dean of the Faculty of Marine Sciences) signed an agreement to strengthen the scientific collaboration. Based on the cooperation of the last decade, including the EU-funded project "Hyperlab" (in cooperation with Dr. Julio Vásquez) in the course of the internationalization strategy of the initiative "laboratory of the future", lab technology "Made in Germany 's Saarland" will be established in Chile. Under the umbrella of Fraunhofer Chile, initiated by Prof. Dr. Rainer Fischer, Head of the Fraunhofer IME in Aachen, and established by the executive board of the Fraunhofer-Gesellschaft in 2011, bioreagents are extracted and refined from marine algae onsite under the direction of Prof. Dr. Heiko Zimmermann. These are used, for example, to produce high-purity biocompatible alginate. In Chile, the Fraunhofer IBMT operates laboratories and develops commercial applications for marine products such as bioreagents.

Since 2014 the Fraunhofer IBMT also has a branch facility in the United Kingdom (Cambridge, Research Campus Babraham). The Cooperation Laboratory EFPIA (European Federation of Pharmaceutical Industries and Associations) of the Fraunhofer IBMT recently opened in Cambridge cooperates closely with the European pharmaceutical industry. In the project "EBiSC", funded by the European Innovative Medicines Initiative (IMI), Europe's first stem cell bank for induced pluripotent stem cells (iPSCs) will be established. For the development of better and safer medicine, iPSCs or iPSC-derived specific cell types are of high interest. For such high-throughput screenings high numbers of cells are needed in the iPSCs. This is why research is continuing on technologies for the gentle, fast and cheap expansion of these cells.

Automation of cell culture procedures and processes from the cultivation and differentiation of iPSCs right up to the cryopreservation are investigated in the EFPIA lab. Simultaneously, technologies for the safe manipulation of cells are developed with which iPSCs can be generated and differentiated more efficiently.

This highly condensed description of the national and international activities of the Fraunhofer IBMT provides some typical examples of the implementation of the Fraunhofer model for the promotion of applied research and the wide range of our R&D approaches.

BLICK VORAUSS – STANDORT SULZBACH

Die Entwicklung des Standorts Sulzbach des Fraunhofer IBMT ist für die Zukunft des Instituts von großer Bedeutung und trägt der Strukturentwicklung der Saar-Lor-Lux-Region Rechnung. Der Standortausbau ist auf das Biomaterialbanking in Verbindung mit der dafür unabdingbaren Automatisierung der In-vitro-Kultur tierischer und humaner Zellen sowie der molekularen und zellulären Diagnostik für die Forschung und industrielle Anwendung in der Biotechnologie und Medizin ausgerichtet. Die Grundlage hierfür legten die beiden Kryogroßbanken »Eurocryo Saar« und das »Cryorepository« der Bill & Melinda Gates Foundation.

Im Zeitraum von 2008 bis 2015 wurden folgende Maßnahmen durchgeführt:

- Schaffung einer erweiterbaren und innovativen Infrastruktur für die Überführung von Forschungsergebnissen in eine industrielle Nutzung am Standort Sulzbach.
- Ausdehnung der vorhandenen Lagerkapazität von Kryobanken und Aufnahme weiterer Biomaterialbanken.
- Eröffnung neuer Felder der zellulären Biotechnologie und Medizin (In-vitro-Kultursysteme sowie molekulare und genomische Diagnostik) über Pilotprojekte und deren Vorbereitung bezüglich einer industriellen Umsetzung.
- Erarbeitung eines Konzepts für die Bauplanung und Realisierung eines Zentrums für medizinisch ausgerichtete Biotechnologie, das es ermöglicht, eine langfristige und nachhaltige Biotechnologieinfrastruktur in Form eines Gebäudekomplexes im Kernbereich Europas am Standort Sulzbach in Zusammenarbeit mit der Fraunhofer-Gesellschaft aufzubauen (BIO-MAT Center).

Im Jahr 2009 erfolgten die Vergabeverfahren für die Architektenleistungen und Ingenieurdienstleistungen. Im vierten Quartal 2009 fanden mit den im Vergabeverfahren ermittelten Büros erste Planungsgespräche statt. Es hatten sich ca. 50 Büros beworben. Der Entwurf des Architekturbüros hammeskrause, Stuttgart, wurde schließlich zur Realisierung ausgewählt. Durch eine transparente und, trotz der Größe, geradezu filigrane Fassadenstruktur auf der dem Besucher zugewandten Front, wurde der zuvor nüchterne Sechziger-Jahre-Industriebau in ein, seiner Funktion und dem institutionellen Inhalt geschuldetes, modernes Gebäude überführt. Die übrigen Ansichten behielten ihren nüchternen, klar strukturierten Industriehallencharakter, um das seit über 40 Jahren bestehende Ortsbild nicht grundlegend zu verändern. Im Oktober 2011 begannen die Abrissarbeiten und der Aufbau der neuen Räumlichkeiten. Der Baufortschritt in den Jahren 2012 und 2013 mit den neu geschaffenen Lichttinnenhöfen ließ die Großzügigkeit des architektonischen Entwurfs bereits erahnen. Die gute Strukturierung und die Vielseitigkeit der Räumlichkeiten erleichterten die spätere Nutzung der Büros, Labore und Funktionalflächen.

Im Mai 2015 bezogen im ersten Schritt die Institutsleitung, Verwaltung, Personalabteilung und Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit das Gebäude am Standort Sulzbach. In den Folgemonaten schloss sich die neue Hauptabteilung Medizinische Biotechnologie an.



1 Außenansicht Hauptsitz Sulzbach.

2 Blick in den Durchgangsbereich (»Screen«-Fassade).

3 Einer der Lichthöfe im Erweiterungsbau.

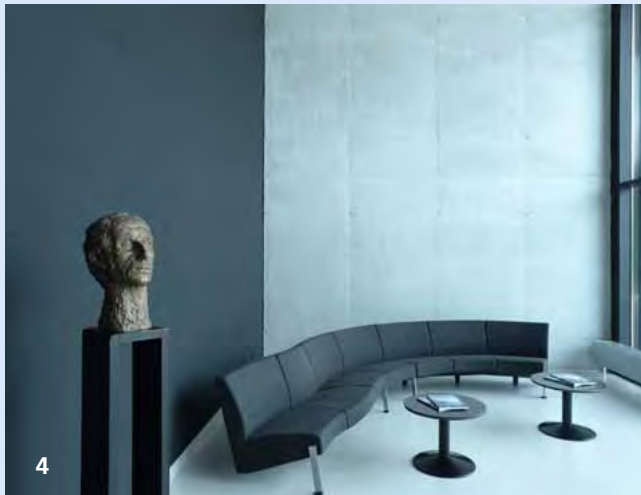
(Fotos: Bernd Müller).

1 Front view of the Sulzbach headquarters.

2 View of the passage area ("screen" façade)

3 One of the atriums in the extension building.

(Photos: Bernd Müller).



4



5



6



6

4 Eingangsbereich und Foyer in Sulzbach.

5 Seminarraum.

6 Blick in die Gebäudetechnikzentrale des Standorts Sulzbach. Hier erfolgt zentral die gesamte Regelung der Gebäudetechnik (Lüftung, Heizung, Kühlung) (Fotos: Bernd Müller).

4 Entrance area and foyer in Sulzbach.

5 Seminar room.

6 View of the central technical control room at the Sulzbach location. All of the technical installations in the building (ventilation, heating, cooling) are controlled from here. (Photos: Bernd Müller).

LOOKING AHEAD – IBMT LOCATION IN SULZBACH

The development of the Fraunhofer IBMT location in Sulzbach is of great importance for the future of the institute, and reflects the structural development in the Saar-Lor-Lux region. The site expansion is focused on biomaterial banking in connection with the automation of in vitro cultures of animal and human cells – which is indispensable for this purpose – as well as molecular and cellular diagnostics for research and industrial applications in biotechnology and medicine. The basis for this was created by two large cryobanks: "Eurocryo Saar" and the "Cryorepository" of the Bill & Melinda Gates Foundation.

From 2008 until 2015 the following tasks have been completed:

- Establishment of an upscalable and innovative infrastructure for transferring research results to industrial usage at the Sulzbach location.
- Extension of the existing storage capacity of cryobanks and addition of further biomaterial banks.
- Establishment of new fields in cellular biotechnology and medicine (in vitro culture systems as well as molecular and genomic diagnostics) on the basis of pilot projects and their preparation with regard to industrial implementation.
- Elaboration of a concept for construction planning and realization of a centre for medically oriented biotechnology that will allow the development of a long-term and sustainable biotechnology infrastructure in the form of a complex of buildings in the centre of Europe at the Sulzbach location in cooperation with the Fraunhofer-Gesellschaft (BIOMAT Centre).

The tendering procedure for the architectural and engineering services took place in 2009. In the fourth quarter of 2009, the first planning discussions were held with the offices selected in the tendering procedure. About 50 offices had applied. The design proposed by the Stuttgart-based architects' office hammerskrause was finally selected for implementation. Due to a transparent and, despite its size, almost delicate façade structure on the front area facing the visitor, the previously sober industrial building from the 1960s had been converted into a modern building in line with its function and institutional content. The other views retained their sober, clearly structured industrial hall character in order not to intrude on the townscape as it has been for more than 40 years. Demolition work and construction of the new premises began in October 2011. The construction progress in the years 2012 and 2013 with the newly created atriums already gave a hint of the generosity of the architectural design. The good structuring and the versatility of the premises facilitate the subsequent use of offices, laboratories and functional areas.

In the first step in May 2015, the institute management, administration, human resources department and press and public relations department moved into the building at the Sulzbach location. They were joined in the following months by the new main department of Medical Biotechnology.

KURZPORTRAIT

Das Fraunhofer IBMT versteht sich vornehmlich als Technologie- und Geräteentwickler und befasst sich in seinen drei Geschäftsfeldern Labortechnologie, Theranostik und Medizintechnik schwerpunktmäßig mit Themen wie der Ankopplung technischer Mikrosysteme an biologische Komponenten wie Zellen und Gewebe, der molekularen und zellulären Biotechnologie mit medizinischen Zielstellungen, der Nano(bio)technologie, der Biokompatibilitätsprüfung, Biobanken- und Kryobiotechnologie, Stammzelltechnologie, Biochipentwicklung, aber auch der Lasermedizin, der Implantat- und Mikrosystemtechnik (Mikrosensorik, Mikroaktorik und Signalverarbeitung), der Ultraschalltechnik, Sensorfertigungstechnik sowie multilokalen Sensorik verbunden durch Kommunikationstechnik, Gesundheitstelematik, telemetrischen Daten- und Energieübertragung. Die dafür notwendigen Grundlagenkenntnisse werden projektgebunden komplettiert und in Kooperation mit der Industrie durch Auftragsentwicklungen in Produkte umgesetzt und dann 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 und Biotechnologie-Unternehmen, sondern auch andere technische Bereiche wie die Polymer- und keramische Industrie, Halbleiterhersteller, Umwelttechnik, Hydraulikindustrie, Lebensmittelindustrie, Haus- und Klimatechnik, Prozess- und Prozessüberwachungstechnik, Fertigungs- und Automatisierungstechnik sowie Materialprüftechnik finden im IBMT Beratung und problemspezifische Lösungen. Machbarkeitsstudien, Prototypentwicklung sowie die Einführung von Kleinserien und permanenten Sensorfertigungslinien bieten die Grundlage für erfolgreiche Verbesserungen und Innovationen. Auf einer Fläche von über 8 000 Quadratmetern entwickelt das Fraunhofer IBMT im Industriepark Sulzbach-Neuweiler neue Techniken zur flexiblen Fertigung von Sensoren und Kryoequipment, die es kleinen und mittleren Unternehmen ermöglichen, z. B. Ultraschall- und Mikrosensoren zu marktfähigen Kosten herzustellen.

Regionale und überregionale Kunden werden in ihrer Wettbewerbsfähigkeit auf dem europäischen Markt durch das IBMT gefördert.

Ein weiteres wichtiges Zukunftsfeld wurde bereits 1994 mit den verstärkten Aktivitäten im Bereich der Medizintelematik erschlossen. Neue Ansätze in der individuellen Versorgung von Patienten durch telemedizinische Dienste werden in zukunftsweisenden Telematikprojekten im Bereich Gesundheitsinformationssysteme und Arzt/Arzt- sowie Arzt/Krankenhaus-Ver-netzung umgesetzt. Aus diesen Arbeiten hat sich in der Zwischenzeit eine hochkompetente Arbeitsgruppe entwickelt, die mit Sachkenntnis und flexibel auf Kundenwünsche eingehen kann.

Mit der 2003 am Standort Sulzbach/Saar eröffneten Kryoforschungsbank begann die Entwicklung einer Technologieplattform für die künftige Biotechnologie und Medizin. Die Aufgabe des heutigen »Fraunhofer BioArchiv« besteht in der Anlage wertvoller und einzigartiger Zellsammlungen (Bioresourcen) aus den verschiedensten Bereichen der Biowissenschaften sowie der Entwicklung und Demonstration moderner automatisierbarer Technologien. Die Lebendablage von Zellsuspensionen erlaubt eine Vermehrung zu jedem späteren Zeitpunkt, insbesondere aber auch retrospektive Untersuchung von Proben. Nach Jahrzehnten kann noch nach Genen, Makromolekülen, Krankheiten, Erregern, Kontamination, ja sogar nach Dingen gesucht werden, für die heute noch nicht einmal die Methoden oder die Kenntnisse existieren. Die Anlage einer Zellbank ist somit die umfangreichste, vollständigste Dokumentation der Eigenschaften von Bioproben. Die Kryobankanlage trägt neben der Forschungsaufgabe den Charakter einer Demonstrationsbank für neue Technologien, insbesondere auch für industrielle Nutzer und die öffentliche Hand. Die im Rahmen eines Projekts der Bill & Melinda Gates-Stiftung entstandene Kryobank und S3-Labore wurden über die Jahre in vier Projekten der Gates Foundation gefördert. Das IBMT ist damit der größte Fördermittelempfänger dieser Industriestiftung in Deutschland.

BRIEF PORTRAIT

The Fraunhofer IBMT considers itself mainly as a technology and device developer, and focuses within its three business areas laboratory technology, theranostics and medical engineering on topics such as the coupling of technical microsystems with biological components such as cells and tissue, molecular and cellular biology for medical purposes, nano(bio) technology, biocompatibility testing, biobanks and cryobiotechnology, stem cell technology, biochip development, but also laser medicine, microsystem technology (microsensors, microactuators and signal processing), ultrasound technology, sensor manufacturing technology as well as multilocal sensors connected by communications technology, healthcare telemetry, telemetric data and energy transmission. The basic know-how necessary for this is built up on a project-related basis and implemented in products in cooperation with industry on the basis of contract developments and then brought to serial production maturity. The bandwidth of activities covers the investigation of basic technological principles, the development of components and systems, right up to the execution of demonstration systems for industrial practice. The IBMT provides consulting and problem-specific solutions not only for the medical engineering industry and biotechnology companies, but also for other technical areas such as the polymer and ceramics industry, semiconductor manufacturers, environmental technology, hydraulics industry, food industry, home systems and air quality and control systems, process and process monitoring technology, production and automation technology, as well as material testing technology. Feasibility studies, prototype development as well as the introduction of small series and permanent sensor manufacturing lines provide the basis for successful improvements and innovations. On an area of more than 8,000 square metres in the industrial campus Sulzbach-Neuweiler, the Fraunhofer IBMT is developing new technologies for the flexible production of sensors and cryo-equipment that will allow small and medium-sized companies to produce, for example, ultrasound and microsensors at market-oriented costs. Regional and supraregional customers are promoted by the IBMT in their ability to compete on the European market.

Work began on another important field for the future as far back as 1994 with the increased activities in the area of health telematics. New approaches to individual healthcare provision to patients using telemedical services are being implemented in trendsetting telematics projects in the area of healthcare information systems and doctor/doctor and doctor/hospital networking. In the meantime, a high-competent working group has developed out of this work that can respond flexibly and expertly to customers' needs.

With the cryo research bank opened in 2003 at the Sulzbach/Saar location, development of a technology platform for future biotechnology and medicine was started. The task of the present-day "Fraunhofer BioArchive" consists in archiving valuable and unique cell collections (bioresources) from numerous areas of biological sciences as well as the development and demonstration of modern automatable technologies. The storage of live cell suspensions means that they can be multiplied at any later time, and, in particular, that samples can be retrospectively examined. Even after decades they can be examined for genes, macromolecules, diseases, pathogens, contamination, and even for things for which the necessary methods or the know-how do not yet exist. Creating a cell bank thus represents the most extensive and complete documentation of the properties of biosamples. Alongside the research task, the cryobank also serves as a demonstration bank for new technologies, in particular for industrial users and the public sector. The cryobank and S3 laboratories developed within the framework of a project of the Bill & Melinda Gates Foundation have been funded over the years in four projects of the Gates Foundation. The IBMT is thus the largest funding recipient of this industrial foundation in Germany.

More than ten years of interdisciplinary research in cryobiotechnology led the Fraunhofer Institute for Biomedical Engineering (IBMT) to the internationally and technologically lead-

Mehr als zehn Jahre interdisziplinäre Forschung in der Kryobiotechnologie haben am Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik (IBMT) zu dem international technologisch führenden Biobankenverbund, dem »Fraunhofer BioArchiv« und der Gründung der »Gemeinschaft Deutscher Kryobanken (GDK)«, geführt. Die realisierte und kommerziell verfügbare Biobanken-Technologieplattform basiert auf mehr als 40 Patentfamilien des Fraunhofer IBMT. Das Fraunhofer IBMT ist Systemanbieter für therapeutisch und diagnostisch ausgerichtete Biobanken und bietet Partnern aus Industrie und Forschung die Entwicklung neuer Kryomedien, optimierte Einfrierprotokolle, Auftragslagerung sowie Planung und Validierung von Kryobanken an.

»Umweltprobenbank – Humanproben«

Die Umweltprobenbank des Bundes bildet ein zentrales Element der Umweltbeobachtung in Deutschland. Seit mehr als 30 Jahren liefert sie dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) eine wichtige wissenschaftliche Grundlage, um Maßnahmen im Umwelt- und Naturschutz ergreifen und deren Erfolg kontrollieren zu können. Die Umweltprobenbank ist eine permanente Einrichtung des BMUB und arbeitet unter der Ägide des Umweltbundesamtes (UBA).

Die Projektgruppe Umweltprobenbank – Humanproben des Fraunhofer-Instituts für Biomedizinische Technik (IBMT) sam-

melt im Auftrag des UBA seit Januar 2012 jährlich an vier Standorten in der Bundesrepublik (Münster, Halle, Ulm, Greifswald) Blut- und Urinproben von jeweils 120 freiwilligen Probandinnen und Probanden für die Umweltprobenbank des Bundes. Jährlich gewinnt das Fraunhofer IBMT somit über 13 000 Einzelproben, die für die Untersuchung der Belastung des Menschen durch Umweltschadstoffe eingesetzt werden können. Ein Teil der Proben wird im Anschluss an die Probenahme auf klinische Parameter (wie z. B. den Cholesteringehalt) hin analysiert. Eine analytische Erstcharakterisierung im Hinblick auf chemische Belastungen wird vom Institut und der Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin (IPASUM) der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg durchgeführt. Der Großteil der jährlich gesammelten Proben wird jedoch vom Fraunhofer IBMT für eine spätere retrospektive Analyse auf umweltrelevante Chemikalien und Verbindungen in kryokonservierter Form unbefristet und veränderungsfrei in der Umweltprobenbank gelagert.

Die Humanproben der Umweltprobenbank des Bundes erlauben einen Überblick über die umweltbedingte Schadstoffbelastung des Menschen. Die wiederholte Untersuchung von vergleichbaren Personengruppen in regelmäßigen Zeitabständen ermöglicht die langfristige Verfolgung von Schadstofftrends, die von grundlegender Bedeutung für die Entwicklung von gesetzlichen Maßnahmen und deren Erfolgskontrolle sind. Mit der zeitlich unbefristeten Kryokonservierung der gesammelten Proben und den damit gegebenen veränderungsfreien Bedingungen wird zudem die Voraussetzung geschaffen, auch zu späteren Zeitpunkten rückblickende Untersuchungen durchzuführen oder Untersuchungen mit neueren und möglicherweise sensibleren Messtechniken zu wiederholen. Somit lassen sich auch noch nach Jahrzehnten retrospektiv Substanzen nachweisen, die zum Zeitpunkt der Einlagerung der Proben noch nicht bekannt oder analysierbar waren bzw. bislang nicht für bedeutsam gehalten wurden.

1 *Jährliche Probenahme mit dem mobilen epidemiologischen Labor (Foto: Bernd Müller).*

2 *Einlagerung der Proben in der Umweltprobenbank des Bundes im Lager Wolbeck bei Münster (Foto: Bernd Müller).*



ing alliance of biobanks, the "Fraunhofer BioArchive", and to the establishment of the "Association of German Cryobanks" (Gemeinschaft Deutscher Kryobanken, GDK). The realized and commercially available biobank technology platform is based on more than 40 patent families of the Fraunhofer IBMT. The Fraunhofer IBMT is a system provider for therapeutically and diagnostically oriented biobanks, and offers partners from industry and research the development of new cryomedia, optimized freezing protocols, contract storage as well as planning and validation of cryobanks.

"Environmental Specimen Bank – Human Samples"

The German Environmental Specimen Bank (ESB) is a central element of environmental monitoring in Germany. For more than 30 years it has been providing the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety (BMUB) with an important scientific basis for measures in environmental protection and nature conservation, and for the control of such measures. The Environmental Specimen Bank is a permanent facility of the BMUB and works under the aegis of the Federal Environment Agency (UBA).

Since January 2012, the project group Environmental Specimen Bank – Human Samples of the Fraunhofer Institute for Biomedical Engineering (IBMT) has been collecting blood and urine samples every year from 120 voluntary subjects at four locations in Germany (Münster, Halle, Ulm, and Greifswald) for the German Environmental Specimen Bank. This provides more than 13,000 individual samples every year for the Fraunhofer IBMT, which can be used to monitor the burden on human beings of environmental toxics. Once they are taken, some of the samples are analyzed for clinical parameters (e.g. cholesterol level). An analytical initial characterization with regard to chemical contamination is carried out by the Institute and Polyclinic for Occupational, Social and Environmental Medicine (IPASUM) of the Friedrich Alexander University of Erlangen-Nuremberg. Most of the samples collected annually, however,

are stored indefinitely and without any changes in cryopreserved form in the Environmental Specimen Bank for later retrospective analysis for environmentally relevant chemicals and compounds.

The human samples of the German Environmental Specimen Bank allow an overview of the environment-related toxic contamination of humans. The repeated analysis of comparable groups of persons at regular intervals makes it possible to track long-term contamination trends which are of fundamental importance for the development of legislative measures and controlling their success. The indefinite cryopreservation of the collected samples and the maintenance of unchanged conditions also create the basis for carrying out retrospective analyses at later dates or for repeating analyses with newer and possibly more sensitive measurement techniques. This means that even decades later it may be possible to identify substances retrospectively which at the time of the samples being put into storage were as yet unknown or not analysable, or formerly not regarded as significant.

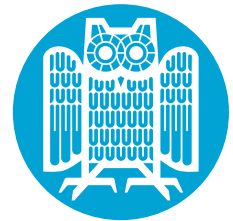
1 Annual sample taking with the mobile epidemiological lab (Photo: Bernd Müller).

2 Storage of the samples in the German Environmental Specimen Bank at the repository in Wolbeck near Münster (Photo: Bernd Müller).

EINBINDUNG IN UNIVERSITÄTEN UND HOCHSCHULEN

Univ.-Prof. Dr. Heiko Zimmermann

Universität des Saarlandes
Fakultät Chemie, Pharmazie, Bio- und Werkstoffwissenschaften
(Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät III)
Lehrstuhl für Molekulare und Zelluläre Biotechnologie/Nanotechnologie



Univ.-Prof. Dr. Günter R. Fuhr

Universität des Saarlandes
Fachbereich Klinische Medizin (Medizinische Fakultät)
Kooptiertes Mitglied in den Naturwissenschaftlich-Technischen
Fakultäten II und III
Mitglied des Zentrums für Bioinformatik
Lehrstuhl für Biotechnologie und Medizintechnik
sowie
Kooptiertes Mitglied der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät I
der Humboldt-Universität zu Berlin



Prof. Dr. Hagen von Briesen

Universität des Saarlandes
Medizinische Fakultät
Fachgebiet Experimentelle Hämatologie

Prof. Dr. Klaus-Peter Hoffmann

Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes (htw saar)
Fachbereich Elektrotechnik
Gründungsprofessur für Biomedizinische Technik

htw saar

INTEGRATION IN UNIVERSITIES AND COLLEGES

Univ.-Prof. Dr. Heiko Zimmermann

Saarland University
Faculty of Chemistry, Pharmacy, Biosciences and Material Sciences
(Faculty of Natural Sciences and Technology III)
Chair of Molecular and Cellular Biotechnology/Nanotechnology

Univ.-Prof. Dr. Günter R. Fuhr

Saarland University
Faculty of Clinical Medicine (Medical Faculty)
Co-opted member in the Faculties of Natural Science and
Technology II and III
Member of the Centre for Bioinformatics
Chair of Biotechnology and Medical Engineering
and
Co-opted member of the Faculty of Mathematics and Natural Sciences I
of the Humboldt University Berlin

Prof. Dr. Hagen von Briesen

Saarland University
Medical Faculty
In the academic discipline of Experimental Haematology

Prof. Dr. Klaus-Peter Hoffmann

University of Applied Sciences of Saarland (htw saar)
Faculty of Electrical Engineering
Founding professorship for Biomedical Engineering

EINBINDUNG IN DIE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

Forschen für die Praxis ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Die 1949 gegründete Forschungsorganisation betreibt anwendungsorientierte Forschung zum Nutzen der Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit 66 Institute und Forschungseinrichtungen. Knapp 24 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von mehr als 2 Milliarden Euro. Davon fallen rund 1,7 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Über 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Knapp 30 Prozent werden von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen entwickeln können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und innovativen Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Zugang zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Mit ihrer klaren Ausrichtung auf die angewandte Forschung und ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien spielt die Fraunhofer-Gesellschaft eine zentrale Rolle im Innovationsprozess Deutschlands und Europas. Die Wirkung der angewandten Forschung geht über den direkten Nutzen für die Kunden hinaus: Mit ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Sie fördern Innovationen, stärken die technologische Leistungsfähigkeit, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen für Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bietet die Fraunhofer-Gesellschaft die Möglichkeit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung für anspruchsvolle Positionen in ihren Instituten, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft. Studierenden eröffnen sich aufgrund der praxisnahen Ausbildung und Erfahrung an Fraunhofer-Instituten hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

Namensgeber der als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft ist der Münchner Gelehrte Joseph von Fraunhofer (1787–1826). Er war als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreich.

¹ *Joseph von Fraunhofer*
(1787–1826).

INTEGRATION IN THE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT



Research of practical utility lies at the heart of all activities pursued by the Fraunhofer-Gesellschaft. Founded in 1949, the research organization undertakes applied research that drives economic development and serves the wider benefit of society. Its services are solicited by customers and contractual partners in industry, the service sector and public administration.

At present, the Fraunhofer-Gesellschaft maintains 66 institutes and research units. The majority of the nearly 24,000 staff are qualified scientists and engineers, who work with an annual research budget of more than 2 billion euros. Of this sum, around 1.7 billion euros is generated through contract research. More than 70 percent of the Fraunhofer-Gesellschaft's contract research revenue is derived from contracts with industry and from publicly financed research projects. Almost 30 percent is contributed by the German federal and Länder governments in the form of base funding, enabling the institutes to work ahead on solutions to problems that will not become acutely relevant to industry and society for five or ten years from now.

International collaborations with excellent research partners and innovative companies around the world ensure direct access to regions of the greatest importance to present and future scientific progress and economic development.

With its clearly defined mission of application-oriented research and its focus on key technologies of relevance to the future, the Fraunhofer-Gesellschaft plays a prominent role in the German and European innovation process. Applied research has a knock-on effect that extends beyond the direct benefits perceived by the customer: Through their research and development work, the Fraunhofer Institutes help to reinforce the competitive strength of the economy in their local region, and throughout Germany and Europe. They do so by promoting innovation, strengthening the technological base, improving the acceptance of new technologies, and helping to train the urgently needed future generation of scientists and engineers.

As an employer, the Fraunhofer-Gesellschaft offers its staff the opportunity to develop the professional and personal skills that will allow them to take up positions of responsibility within their institute, at universities, in industry and in society. Students who choose to work on projects at the Fraunhofer Institutes have excellent prospects of starting and developing a career in industry by virtue of the practical training and experience they have acquired.

The Fraunhofer-Gesellschaft is a recognized non-profit organization that takes its name from Joseph von Fraunhofer (1787–1826), the successful Munich researcher, inventor and entrepreneur.

KURATORIUM

Das Kuratorium des Fraunhofer IBMT besteht aus hochkarätigen Ärzten und Wissenschaftlern sowie Entscheidungsträgern aus Industrie und Wirtschaft, Politik, den Landesbehörden und dem jeweilig amtierenden Präsidenten der Universität des Saarlandes und dem Rektor der Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes. Es berät die Institutsleitung sowie den Vorstand und bewertet jährlich die Leistungen des Instituts.

Mitglieder des Kuratoriums sind:

- **Prof. Dr. Emmeran Gams**, ehemals Direktor der Klinik für Thorax- und Kardiovaskularchirurgie der Heinrich-Heine-Universität, Düsseldorf
- **Prof. Dr. Hartmut Juhl**, Geschäftsführer, Indivumed GmbH, Hamburg
- **Prof. Dr. Volker Linneweber**, Präsident der Universität des Saarlandes, Saarbrücken
- **Prof. Dr. Michael Menger**, Direktor, Abteilung für Chirurgische Forschung, Medizinische Fakultät, Universität des Saarlandes, Homburg/Saar
- **Prof. Dr. Nikolaus Müller-Lantzsch**, Präsident der Gesellschaft für Virologie, Emeritus der Universität des Saarlandes, Institut für Virologie, Homburg/Saar
- **Bernd Pfeil**, Vizepräsident Central Europe Sales + Marketing, EBV Elektronik GmbH & Co. KG, Poing
- **Dr. Susanne Reichrath**, Beauftragte der Ministerpräsidentin für Hochschulen, Wissenschaft und Technologie, Staatskanzlei des Saarlandes, Saarbrücken
- **Prof. Dr. Wolrad Rommel**, Rektor der Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes, Saarbrücken
- **Dipl.-Ing. Otmar Peter Schön** (Vorsitzender), Geschäftsführender Gesellschafter, Fa. Hydac Technology GmbH, Sulzbach/Saar
- **Dr.-Ing. Harald Stallforth**, Mitglied der Geschäftsleitung, Forschung & Entwicklung, Aesculap AG & Co. KG, Tuttlingen
- **Prof. Dr. Michael Stuke**, Max-Planck-Institut für Biophysikalische Chemie, Laser Materials Processing, Göttingen

Ehrenkurator seit 2015: Prof. Dr. José G. Esparza-Bracho, University of Maryland, School of Medicine.

ADVISORY BOARD

The advisory board of the Fraunhofer IBMT consists of high-quality doctors and scientists as well as decision-makers from industry and commerce, politics, local government, the respective current President of the University of Saarland and the Rector of the Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes – University of Applied Sciences of Saarland. It advises the institute management and the executive board and makes an annual evaluation of the performance of the institute.

Members of the advisory board are:

- **Prof. Dr. Emmeran Gams**, former Director of the Clinic for Thoracic and Cardiovascular Surgery, Heinrich Heine University, Düsseldorf
- **Prof. Dr. Hartmut Juhl**, CEO Indivumed GmbH, Hamburg
- **Prof. Dr. phil. Volker Linneweber**, President of the University of Saarland, Saarbrücken
- **Prof. Dr. Michael Menger**, Director of the Department of Surgery Research, Medical Faculty, University of Saarland, Homburg/Saar
- **Prof. Dr. Nikolaus Müller-Lantzsch**, President of the Society for Virology, Emeritus of the University of Saarland, Institute for Virology, Homburg/Saar
- **Bernd Pfeil**, Vice President of Central Europe Sales + Marketing, EBV Elektronik GmbH & Co. KG, Poing
- **Dr. Susanne Reichrath**, Delegate of the Prime Minister for Universities, Science and Technology, State Chancellery of Saarland, Saarbrücken
- **Prof. Dr. Wolrad Rommel**, Rector of the Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes – University of Applied Sciences of Saarland, Saarbrücken
- **Dipl.-Ing. Otmar Peter Schön**, Managing Director, Hydac Technology GmbH, Sulzbach/Saar (Chairman)
- **Dr.-Ing. Harald Stallforth**, Executive Vice President, Research & Development, Aesculap AG & Co. KG, Tuttlingen
- **Prof. Dr. Michael Stuke**, Max Planck Institute for Biophysical Chemistry, Laser Materials Processing, Göttingen

Honorary advisory board member since 2015: Prof. Dr. José G. Esparza-Bracho, University of Maryland, School of Medicine, U. S.



Im Rahmen einer feierlichen Nominierungsveranstaltung wurde Prof. Dr. José Esparza am 13. November 2015 zum Ehrenmitglied des IBMT-Kuratoriums ernannt. Prof. Dr. Esparza arbeitet seit vielen Jahren mit dem Fraunhofer IBMT zusammen, zunächst als Direktor der Impfstoffentwicklung der WHO-UNAIDS und später als Programm-Manager bei der Bill & Melinda Gates Foundation. Seit 2014 ist er Professor für

Medizin an der Universität von Maryland (Washington DC). In seiner Zeit bei der Gates Foundation betreute er das IBMT, das nunmehr seit fast 10 Jahren als Zentraleinrichtung der »Collaboration for AIDS Vaccine Discovery« in nennenswerter Weise von der Gates Foundation gefördert wird.
V. l. n. r.: Prof. Dr. Günter Fuhr (IBMT), Prof. Dr. José Esparza (Mitte), Otmar Schön (Hydac, Vorsitzender des IBMT-Kuratoriums).

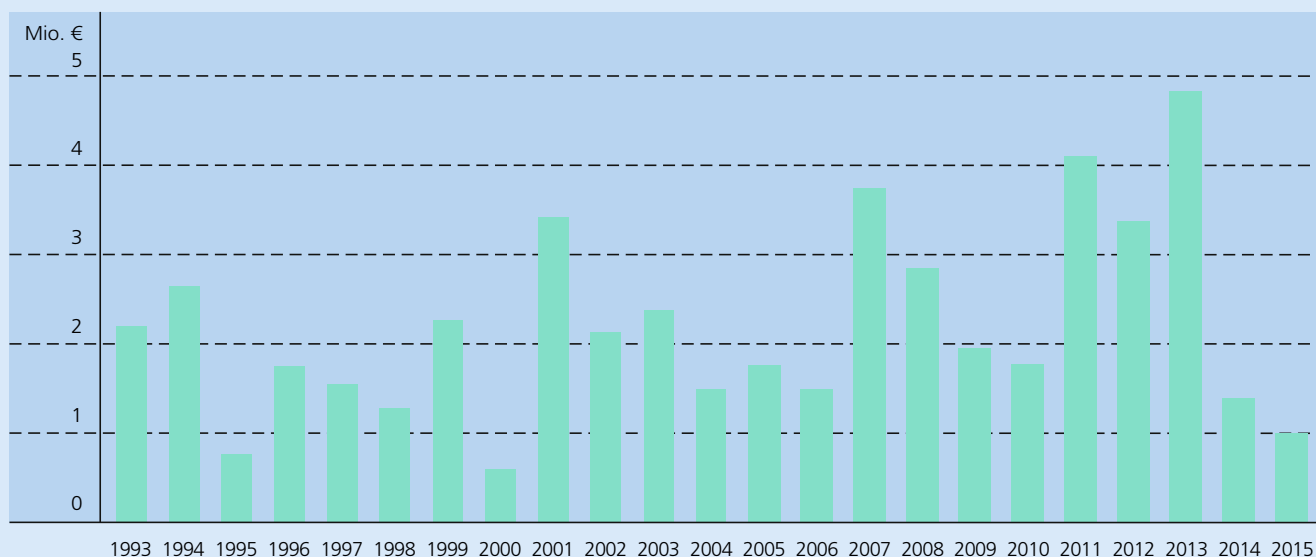
Within the framework of a ceremonious nomination event on 13 November 2015, Prof. Dr. José Esparza was made an honorary member of the IBMT advisory board. Prof. Dr. Esparza has been collaborating for many years with the IBMT, first as director of vaccine development of the WHO-UNAIDS, and later as program manager with the Bill & Melinda Gates Foundation. Since 2014 he has been professor of medicine at the University of

Maryland (Washington DC). In his time with the Gates Foundation he looked after the IBMT, which has been supported to a significant extent by the Gates foundation for almost ten years now as a central facility of the "Collaboration for AIDS Vaccine Discovery".
From left to right: Prof. Dr. Günter Fuhr (IBMT), Prof. Dr. José Esparza (centre), Otmar Schön (Hydac, Chairman of the IBMT advisory board).

DAS INSTITUT IN ZAHLEN

THE INSTITUTE IN FACTS AND FIGURES

ENTWICKLUNG DER INVESTITIONEN VON 1993 BIS 2015. INVESTMENT TRENDS FROM 1993 TO 2015.



Betriebsergebnis

Der IBMT-Gesamthaushalt betrug im Jahr 2015 16,5 Mio. €.

Investitionen

Seit Gründung des Instituts wurden mehr als 50 Mio. € in Geräte und Laborausstattungen investiert.

Verwaltungsleitung

Dipl.-Volksw. Steffen Fiebig
Telefon: +49 (0) 6897/9071-104
steffen.fiebig@ibmt.fraunhofer.de

Operative result

The total IBMT budget in 2015 amounted to € 16,5 million.

Investments

Since the institute was founded, more than € 50 million has been invested in devices and laboratory equipment.

Head of Administration

Dipl.-Volksw. Steffen Fiebig
Telephone: +49 (0) 6897/9071-104
steffen.fiebig@ibmt.fraunhofer.de

*Blick in das Sensorfertigungslabor am Standort Sulzbach
(Foto: Bernd Müller).*

*View of the sensor manufacturing laboratory at the Sulzbach location
(Photo: Bernd Müller).*



ORGANISATION UND ANSPRECHPARTNER ORGANIZATION AND CONTACTS

Das Fraunhofer IBMT ist in den Geschäftsfeldern Labortechnologie, Theranostik und Medizintechnik tätig.

Das Institut ist seinen Arbeitsgebieten entsprechend in drei Hauptabteilungen: Medizinische Biotechnologie, Ultraschall und Biomedizintechnik sowie sechs Abteilungen gegliedert:

Kryo- & Stammzelltechnologie, Bioprozesse & Bioanalytik, Medizinischer Ultraschall, Technischer Ultraschall, Biomedizinische Mikrosysteme und Medizintechnik & Neuroprothetik. Die Abteilungen werden als eigenständige »Profit«- und »Cost«-Zentren geführt.

Institutsleitung des IBMT / Head of the IBMT



Prof. Dr. Heiko Zimmermann
(geschäftsführend
managing director)

+49 (0) 6897/9071-100
institutsleitung@ibmt.fraunhofer.de



Prof. Dr. Günter R. Fuhr

Sekretariat/Assistenz Secretaries/Assistants

Andrea Pichler
+49 (0) 6897/9071-101
andrea.pichler@ibmt.fraunhofer.de

Ulrike Scheuermann
+49 (0) 6897/9071-108
ulrike.scheuermann@ibmt.fraunhofer.de

Verwaltung / Administration

Verwaltungsleitung Head of Administration



Dipl.-Volksw. Steffen Fiebig
+49 (0) 6897/9071-104
steffen.fiebig@ibmt.fraunhofer.de

The Fraunhofer IBMT works in the three business areas of laboratory technology, theranostics and medical engineering. In line with its core competences, the institute is divided into three main departments: Medical Biotechnology, Ultrasound and Biomedical Engineering, as well as six departments: Cryo

& Stem Cell Technology, Bioprocessing & Bioanalytics, Medical Ultrasound, Technical Ultrasound, Biomedical Microsystems and Medical Engineering & Neuroprosthetics. The departments are run as independent profit and cost centres.

Presse und Öffentlichkeitsarbeit Press and Public Relations



Dipl.-Phys. Annette Eva Maurer
+49 (0) 6897/9071-102
annette.maurer@ibmt.fraunhofer.de

Personal Human Resources

Sieglinde Schuck
+49 (0) 6897/9071-128
sieglinde.schuck@ibmt.fraunhofer.de

Stefanie Engel
+49 (0) 6897/9071-193
stefanie.engel@ibmt.fraunhofer.de

Geschäftsfelder / Business Areas

Labortechnologie Laboratory Technology



Dipl.-Phys. Daniel Schmitt
+49 (0) 6894/980-120

Theranostik Theranostics



Prof. Dr. Klaus-Peter Hoffmann
+49 (0) 6894/980-401

Medizintechnik Medical Engineering



Dipl.-Ing. Steffen Tretbar
+49 (0) 6894/980-226

(Haupt-)Abteilungen und Arbeitsgruppen / (Main) Departments and Working Groups

Medizinische Biotechnologie / Medical Biotechnology



Prof. Dr. Hagen von Briesen
+49 (0) 6897/9071-286
hagen.briesen@ibmt.fraunhofer.de

**Prüflaboratorium & Einrichtungen unter
QM-Systemen & Qualitätssicherung
Test Facility under
QM Systems & Quality Assurance**

Prof. Dr. Hagen von Briesen
+49 (0) 6897/9071-286
hagen.briesen@ibmt.fraunhofer.de

Kryo- & Stammzelltechnologie / Cryo & Stem Cell Technology



Dr. Julia Neubauer
+49 (0) 6897/9071-258
julia.neubauer@ibmt.fraunhofer.de

Bioprozesse & Bioanalytik / Bioprocessing & Bioanalytics



Dr. Sylvia Wagner
+49 (0) 6897/9071-274
sylvia.wagner@ibmt.fraunhofer.de

**Pluripotenz & Regeneration
Pluripotency & Regeneration**

Dr. Luca Gentile
+49 (0) 6897/9071-270
luca.gentile@ibmt.fraunhofer.de

**Marine Biopolymere
(Coquimbo, Chile)
Marine Biopolymers
(Coquimbo, Chile)**

Prof. Dr. Julio Vásquez

**Biomonitoring & Kryobanken
Biomonitoring & Cryobanks**

Dr. Dominik Lermen
+49 (0) 6897/9071-251
dominik.lermen@ibmt.fraunhofer.de

**Präklinische Nanotechnologie &
Nanotoxikologie
Preclinical Nanotechnology &
Nanotoxicology**

Dr. Sylvia Wagner
+49 (0) 6897/9071-274
sylvia.wagner@ibmt.fraunhofer.de

**Biomedizinische Optik
Biomedical Optics**

Dr. Frank Stracke
+49 (0) 6894/980-166
frank.stracke@ibmt.fraunhofer.de

**Kooperationslabor EFPIA
(Cambridge/Babraham, GB)
Cooperation Lab EFPIA
(Cambridge/Babraham, UK)**

Dr. Erwin Gorjup
+44 (0) 1223 804130
erwin.gorjup@ibmt.fraunhofer.de

**Zelluläre Bioprozesse
Cellular Bioprocessing**

Dr. Anja Germann
+49 (0) 6897/9071-730
anja.germann@ibmt.fraunhofer.de

**Automatisierungsprozesse
Automation Processes**

Dr. Anja Germann
+49 (0) 6897/9071-730
anja.germann@ibmt.fraunhofer.de

(Haupt-)Abteilungen und Arbeitsgruppen / (Main) Departments and Working Groups

Ultraschall / Ultrasound



Dipl.-Ing. Steffen Tretbar
+49 (0) 6894/980-226
steffen.tretbar@ibmt.fraunhofer.de

Medizinischer Ultraschall / Medical Ultrasound



Dr. Marc Fournelle
+49 (0) 6894/980-220
marc.fournelle@ibmt.fraunhofer.de

Technischer Ultraschall / Technical Ultrasound



Dipl.-Ing. Christian Degel
+49 (0) 6894/980-221
christian.degel@ibmt.fraunhofer.de

Ultraschallsysteme/Klinische Anwendungen

Ultrasound Systems/Clinical Applications

Dr. Holger Hewener
+49 (0) 6894/980-213
holger.hewener@ibmt.fraunhofer.de

Biomedizinische Ultraschallforschung
Biomedical Ultrasound Research

Dr. Marc Fournelle
+49 (0) 6894/980-220
marc.fournelle@ibmt.fraunhofer.de

Hochfrequente Piezosysteme
High-Frequency Piezosystems

Dr. Frank Tiefensee
+49 (0) 6894/980-270
frank.tiefensee@ibmt.fraunhofer.de

Technische Ultraschallsysteme
Technical Ultrasound Systems

Dipl.-Ing. Peter Weber
+49 (0) 6894/980-227
peter.weber@ibmt.fraunhofer.de

Wandlerentwicklung
Transducer Development

Dipl.-Ing. Franz-Josef Becker
+49 (0) 6894/980-202
franz-josef.becker@ibmt.fraunhofer.de

Fertigungstechnologie (ISO 9001 & 13485)
Manufacturing Technology (ISO 9001 & 13485)

Thomas Trautmann
+49 (0) 6897/9071-120
thomas.trautmann@ibmt.fraunhofer.de

Simulation
Simulation

Dipl.-Phys. Daniel Schmitt
+49 (0) 6894/980-120
daniel.schmitt@ibmt.fraunhofer.de

(Haupt-)Abteilungen und Arbeitsgruppen / (Main) Departments and Working Groups

Biomedizintechnik / Biomedical Engineering



Prof. Dr. Klaus-Peter Hoffmann
+49 (0) 6894/980-401
klaus-peter.hoffmann@ibmt.fraunhofer.de

Biomedizinische Mikrosysteme / Biomedical Microsystems



Dr. Thomas Velten
+49 (0) 6894/980-301
thomas.velten@ibmt.fraunhofer.de

**Medizintechnik & Neuroprothetik
Medical Engineering & Neuroprosthetics**



Prof. Dr. Klaus-Peter Hoffmann
+49 (0) 6894/980-401
klaus-peter.hoffmann@ibmt.fraunhofer.de

**Mikrosensorik & Mikrofluidik
Microsensors & Microfluidics**

Dipl.-Ing. Thorsten Knoll
+49 (0) 6894/980-350
thorsten.knoll@ibmt.fraunhofer.de

**Biotelemetrie
Biotelemetry**

Dr. Carsten Müller
+49 (0) 6894/980-139
carsten.mueller@ibmt.fraunhofer.de

**Aktive Implantate
Active Implants**

Dipl.-Ing. Andreas Schneider
+49 (0) 6894/980-125
andreas.schneider@ibmt.fraunhofer.de

**Neuromonitoring
Neuromonitoring**

Dipl.-Ing. Roman Ruff
+49 (0) 6894/980-176
roman.ruff@ibmt.fraunhofer.de

**Neuroprothetik
Neuroprosthetics**

Dr. Wigand Poppendieck
+49 (0) 6894/980-170
wigand.poppendieck@
ibmt.fraunhofer.de

**Silikontechnologie
Silicone Technology**

Prof. Dr. Klaus-Peter Hoffmann
+49 (0) 6894/980-401
klaus-peter.hoffmann@
ibmt.fraunhofer.de

**Gesundheitsinformati-
onsysteme
Health Information Systems**

Dipl.-Inform. Stephan Kiefer
+49 (0) 6894/980-156
stephan.kiefer@ibmt.fraunhofer.de

Automatisierte Biobanken: European Bank for induced pluripotent Stem Cells EBiSC-IMI-Projekt mit Spiegelbank am Standort Sulzbach (Foto: Bernd Müller).

Automated biobanks: European Bank for induced pluripotent Stem Cells EBiSC-IMI project with mirror bank at Sulzbach location (Photo: Bernd Müller).



ÜBERSICHT ÜBER DIE STANDORTE DES IBMT OVERVIEW OF IBMT LOCATIONS

Hauptsitz Sulzbach

Joseph-von-Fraunhofer-Weg 1
66280 Sulzbach
Tel.: 06897/9071-0
Fax: 06897/9071-490
<http://www.ibmt.fraunhofer.de>

Standort St. Ingbert

Ensheimer Straße 48
66386 St. Ingbert
Tel.: 06894/980-0
Fax: 06894/980-400

Außenstelle Münster/Wolbeck

Mendelstraße 11
48149 Münster
Tel.: 0251/980-2500
Fax: 0251/980-2509

Auslandsstelle Cambridge/Babraham, Großbritannien

Meditrina Building
Babraham Research Campus
Cambridge, CB22 3AT, Großbritannien

Auslandsstelle Coquimbo, Chile

Departamento de Biología Marina
Facultad de Ciencias del Mar
Universidad Católica del Norte
Larrondo 1281 Coquimbo, Chile

Headquarters Sulzbach

Joseph-von-Fraunhofer-Weg 1
66280 Sulzbach
Tel.: +49 (0) 6897/9071-0
Fax: +49 (0) 6897/9071-490
<http://www.ibmt.fraunhofer.de>

Location St. Ingbert

Ensheimer Strasse 48
66386 St. Ingbert
Tel.: +49 (0) 6894/980-0
Fax: +49 (0) 6894/980-400

Branch Münster/Wolbeck

Mendelstrasse 11
48149 Münster
Tel: +49 (0) 251/980-2500
Fax: +49 (0) 251/980-2509

Branch Cambridge/Babraham, United Kingdom

Meditrina Building,
Babraham Research Campus,
Cambridge, CB22 3AT, United Kingdom

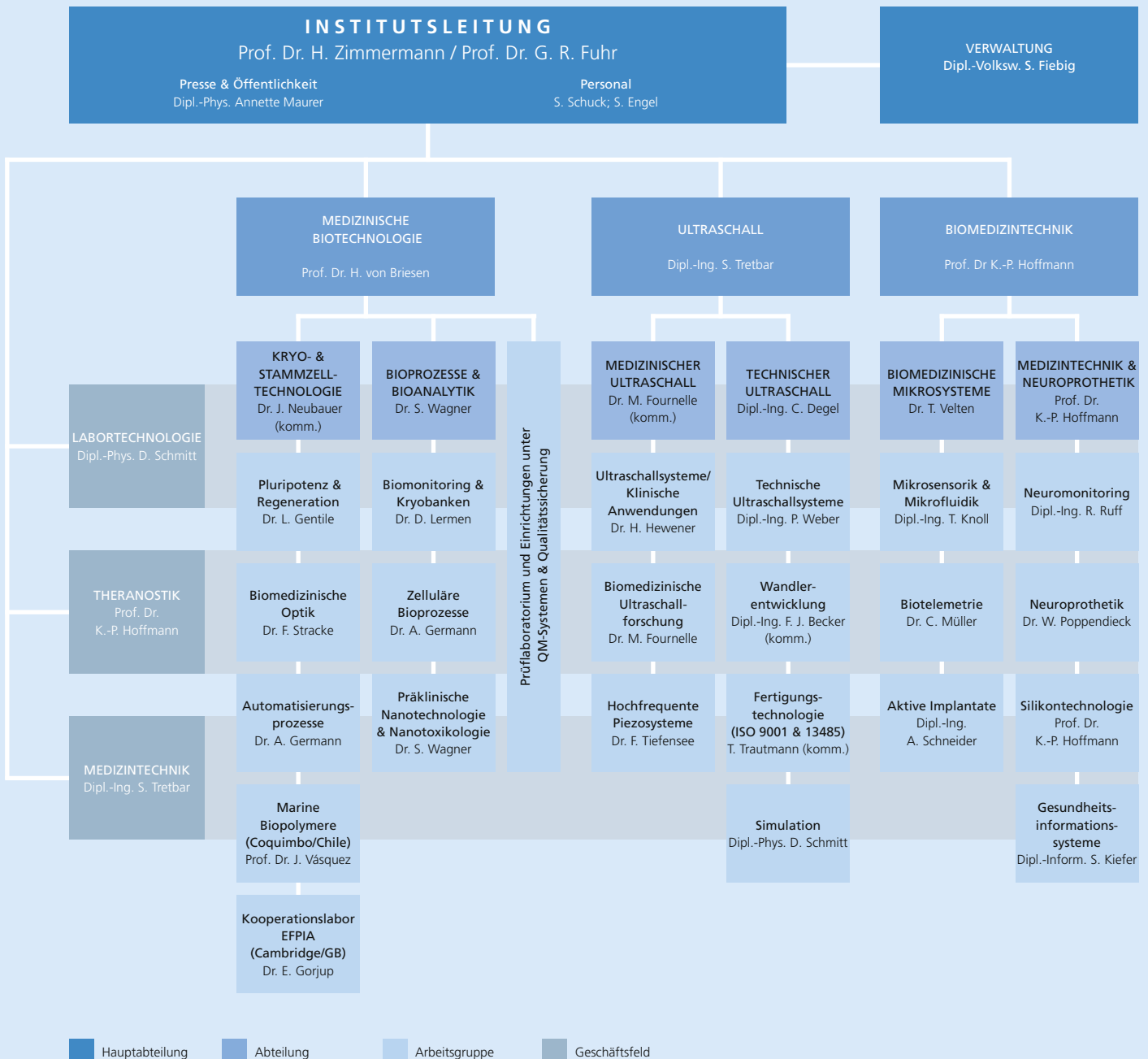
Branch Coquimbo, Chile

Departamento de Biología Marina
Facultad de Ciencias del Mar
Universidad Católica del Norte
Larrondo 1281 Coquimbo, Chile



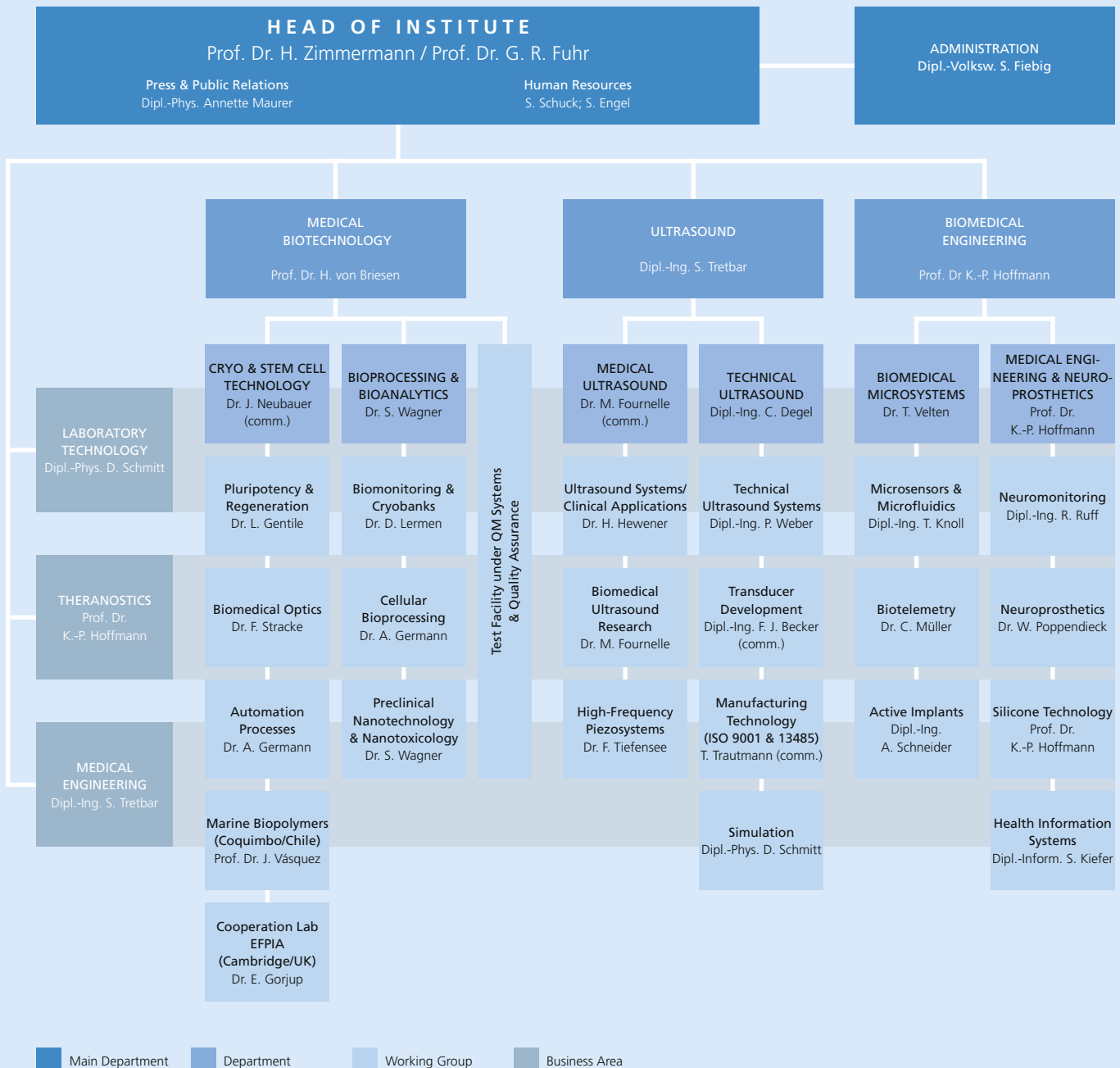
ORGANIGRAMM

INSTITUT FÜR BIOMEDIZINISCHE TECHNIK (IBMT)



ORGANIZATIONAL CHART

INSTITUTE FOR BIOMEDICAL ENGINEERING (IBMT)



*Probenlabor der Arbeitsgruppe Biomonitoring & Kryobanken
(Foto: Bernd Müller).*

*Sample laboratory of the working group Biomonitoring & Cryobanks
(Photo: Bernd Müller).*



MENSCHEN UND MOMENTE PEOPLE AND MOMENTS

Leitprojekt »Theranostische Implantate«

Als weiteres Fraunhofer-Leitprojekt startete »Theranostische Implantate« unter Federführung des Fraunhofer IBMT. Das Thema entstand aus den Aktivitäten der Fraunhofer-internen Programme. Theranostische Implantate umfassen Diagnostik und Therapie gleichermaßen – in einem einzigen System. Ein bekanntes Beispiel sind heutige Herzschrittmacher, die auf Herzfrequenzänderungen mit entsprechenden Stimulationsimpulsen reagieren.

In den nächsten vier Jahren wird das Projektkonsortium unter Federführung des Fraunhofer IBMT drei Entwicklungen voranbringen. Deren Auswahl orientierte sich an Krankheitsbildern, die in Deutschland einen hohen Kostenanteil am Gesundheitssystem verursachen: kardio-vaskuläre Erkrankungen wie Bluthochdruck, Herzinsuffizienz oder Schlaganfall, Krankheiten des Nervensystems und solche des Skeletts wie Arthrose bis hin zu Amputationen.

Ein Ergebnis soll eine smarte Hüftgelenksprothese sein, einschließlich einer drahtlosen Energie- und Datenübertragung. Mit ihrer Hilfe will man das Einwachsverhalten bzw. eine unerwünschte Lockerung der Prothese ohne Eingriff überwachen können. Durch solche »Eigenüberwachung« der Prothese hofft man, die Anzahl der Revisionsoperationen reduzieren zu können, die sich bei Knie- und Hüftprothesen heute bereits auf 53 000 jährlich in Deutschland beläuft, da Prothesen spätestens nach 10 bis 15 Jahren ausgetauscht werden müssen. Als weiterer Demonstrator entsteht ein hämodynamisches Controlling-System: Es soll Druck, Beschleunigung und Temperatur in der Pulmonalarterie messen, diese Daten anschließend an angeschlossene medizinische Überwachungssysteme übertragen und so Therapien verbessern helfen. Als dritte Entwicklung arbeiten die Wissenschaftler des Fraunhofer IBMT an einer myoelektrischen Handprothesensteuerung, die von Patienten intuitiv motorisch gesteuert werden kann. Ihr besonderes Merkmal soll die gezielte elektrische Stimulation peripherer Nerven auf der Grundlage der gemessenen Griffkraft sein. Durch dieses sensorische Feedback, das im sensorischen Kortex Empfindungen generiert, entsteht ein geschlossener Regelkreis, dessen implantierte Komponenten drahtlos mit einer Handprothese kommunizieren.

Die Anforderungen an solche Implantate der nächsten Generation sind enorm: hohe Komplexität bei geringer Baugröße und geringem Gewicht, stabile Funktionsweise im Körper in einem feuchten und warmen Milieu, umgeben von ständigem Zellwachstum. Entscheidende Faktoren sind die Biokompatibilität im Körper sowie die Energieversorgung. Das Konsortium konzentriert sich besonders auf Technologieplattformen für Energie- und Signallösungen sowie auf die Langlebigkeit und Verträglichkeit der Implantate. Ein Ziel ist es, Fragen der Verwertung wie Zertifizierung und Patentierung von Anfang an mit einzubeziehen.

1 Im fünften Fraunhofer-Leitprojekt werden neuartige Implantate entwickelt, die der Diagnose und der Therapie nutzen.



Fraunhofer Lighthouse Project: "Theranostic Implants"

As a further Fraunhofer lighthouse project, "Theranostic Implants" started off under the auspices of the Fraunhofer IBMT. The theme came about as a result of the activities of the internal Fraunhofer programs. Theranostic implants allow diagnosis and therapy equally – in a single system. A familiar example of this can be seen in modern pacemakers which react to changes in heart frequency with the corresponding stimulation impulses.

In the next four years the project consortium will advance three developments under the auspices of the Fraunhofer IBMT. These are chosen on the basis of disease profiles which represent a major proportion of the costs in the German healthcare system: cardiovascular diseases such as high blood pressure, congestive heart disease or stroke, diseases of the nervous system and those of the skeleton such as osteoarthritis, right up to amputations.

One development concerns a smart hip joint prosthesis including wireless energy and data transmission. This will make it possible to monitor the integration behaviour or any undesired loosening of the prosthesis without intervention. It is hoped that this kind of "self-monitoring" of the prosthesis will help to reduce the number of revision operations, which already amounts to 53,000 annually in Germany for knee and hip prostheses, as prostheses have to be replaced at the latest after 10 to 15 years. A further development involves a haemodynamic controlling system: this will measure pressure, acceleration and temperature the pulmonary artery, then transfer this data to connected medical monitoring systems and thus help to improve therapies. As a third development, the scientists at the Fraunhofer IBMT are working on a myoelectric hand prosthesis which can be motor-controlled intuitively by the patient. A special feature of this will be the targeted electric stimulation of peripheral nerves on the basis of the measured grip strength. This sensory feedback, which generates sensations in the sensory cortex, creates a closed control loop whose implanted components communicate wirelessly with a hand prosthesis.

The demands on such implants of the next generation are enormous: high complexity at small size and low weight, stable functioning in the body in a moist and warm milieu, surrounded by constant cell growth. Decisive factors are the biocompatibility in the body and the energy supply. The consortium is concentrating in particular on technology platforms for energy and signal solutions as well as long-life and compatibility of the implants. One aim is to take into consideration questions of realization, such as certification and patenting, from the very start.

1 In the fifth Fraunhofer lighthouse project innovative implants are being developed to benefit diagnosis and therapy.



Bundesumweltministerin besichtigt die Umweltprobenbank

Am 23. Januar 2015 besuchte die Bundesumweltministerin Dr. Barbara Hendricks die vom Fraunhofer IBMT durchgeführte jährliche Sammlung von Humanproben für die Umweltprobenbank des Bundes in Münster. Die Probenahme fand im mobilen epidemiologischen Labor des IBMT statt. Bundesministerin Hendricks und die Präsidentin des Umweltbundesamtes, Maria Krautzberger, informierten sich bei dieser Gelegenheit über die Umweltprobenbank, die stoffliche Belastung der Bevölkerung und über den Start der fünften »Deutschen Umweltstudie zur Gesundheit«, die sich mit der Bedeutung von Umweltbelastungen für Kinder und Jugendliche befasst.

Der Bund betreibt seit den achtziger Jahren eine der weltweit größten und ältesten Umweltprobenbanken. Sie umfasst Human- und Umweltproben. Damit kann dokumentiert und beobachtet werden, wie sich Schadstoffbelastungen der Bevölkerung im Laufe der Zeit verändern. Die Probenbank liefert damit wichtige Daten für umweltpolitische Entscheidungen.

gen. Eine weitere wichtige Datenquelle ist der neue Umweltsurvey, die »Deutsche Umweltstudie zur Gesundheit – German Environmental Survey (GerES)«, die gerade begonnen wurde. Sie fokussiert auf aktuelle Belastungen von Kindern und Jugendlichen durch Umwelteinflüsse. Dazu untersucht das UBA Trinkwasser, Morgenurin, Blut, Hausstaub und Luftproben auf Umweltschadstoffe wie Schwermetalle, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Weichmacher aus Kunststoffen oder Lösungsmittel.

Die Humanproben werden vom Fraunhofer IBMT jährlich an vier Orten in Deutschland gesammelt und im Lager Wolbeck bei Münster tiefgefroren eingelagert.

1 Im mobilen epidemiologischen Labor des Fraunhofer IBMT werden Humanproben von jungen Erwachsenen genommen. Hier: Probenahme in Münster am 23.-24. Januar 2015.

2 Pressekonferenz bei der Umweltprobenbank mit Bundesministerin Dr. Barbara Hendricks. (V. l. n. r.: Prof. Dr. Günter Fuhr (Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik), Bundesministerin Dr. Barbara Hendricks,

Präsidentin des Umweltbundesamtes Maria Krautzberger).

3 Bundesumweltministerin Dr. Barbara Hendricks und Laboranten neben der Probandin Julia Steinke im mobilen Labor des Fraunhofer-Instituts für Biomedizinische Technik bei der Probenahme für die Umweltprobenbank des Bundes in Münster. Die Umweltprobenbank umfasst Human- und Umweltproben. Die Humanproben werden jährlich

an vier Orten in Deutschland gesammelt und in der Nähe von Münster tiefgefroren eingelagert.

4 Probandin Julia Steinke bei der Abgabe einer Probe. Mit der Umweltprobenbank betreibt der Bund seit den achtziger Jahren eine der weltweit größten und ältesten Einrichtungen dieser Art.



Federal Minister for the Environment visits the environmental specimen bank

On the 23rd of January 2015, the Federal Minister for the Environment Dr. Barbara Hendricks visited the annual collection of human samples carried out by the Fraunhofer IBMT for the German Environmental Specimen Bank in Münster. The samples were taken in the mobile epidemiological laboratory of the IBMT. Federal Minister Hendricks and the President of the Federal Environmental Agency Maria Krautzberger took this opportunity to find out about the environmental specimen bank, the pollution burden on the population and about the start of the fifth "German Environmental Study on Health" which looks at the significance of environmental pollution for children and adolescents.

The federal government has been operating one of the world's largest and oldest environmental specimen banks since the 1980s. It includes human and environmental specimens. This allows researchers to document and observe how pollution burdens on the population change over the course of

time. The sample bank thus provides important data as a basis for environmental policy decisions. Another important data source is the new environmental survey, the "Deutsche Umweltstudie zur Gesundheit – German Environmental Survey (GerES)" which has just begun. This focuses on the current burdens on children and adolescents due to environmental influences. To do this, the Federal Environmental Agency is examining drinking water, morning urine, blood, house dust and air samples for environmental pollutants such as heavy metals, polycyclic aromatic hydrocarbons, plasticizers from synthetic materials or solvents.

The human samples are collected annually at four locations in Germany and then stored cryogenically in the repository at Wolbeck near Münster.

1 Human samples are taken from young adults in the mobile epidemiological lab of the Fraunhofer IBMT. Here: sample taking in Münster, 23-24 January 2015.

2 Press conference at the German Environmental Specimen Bank with Federal Minister Dr. Barbara Hendricks. From left to right: Prof. Dr. Günter Fuhr (Fraunhofer Institute for Bio-medical Engineering), Federal

Minister Dr. Barbara Hendricks, President of the Federal Environmental Agency Maria Krautzberger).

3 Federal Environment Minister Dr. Barbara Hendricks and lab technicians with the proband Julia Steinke in the mobile laboratory at the sample taking for the German Environmental Specimen Bank in Münster. The Environmental Specimen Bank includes human and environ-

mental samples. The human samples are collected annually at four locations in Germany and then stored cryogenically in the repository near Münster.

4 Proband Julia Steinke giving a sample. The federal government has been operating the Environmental Specimen Bank since the 1980s, one of the largest and oldest facilities of its kind in the world.



»Joseph-von-Fraunhofer-Weg« am Standort Sulzbach

Das Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik IBMT betreibt seit 20 Jahren am Standort Sulzbach eine Außenstelle. Diese hat sich in den letzten Jahren außerordentlich gut entwickelt, was in der Umgebung auch durch die Rekonstruktion des Innen- und Außenbereichs sichtbar wird. Bisher besaß die angrenzende Durchfahrt keinen Namen. Der Stadtrat der Stadt Sulzbach initiierte die Benennung des bislang noch nicht bezeichneten Verbindungswegs zwischen der Karl-Marx-Straße und der Industriestraße in »Joseph-von-Fraunhofer-Weg«, was in seiner Sitzung vom 05. Dezember 2014 einstimmig beschlossen wurde. Diese Entscheidung würdigt die Bedeutung der zukunftsweisenden Forschungs- und Entwicklungsleistungen des Fraunhofer IBMT sowie das seit Jahrzehnten kontinuierliche stabile Wachstum des IBMT-Standorts im Industriegebiet Sulzbach, Ortsteil Neuweiler.

Am 24. Februar 2015 wurde das Straßennamenschild im Beisein geladener Gäste aus regionaler Politik und Wirtschaft sowie Nachbarindustrie und Anwohnern des IBMT-Institutsteils in der Industriestraße in Sulzbach-Neuweiler durch den Bürgermeister der Stadt Sulzbach, Herrn Michael Adam, offiziell enthüllt. Professor Günter Fuhr, Institutsleiter des Fraunhofer IBMT, erläuterte den Gästen zu diesem feierlichen Anlass das Leben und Werk Joseph von Fraunhofers. Die rund 40 Gäste konnten sich in einer Führung durch den Institutsneubau über

1 *Offizielle Enthüllung des Straßennamenschildes »Joseph-von-Fraunhofer-Weg«.*

V. l. n. r.: Dr. Hanspeter Georgi (ehemaliger Minister für Wirtschaft und Arbeit des Saarlandes), Dr. Frank Obergrießer (Fraunhofer IBMT), Prof. Dr. Günter Fuhr (Institutsleiter

Fraunhofer IBMT), Michael Adam (Bürgermeister der Stadt Sulzbach/Saar), Otmar Schön (Kuratoriumsvorsitzender des Fraunhofer IBMT).

2 *Mit den Gästen auf dem Rundgang durch den Neubau.*

3 *Fraunhofer IBMT auf der ArabLab 2015.*

die vielfältigen Arbeitsgebiete und ausgewählte Projektbeispiele aus der Forschung informieren. Mitte des Jahres 2015 wurde der Standort des IBMT in Sulzbach zum neuen Hauptsitz.

Fraunhofer IBMT auf der ArabLab 2015

Das Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik IBMT beschäftigt sich seit 2005 intensiv mit mobilen Laboren. Zunächst wurden Einheiten für den eigenen Bedarf ausgelegt und entwickelt und dann auch im immer stärkeren Maße auf Projektbasis. Gegenwärtig ist das Fraunhofer IBMT vor allem im Bereich der Beratung und des konzeptionellen Designs von mobilen Einheiten für externe Auftraggeber tätig. Gemeinsam mit BISCHOFF+SCHECK, THIEMT und weiteren Partnern aus der Initiative »Labor der Zukunft« können so maßgeschneiderte Lösungen inklusive der Auswahl geeigneter Geräte und Hersteller realisiert werden. Das Fraunhofer IBMT hat weiterhin eine eigene mobile BSL-2-Einheit im Betrieb und sammelt im Auftrag des Umweltbundesamtes Humanproben für die Umweltprobenbank des Bundes. THIEMT ist seit 2009 im Mittleren Osten aktiv und hat in dieser Zeit zahlreiche Projekte in den Bereichen Planung, Projektleitung, Beratung und Realisierung erfolgreich durchgeführt. 2012 hat THIEMT ein eigenes Vertretungsbüro in Bahrain eröffnet. THIEMT nahm 2015 bereits zum vierten Mal aktiv an der ArabLab teil, erstmalig begleitet und unterstützt vom Fraunhofer IBMT als akademischer Partner.

Die ArabLab 2015 in Dubai, VAE, zeigte vom 23. bis 26. März 2015 Labor- und Messtechnologie für den Bereich des Mittleren Ostens, Afrika und den indischen Subkontinent. THIEMT präsentierte seine Kompetenzen bei der Planung und Realisierung von Laboren und Gebäuden im Rahmen des »German Pavillon« (Standnummer 537). Das Fraunhofer IBMT stellte dort ein maßstabsgetreues Modell seiner mobilen BSL-3-Laboreinheit aus. Diese ist zurzeit in der Westkapregion, Republik Südafrika, stationiert.



"Joseph-von-Fraunhofer-Weg" at the Sulzbach location

The Fraunhofer Institute for Biomedical Engineering IBMT has been operating a branch facility for the last 20 years at the Sulzbach location. This has developed extremely well in recent years, which is also made visible by the reconstruction of the indoor and outdoor areas. Up to now the adjacent road did not have a name. In a meeting on 5 December 2014, the Sulzbach municipal council unanimously passed a resolution to give the hitherto unnamed connection road between Karl-Marx-Straße and Industriestraße the name "Joseph-von-Fraunhofer-Weg". This decision pays tribute to the importance of the groundbreaking research and development achievements of the Fraunhofer IBMT and to the continuous and stable growth of the IBMT location over two decades in the industrial estate Sulzbach, Neuweiler.

On 24 February 2015, the street name sign was officially unveiled by the mayor of Sulzbach, Mr. Michael Adam, in the presence of invited guests from regional politics and industry, as well as neighbouring industries and residents of the IBMT institute zone in Industriestraße in Sulzbach-Neuweiler. On this ceremonial occasion Professor Günter Fuhr, Head of the Fraunhofer IBMT, explained to the guests the life and work of Joseph von Fraunhofer. The around 40 guests were given a tour through the institute's new building where they were informed about the diverse work areas and selected project examples in research.

Fraunhofer IBMT at the ArabLab 2015

The Fraunhofer Institute for Biomedical Engineering IBMT has been working intensively since 2005 in the field of mobile laboratories. Initially, units were designed and developed for own use and then, increasingly, on a project basis. At present, the Fraunhofer IBMT is involved mainly in the area of consulting and in the conceptual design of mobile units for external clients. In collaboration with BISCHOFF+SCHECK, THIEMT and other partners from the initiative "Laboratory of the Future",

it is thus possible to realize customized solutions including the selection of suitable equipment and manufacturers. The Fraunhofer IBMT still has its own mobile BSL-2 unit in operation and uses it to collect human samples for the German Environmental Specimen Bank on behalf of the Federal Environmental Agency.

THIEMT has been working in the Middle East since 2009 and has successfully carried out numerous projects during this time in the areas of planning, project management, consulting and realization. In 2012 THIEMT opened its own office in Bahrain. In 2015 THIEMT actively participated for the fourth time in the ArabLab trade fair, accompanied and supported for the first time by the Fraunhofer IBMT as academic partner.

From 23 to 26 March 2015, the ArabLab 2015 in Dubai, UAE, presented laboratory and measurement technology for the area of the Middle East, Africa and the Indian subcontinent. THIEMT presented its competences in the planning and realization of laboratories and buildings within the framework of the "German Pavilion" (stand number 537). Fraunhofer IBMT exhibited a scale model of its mobile BSL-3 laboratory unit at the stand. This is currently stationed in the West Cape region in the Republic of South Africa.

1 Official unveiling of the street name sign "Joseph-von-Fraunhofer-Weg". From left to right: Dr. Hanspeter Georgi (former Minister for the economy and employment of the Saarland), Dr. Frank Obergrießer (Fraunhofer IBMT), Prof. Dr. Günter

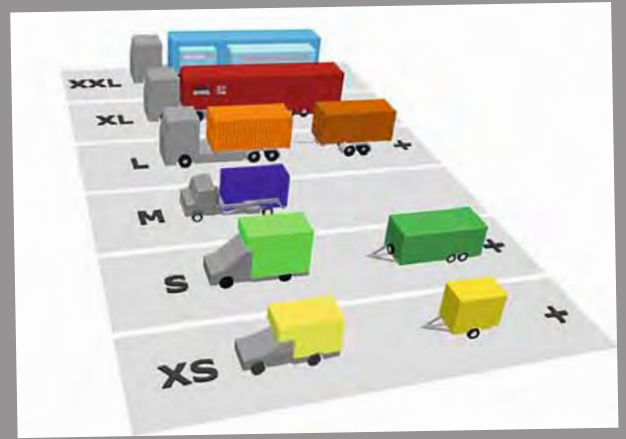
Fuhr (Head of the Fraunhofer IBMT), Michael Adam (Mayor of Sulzbach/Saar), Otmar Schön (member of the advisory board of the Fraunhofer IBMT).

2 With the guests on a tour of the new building.

3 The Fraunhofer IBMT at the ArabLab 2015.



1



2

Fraunhofer IBMT mit mobilen Labortechnologien auf dem »Business meets Research«-Forum 2015 am 21. Mai 2015 in Luxemburg

Das Fraunhofer IBMT präsentierte am 21. Mai 2015 eine seiner mobilen Laboreinheiten auf dem »Business meets Research«-Forum 2015 in Esch-Belval, Luxemburg. Das mobile Labor ist »Flaggschiff« der Initiative »Labor der Zukunft« und präsentierte an diesem Tag eingebettet in ein Vortrags- und Besichtigungsprogramm an Bord moderne Labortechnologien. Das Labor war für Besucher geöffnet.

Das mobile Labor wurde während der Veranstaltung »Business meets Research« als Beispiel einer Referenzimplementierung im Bereich Biobanken und Epidemiologie vorgestellt. Besucher konnten erfahren, wie eine solche mobile Einheit konzipiert und im Umfeld der Probenahme für das humane Biomonitoring betrieben wird. Das mobile Labor stand vor dem »Massenoire«-Gebäude in Esch-Belval und war nach vorheriger Registrierung für eine geführte Tour zu besichtigen.

»Labor der Zukunft« auf der ACHEMA 2015 in Frankfurt

MESSKO, THIEMT und das Fraunhofer IBMT repräsentierten das »Labor der Zukunft« vom 15.-19. Juni 2015 auf der diesjährigen ACHEMA in Frankfurt am Main. Die ACHEMA ist anerkanntes Weltforum der chemischen Technik und Prozessindustrie sowie Innovationsplattform und Technologiegipfel. »Labor der Zukunft« hatte einen Informationsstand in Halle 5.1, D89 (Saarlandstand) sowie eine Technologiepräsentation im Außengelände vor Halle 4.

Mobile Labore sind eine Kernkompetenz der Initiative »Labor der Zukunft«, in der Partner mit unterschiedlichem Hintergrund auf dem Feld moderner Labortechnologien kooperieren. Das Fraunhofer IBMT ist Technologieführer der Initiative und stellte auf der ACHEMA 2015 am Gemeinschaftsstand des Saarlandes erstmals gemeinsam mit den Partnern THIEMT und MESSKO sein breites Angebot im Bereich mobiler Labortechnologien vor: Von der Konzeption über Beratung und Begleitung der Realisierung bis hin zum Betrieb wurden Erfolgsbeispiele aus verschiedenen Bereichen der Analytik gezeigt.

1 Mobiles epidemiologisches Labor der Initiative »Labor der Zukunft«.

2 Konzeptionelles Design von mobilen Laboren in allen Größen.
3 Stand auf der ACHEMA 2015.



3

Fraunhofer IBMT with mobile laboratory technologies at the "Business meets Research" Forum 2015 on 21 May 2015 in Luxemburg

On 21 May 2015 the Fraunhofer IBMT presented one of its mobile laboratory units at the "Business meets Research" forum 2015 in Esch-Belval, Luxemburg. The mobile laboratory is the "flagship" of the initiative "Laboratory of the Future" and presented modern laboratory technologies in a presentation and viewing program on board. The laboratory was open to visitors.

During the "Business meets Research" event, the mobile laboratory was presented as an example of a reference implementation in the field of biobanks and epidemiology. Visitors were able to learn how such a mobile unit is conceived and used to take samples for human biomonitoring. The mobile laboratory stood at the "Massenoire" building in Esch-Belval and guided tours were given subject to booking.

"Laboratory of the Future" at the ACHEMA 2015 in Frankfurt

MESSKO, THIEMT and the Fraunhofer IBMT represented the "Laboratory of the Future" at this year's ACHEMA in Frankfurt am Main from 15 to 19 June 2015. The ACHEMA is a recognized world forum for chemical technology and the processing industry as well as innovation platform and technology summit. "Laboratory of the Future" had an information stand in Hall 5.1, D89 (Saarland stand) as well as a technology presentation outdoors in front of Hall 4.

Mobile laboratories are a core competence of the initiative "Laboratory of the Future" in which partners from different backgrounds are collaborating in the field of modern laboratory technologies. The Fraunhofer IBMT is the technology leader of the initiative and presented its broad offer in the field of mobile laboratory technologies at the joint stand of the Saarland for the first time with the partners THIEMT and MESSKO: from concept to consulting and accompanying the realization, right up to operation, examples of successful projects in various areas of analysis were shown.

1 Mobile epidemiological laboratory of the initiative "Laboratory of the Future".

2 Conceptual design of mobile laboratories in all sizes.

3 Booth at the ACHEMA 2015.

1 The documentation of the extension building took up around 100 A4 folders.

2 From left to right: Rolf Weinel, Construction Supervisor for Electrical Planning, Ingenieurbüro Müller und

Bleher, Marc Weisgerber, Construction Supervisor for Architecture, Architekturbüro Krüger und Krüger, Andreas Tirsch, Electrical Planning, Ingenieurbüro Müller und Bleher, Dr.-Ing. Frank Obergrießer, Technical Director,

Fraunhofer IBMT, Markus Hammes, Architekturbüro hammeskrause, Prof. Dr. Günter R. Fuhr, Institute Director Fraunhofer IBMT, Toni Ganghofer, Construction Supervisor for Technical Installations, Ingenieurbüro

S2, Bernd Weggel, Technical Director, C3 Central Administration Fraunhofer-Gesellschaft, Gerhard Kluge, Project Manager Construction, C3 Central Administration Fraunhofer-Gesellschaft, Veit Schäfer, Project Manager, Architekturbüro

Übergabe des Erweiterungsbaus Sulzbach am 19. Mai 2015

Am 19. Mai 2015 fand in Anwesenheit der Institutsleitung, von Repräsentanten der Bauabteilung der Fraunhofer-Zentrale, der Architekten sowie der Bauplaner die Bauübergabe des Erweiterungsbaus des Fraunhofer IBMT in Sulzbach statt und bildete den Abschluss der dreijährigen Bauzeit. Dem Institut stehen nunmehr moderne Labor-, Büro- und Funktionsmöglichkeiten mit einer zeitgemäß offen-kommunikativen Struktur und einer Gesamtfläche von gut 3 000 m² zusätzlich zu den bereits vorhandenen 5 000 m² zur Verfügung.

Handover of the extension building at Sulzbach on 19 May 2015

On 19 May 2015, the handover of the extension building of the IBMT in Sulzbach took place in the presence of the institute management, representatives of the construction department of the Fraunhofer Headquarters, the architects and the construction planners, marking the end of the three-year construction period. The institute now has modern laboratory, office and functional spaces with an up-to-date, open, communicative structure on a total additional area of more than 3,000 m² to the already existing 5,000 m².

1 Die Dokumentation des Erweiterungsbaus umfasst rund 100 DIN-A4-Ordner.

2 V. l. n. r.: Rolf Weinel, Bauaufsicht Elektroplanung, Ingenieurbüro Müller und Bleher, Marc Weisgerber, Bauaufsicht Architektur, Architekturbüro Krüger und Krüger, Andreas Tirsch, Elektroplanung, Ingenieurbüro Müller und Bleher, Dr.-Ing. Frank Obergrießer, Technischer Leiter, Fraunhofer IBMT, Markus Hammes, Architekturbüro hammes-

krause, Prof. Dr. Günter R. Fuhr, Institutsleiter, Fraunhofer IBMT, Toni Ganghofer, Bauaufsicht technische Gewerke, Ingenieurbüro S2, Bernd Weggel, Bereichsleiter Technik, C3 Zentralverwaltung Fraunhofer-Gesellschaft, Gerhard Kluge, Projektleiter Bau, C3 Zentralverwaltung Fraunhofer-Gesellschaft, Veit Schäfer, Projektleiter, Architekturbüro hammeskrause, Prof. Dr. Heiko Zimmermann, Geschäftsführender Institutslei-

ter, Fraunhofer IBMT, Dr. Hubert Besner, MLawGroup.

3 V. l. n. r.: Dr.-Ing. Frank Obergrießer, Technischer Leiter, Fraunhofer IBMT, Bernd Weggel, Bereichsleiter Technik, C3 Zentralverwaltung Fraunhofer-Gesellschaft, Gerhard Kluge, Projektleiter Bau, C3 Zentralverwaltung Fraunhofer-Gesellschaft, Markus Hammes, Architekturbüro hammeskrause, Prof. Dr. Günter R. Fuhr, Institutsleiter, Fraunhofer IBMT,

Marc Weisgerber, Bauaufsicht Architektur, Architekturbüro Krüger und Krüger, Toni Ganghofer, Bauaufsicht technische Gewerke, Ingenieurbüro S2, Veit Schäfer, Projektleiter, Architekturbüro hammeskrause, Andreas Tirsch, Elektroplanung, Ingenieurbüro Müller und Bleher, Rolf Weinel, Bauaufsicht Elektroplanung, Ingenieurbüro Müller und Bleher.

hammeskrause, Prof. Dr. Heiko Zimmermann, Institute Director, Fraunhofer IBMT, Dr. Hubert Besner, MLawGroup.

3 From left to right: Dr.-Ing. Frank Obergrießer, Technical Director, Fraunhofer IBMT, Bernd Weggel, Technical Direc-

tor, C3 Central Administration Fraunhofer-Gesellschaft, Gerhard Kluge, Project Manager Construction, C3 Central Administration Fraunhofer-Gesellschaft, Markus Hammes, Architekturbüro hammeskrause, Prof. Dr. Günter R. Fuhr, Institute

Director, Fraunhofer IBMT, Marc Weisgerber, Construction Supervision Architecture, Architekturbüro Krüger und Krüger, Toni Ganghofer, Construction Supervisor Technical Installations, Ingenieurbüro S2, Veit Schäfer,

Project Manager, Architekturbüro hammeskrause, Andreas Tirsch, Electrical Planning, Ingenieurbüro Müller und Bleher, Rolf Weinel, Construction Supervisor Electrical Planning, Ingenieurbüro Müller und Bleher.





»Joseph von Fraunhofer« – Fraunhofers Forschungsschiff für Expeditionsfahrten

Das Fraunhofer IBMT besitzt ein Forschungsschiff zum Test der am Institut entwickelten Sonare und Wasserfahrzeuge.

Das Schiff vom Typ Baltic Trawler 42, Baujahr 2007, wurde in den Jahren 2012 bis 2013 als Forschungsschiff eingerichtet und umgebaut und wird im Sinne der Vereinszwecke der Fraunhofer-Gesellschaft gemeinsam vom Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik IBMT und der Fraunhofer EMB betrieben und für kooperative Forschungs- und Entwicklungsarbeiten genutzt.

Die »Joseph von Fraunhofer« beinhaltet in ihren 14 m Länge modernstes technisches Equipment und ein Labor für Forschungsfahrten zunächst auf der Ostsee. Das Forschungsschiff ist ideal ausgerüstet, um die am Fraunhofer IBMT entwickelten Spezialsonare (Fächer-Echolote, Sidescanner, Sediment-Sonare) in realer Umgebung zu testen. Die Lage des Schiffes in der Ostsee erlaubt den Zugang zu hochinteressanten Bereichen für den Test von IBMT-Spezialsystemen für die ultraschallbasierte Bestimmung von Fischbeständen (Arten-, Größen- und Geschlechtsbestimmung im Hinblick auf die Biodiversität).

Ebenso ermöglicht der Liegeplatz Lübeck den schnellen Einsatz in Bereichen, in denen Alt-Munition (sogenannte UXOs – Unexploded Ordnance) nach dem zweiten Weltkrieg entsorgt wurde. Diese kann mit den Sonaren des Fraunhofer IBMT und dem Oberflächenfahrzeug »Hydrocrawler« genau detektiert und identifiziert werden. Die Einsatzmöglichkeiten sind zahlreich, z. B. können neben der Entnahme von Bodenproben, Fischen, Algen, Plankton und Muscheln auch Messungen der Wassertemperatur, des Druckes und der Leitfähigkeit durchgeführt werden. Der am Heck angebaute Spezialkran dient der Wasserung technischen Equipments, wie z. B. der am Fraunhofer IBMT entwickelten Sonare, Tauchfahrzeuge (AUVs) sowie Oberflächenfahrzeuge.

Das Schiff hat seinen Liegeplatz im Lübecker Hafen.

1 Ansichten des Forschungsschiffs »Joseph von Fraunhofer«.

2 Autonomous Underwater Vehicle (AUV) des Fraunhofer IBMT.



Launch of the "Joseph von Fraunhofer" – Fraunhofer's first research ship for expeditions

The Fraunhofer IBMT has its own research ship for testing the sonars and water vehicles developed at the institute.

Between 2012 and 2013, the ship, a Baltic Trawler 42 built in 2007, was converted and fitted out as a research ship and is operated jointly, in accordance with the association's aims, for cooperative research and development purposes by the Fraunhofer-Gesellschaft as well as the Fraunhofer Institute for Bio-medical Engineering (IBMT) and the Fraunhofer EMB.

With a length of 14 metres, the "Joseph von Fraunhofer" has state-of-the-art technical equipment and a laboratory for research expeditions, initially in the Baltic Sea. The research ship is perfectly equipped to test the special sonar devices (multibeam echo sounder, side scanner, sediment sonar) developed at the Fraunhofer IBMT in a real environment. The location of the ship in the Baltic Sea allows access to highly interesting areas for testing IBMT special systems for the ultrasound-based determination of fish stocks (species, size and gender determination with respect to biodiversity). Being

docked at Lübeck also allows rapid access to areas where old ammunition (so-called UXOs – Unexploded Ordnance) was dumped after the Second World War. This can be precisely detected and identified with the sonar devices of the Fraunhofer IBMT and the surface vehicle "Hydrocrawler". There is a wide range of possible missions for the ship. For example, alongside the recovery of soil samples, fish, algae, plankton and shellfish, water temperature, pressure and conductivity can be measured. The special crane at the stern can be used for the lowering of technical equipment into the water such as the echo sounders, diving vehicles (AUVs) and surface vehicles developed at the Fraunhofer IBMT.

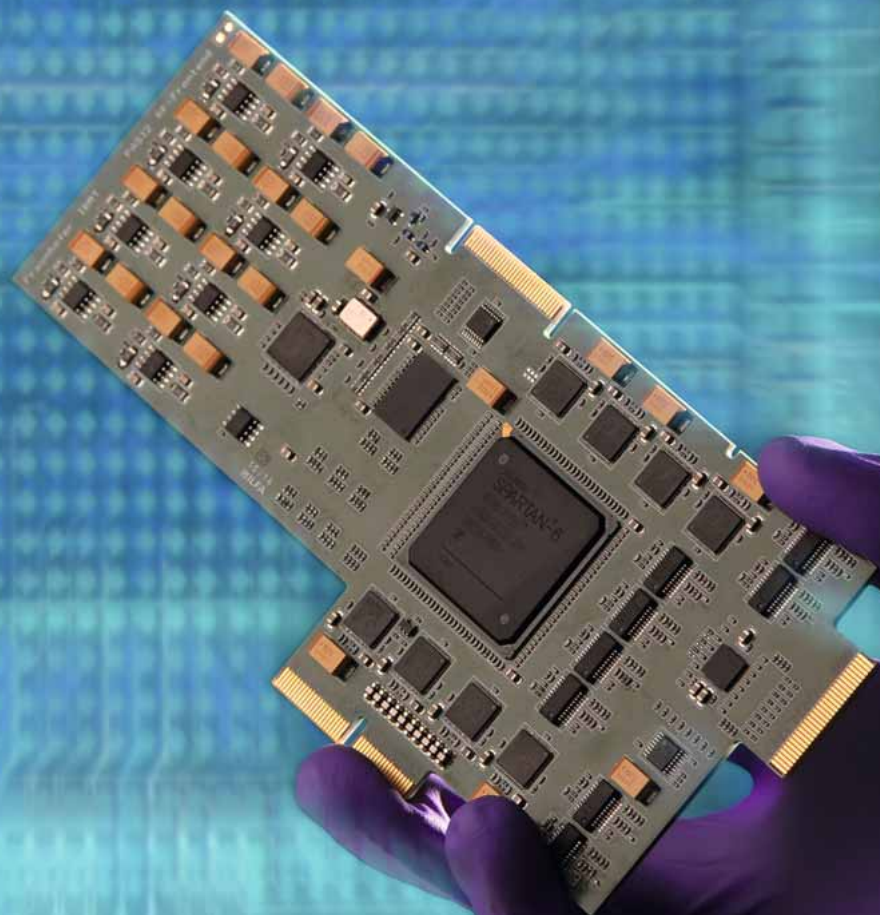
The ship is docked in Lübeck Harbour.

1 Views of the research ship "Joseph von Fraunhofer".

2 Autonomous Underwater Vehicle (AUV) of the Fraunhofer IBMT.

*Komponente für hochfrequente Ultraschallsignalerzeugung und
-digitalisierung (Foto: Bernd Müller).*

*Component for high-frequency ultrasound signal generation
and digitization (Photo: Bernd Müller).*



DER KUNDE IM MITTELPUNKT THE CUSTOMER AT THE CENTRE

Das Forschungs- und Dienstleistungsangebot

Institutspezifische Angebote zur Vertragsforschung

Verträge und Patentvereinbarungen

Kunden

Kontakt und weitere Informationen

The research and service offers

Institute-specific offers for contract research

Contracts and patent agreements

Customers

Contact and further information

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 und Technologieentwicklungen. Zur Servicefertigung von Sensoren und Mikrosystemen können Firmen benannt werden.

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. Die Kundennähe ist ein Charakteristikum und eine wichtige Voraussetzung, um den Bedürfnissen des Marktes aus der Grundlagenforschung heraus 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 die Forschungsstrategie der Fraunhofer-Gesellschaft mit ihren 66 Forschungsinstituten und -einrichtungen und dem im Jahr 2001 gegründeten Life Sciences-Verbund, der inzwischen sechs Fraunhofer-Institute (IBMT, IGB, IME, ITEM, IVV und IZI) und eine Fraunhofer-Einrichtung (EMB) umfasst, schafft Synergieeffekte. Fachkenntnisse aus unterschiedlichsten Forschungsfeldern können in Kooperationen genutzt werden und erlauben eine kompetente Bearbeitung auch multidisziplinärer Fragestellungen. Durch Kooperationsverträge werden für IBMT-Kunden vollständige Wertschöpfungsketten angeboten.

Qualität:

Liefertreue und Zuverlässigkeit prägen die Arbeiten des Fraunhofer-Instituts für Biomedizinische Technik. Die Erstellung eines Pflichtenhefts, 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 Vorlauforschung weitgehend unter Mitwirkung öffentlicher Auftraggeber.

FuE-Ergebnis:

Nach erfolgter Bearbeitung eines FuE-Auftrags wird dem Kunden das Ergebnis zur Verfügung gestellt.

Vertraulichkeit:

Anfragen werden auf Wunsch des Kunden absolut vertraulich behandelt.

Institute-specific offers for contract research

How IBMT Works:

R&D projects are carried out on a success-oriented basis in phases, starting with a technical market research study which forms the basis for the feasibility study, prototype development and field testing (clinical study), right up to the development of cost-optimized manufacturing technologies. Companies can be named for service and production of sensors and microsystems.

Practical relevance:

The projects are carried out at the Fraunhofer Institute for Biomedical Engineering (IBMT) in close contact with the respective customer to guarantee the greatest possible practical relevance. Customer proximity is a characteristic and an important requirement in order to meet the needs of the market with basic research.

Flexibility:

The concrete form, the orientation and scope of project work are based on the requirements and wishes of the customer or client.

Synergy:

The integration into the research strategy of the Fraunhofer-Gesellschaft with its 66 institutes and research establishments and the Life Sciences Group founded in 2001 which, in the meantime, includes six Fraunhofer institutes (IBMT, IGB, IME, ITEM, IVV und IZI) and one Fraunhofer research establishment (EMB) creates synergies. Expertise from different research fields can be used in cooperation to allow the competent processing of multidisciplinary issues. Complete value-added chains are offered for IBMT customers on the basis of cooperation agreements.

Quality:

On-time delivery and reliability characterize the work of the Fraunhofer Institute for Biomedical Engineering. The compilation of the specifications in cooperation with the client ensures that the contents are correctly coordinated and that projects are dealt with in a timely manner.

Value for money:

Research and development contracts are carried out on a cost basis. As an institute of the Fraunhofer-Gesellschaft, the IBMT is a non-profit organization and finances the necessary application-oriented research and preliminary research mainly from funds of public clients.

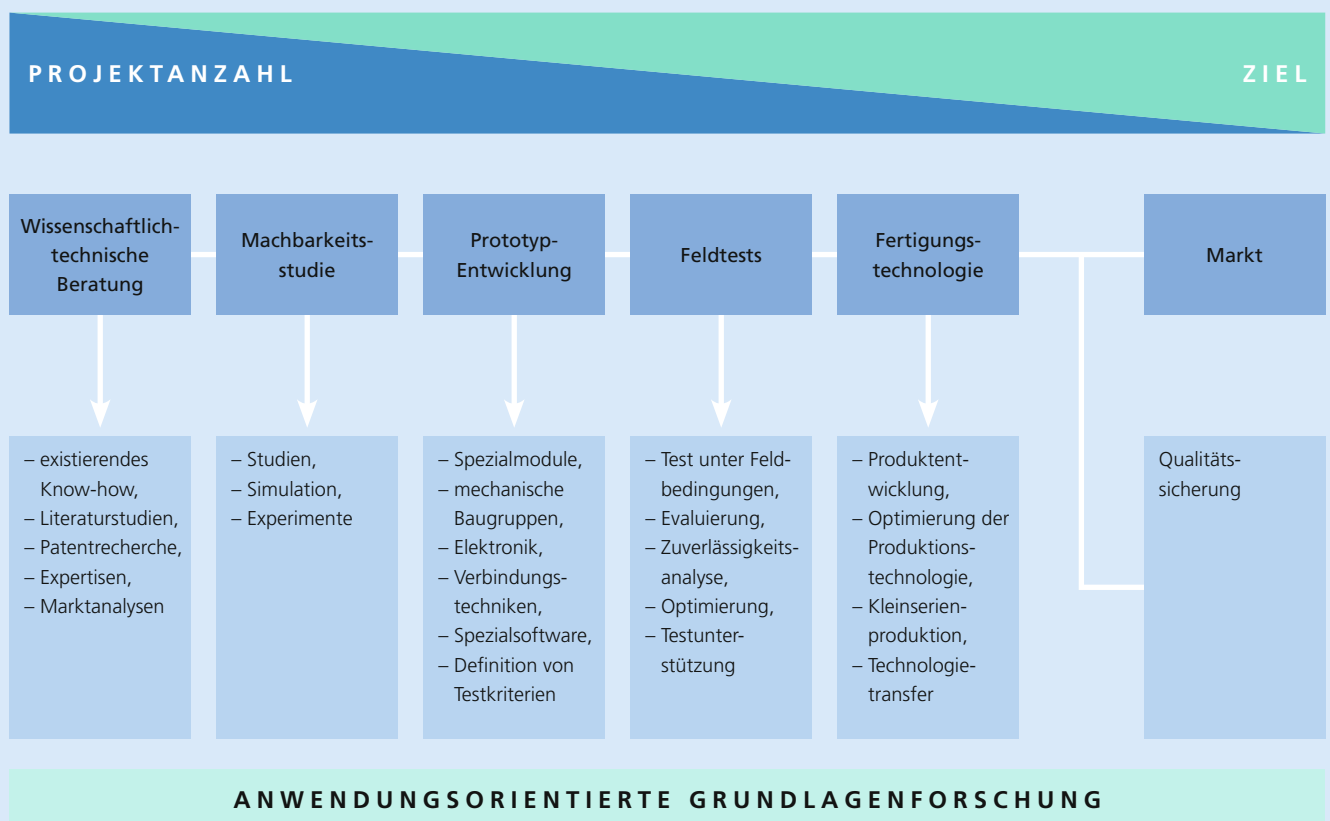
R&D results:

After completion of an R&D project, the results are made available to the customer.

Confidentiality:

Inquiries will be kept strictly confidential at the request of the customer.

Risikominimierte Produktentwicklung.

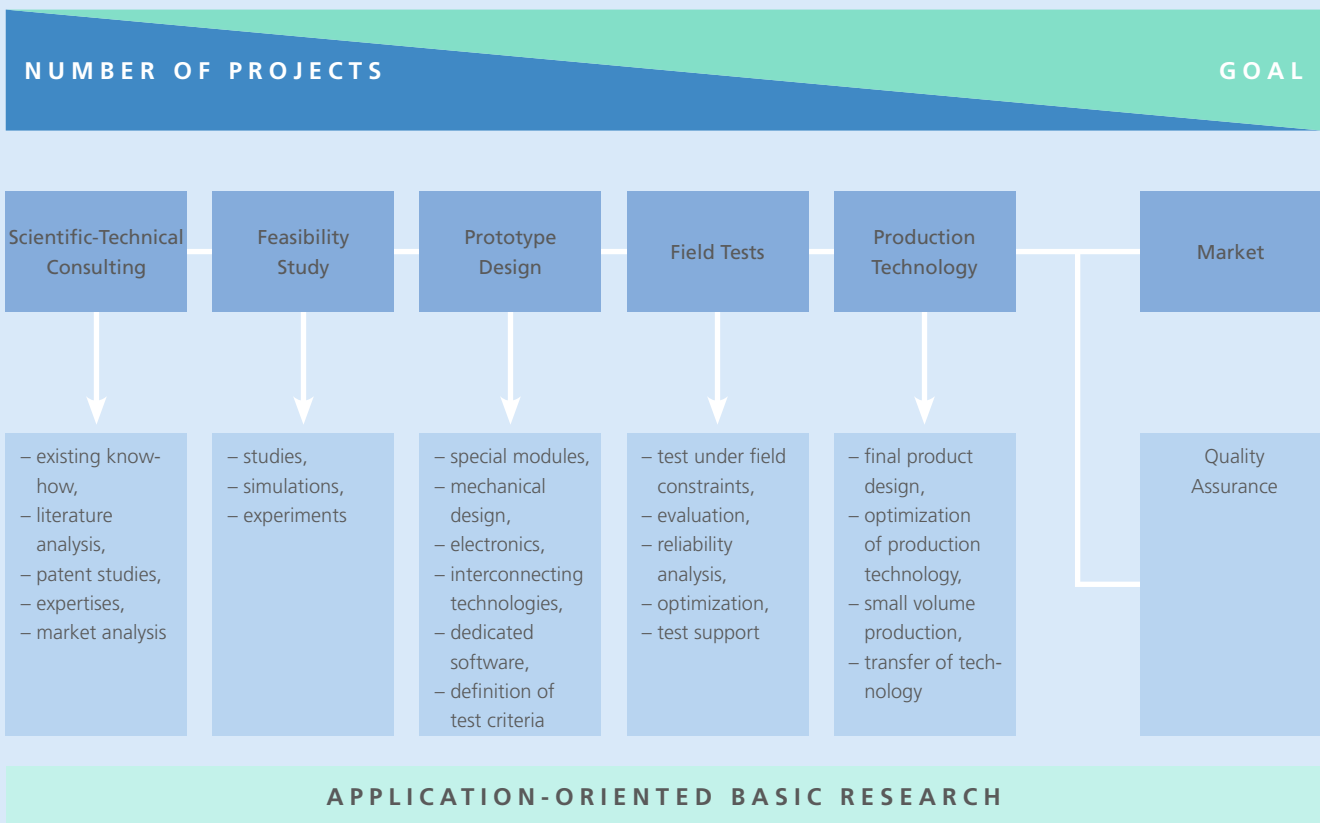


Phasenmodell:

Die Projektarbeit erfolgt im Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik wie folgt: Am Beginn eines Projekts steht eine wissenschaftlich-technische Beratung. Hierbei können anhand des existierenden Know-hows sowie mittels Literatur-, Patent- und Marktrecherchen die möglichen Probleme des Projekts aufbereitet und das Projektrisiko abgeschätzt werden. Darauf folgt eine Machbarkeitsstudie, die das Projekt spezifiziert und den Aufwand beurteilt. Eine Laborprototyp-Entwicklung dient dem praktischen Funktionsnachweis in Form eines Demonstrators. Diese Phase mündet in die Feldprototyp-Entwicklung, an deren Ende umfangreiche Tests stehen. Das Redesign, die Technologieoptimierung, die Kleinserienfertigung und der Technologietransfer sind Elemente der Produktionsvorbereitung. Begleitend leistet das Fraunhofer-Institut für Biomedizini-

sche Technik auch Hilfestellung bei Marketing und Qualitätssicherung. Dies steht im Dienste des Produktionsanlaufs und der Risikominimierung im Rahmen der Fertigung. Der Kunde hat die Möglichkeit, seinen Auftrag entsprechend dieser Phasen ein- und aufzuteilen und am Ende jeder einzelnen Stufe neu zu entscheiden, ob es sich für ihn lohnt, 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.

Risk-Minimized Product Development.



Phase Model:

Project work is carried out in the Fraunhofer Institute for Bio-medical Engineering as follows. The project starts with a scientific-technical consultation process. The possible problems of the project can be examined here and the project risk estimated on the basis of existing know-how, as well as literature, patent and market research. This is followed by a feasibility study, which specifies the project and estimates the costs. A laboratory prototype development provides practical function verification in the form of a demonstrator. This phase leads to the field prototype development at the end of which extensive tests are carried out. The redesign, technology-optimization, small-scale production and technology transfer are elements of pre-production. The IBMT also assists in quality assurance and marketing of the product. This provides support for the

production start-up and helps to minimize risks during production. The customer has the option of dividing up his order on a phase-to-phase basis and can decide at the end of each phase, whether it is worth starting the next phase. This criterion helps the customer as well as the IBMT in granting or accepting the order, and leads to manageable, predictable project schedules and costs.

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. Das IBMT wird durch mehr als fünf renommierte Patentanwaltskanzleien vertreten.

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 es wird 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 sorgfältigen und permanenten 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 und Forschung BMBF oder anderer Zuwendungsgeber unterstützt den Kunden in Fragen der Finanzierung von Forschungsprojekten.

Kunden

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

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. Besuchen Sie uns im Internet: <http://www.ibmt.fraunhofer.de>.

Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik IBMT
Joseph-von-Fraunhofer-Weg 1
66280 Sulzbach
Telefon: +49 (0) 6897/9071-0
Fax: +49 (0) 6897/9071-490

Presse und Öffentlichkeitsarbeit

Dipl.-Phys. Annette Maurer
Telefon: +49 (0) 6897/9071-102
annette.maurer@ibmt.fraunhofer.de

Contracts and patent agreements

Contracts:

Fair and reliable contractual terms for customers are the utmost priority. The scientists and engineers are supported by an experienced contract department within the Fraunhofer-Gesellschaft.

Usage rights:

The customer has the exclusive usage rights to the patents arising out of the execution of the order. According to the customer's wishes, individual agreements are reached. The IBMT is represented by more than five established patent attorney offices.

Coordination:

The Fraunhofer IBMT is experienced in the coordination of complex joint projects and superordinate management projects. This means that administrative and coordinative tasks are assumed and good communication between the joint project partners is ensured in order to avoid friction losses.

Training:

IBMT offers training for the staff with regard to the introduction of new processes and technologies as a service for customers. This training may take place at the customer's premises.

Quality Assurance:

The scientists and development engineers at the Fraunhofer IBMT work according to the rules of modern project management. The projects and works are subject to careful and continuous assessment in terms of time and costs and geared towards a successful conclusion of the project. Each individual order is accompanied by computer-aided project controlling.

Funding options:

The Fraunhofer-Gesellschaft helps the customer to exhaust all possibilities of project funding. Many years of experience in applying for funding from the European Union, the German Federal Ministry for Education, Research and Technology (BMBF) or other donors support the customer in matters of research project funding.

Customers

Alongside clients from the fields of biomedical and medical engineering as well as biotechnology, clients from other industrial sectors (environmental technology, laboratory technology, biology, chemistry, pharmaceuticals, materials technology, automotive technology, hydraulics, mechanical engineering, plant construction, sensor systems) are also among the customers of the Fraunhofer Institute for Biomedical Engineering. Since its foundation, the IBMT has been working with companies of different sizes.

Contact and further information

Please call us if you have any queries or require further information or a concrete offer. We will be happy to send you the relevant publications and brochures. Visit our website at: <http://www.ibmt.fraunhofer.de>.

Fraunhofer Institute for Biomedical Engineering IBMT
Joseph-von-Fraunhofer-Weg 1
66280 Sulzbach
Germany
Telephone: +49 (0) 6897/9071-0
Fax: +49 (0) 6897/9071-490

Press and public relations

Dipl.-Phys. Annette Maurer
Telephone: +49 (0) 6897/9071-102
annette.maurer@ibmt.fraunhofer.de

Mikrosystemtechnisches Sensorsystem zur Untersuchung von Leberzellen im Projekt d-LIVER (Foto: Bernd Müller).

Microsensor system for the investigation of liver cells in the d-LIVER project (Photo: Bernd Müller).



UNSERE EINSATZ- BEREICHE – GESCHÄFTSFELDER OUR OPERATING FIELDS – BUSINESS AREAS

Geschäftsfeld Labortechnologie
Geschäftsfeld Theranostik
Geschäftsfeld Medizintechnik

Business area Laboratory Technology
Business area Theranostics
Business area Medical Engineering

GESCHÄFTSFELD LABORTECHNOLOGIE BUSINESS AREA LABORATORY TECHNOLOGY

Im medizinischen Kontext ist das Labor ein zentraler Bestandteil der Diagnostik – dort werden Proben auf ihre Bestandteile hin analysiert und aus den Ergebnissen Rückschlüsse auf den Gesundheitszustand gezogen. Labore sind aber darüber hinaus ein integraler Bestandteil in allen Bereichen der Forschung, Entwicklung und Produktion. Die Qualität von Prozessen oder Produkten wird in der Regel in Laboren beurteilt, denn dort ist die Ausstattung vorhanden, um reproduzierbar zu messen und die Ergebnisse mit Zielvorgaben zu vergleichen. Die dazu notwendige Mess- und Analysentechnik reicht von der Waage bis zum Gaschromatographen, von der Schieblehre bis zum Massenspektrometer. Diese Geräte müssen regelmäßig gewartet und kalibriert werden und stellen spezielle Anforderungen an den Aufstellraum, beispielsweise hinsichtlich Lüftung und Klimatisierung. Daher sind Labore sowohl bei der Erstellung als auch im Betrieb sehr kostenintensiv. Die Laborbranche umfasst in der Folge vom Handwerk bis zur Forschung, von der Geräteentwicklung bis zur Wartung einen sehr weiten Wirtschaftsbereich.

Das Fraunhofer IBMT beschäftigt sich seit seinem Bestehen mit Labortechnologien – sowohl als Technologieentwickler wie auch als Nutzer. Diese Rolle und das damit verbundene Anwender- und Insiderwissen versetzen seine Wissenschaftler in die Lage, aktuelle Trends an vorderster Front aufzunehmen, sie mitzuprägen und oft gar zu antizipieren. Ein Beispiel ist die Idee, einen elektronischen Speicherchip physikalisch mit den Probengefäßen zu verbinden. Damit erhält jede Probe quasi ein Gedächtnis und ist in der Lage, den Workflow in entsprechend elektronifizierten und automatisierten Laboren direkt zu steuern. Ein weiterer grundlegender Ansatz ist die konsequente Verknüpfung von Labor und Mobilität. Aus diesem Ansatz wurde das erste zivile mobile Diagnostiklabor für hoch-

infektiöse Proben auf Basis eines Sattelauflegers entwickelt und erfolgreich in Südafrika im Umfeld von HIV und Tuberkulose zum Einsatz gebracht.

Im Geschäftsbereich Labortechnologien werden diese Kompetenzen zukünftig über die Abteilungs- und Arbeitsgruppenhierarchie hinweg gebündelt. Von den Gesundheitsinformationssystemen über den klinischen Ultraschall bis hin zu den Biobanken und der Automatisierung in der Biotechnologie werden alle Hauptabteilungen des Fraunhofer IBMT einbezogen, nicht zuletzt die Auslandslabore in UK und Chile. Damit erhält die Laborbranche einen dezidierten Ansprechpartner, der Anfragen und Projektideen kommunizieren und vorantreiben kann. Hier wird auch das Engagement von Fraunhofer im Verein »Labor der Zukunft« fokussiert. Es handelt sich um eine im Jahr 2014 vom Fraunhofer IBMT gemeinsam mit der saarländischen Landesregierung initiierte Branchenallianz mit dem Ziel, die Labortechnologie der nächsten Generation mitzugestalten und vorzubereiten. Hier und im Geschäftsfeld Labortechnologie sollen vor allem auch branchenferne Bereiche angesprochen und motiviert werden, einen aktiven Technologietransfer in den Bereich der Labore mitzugestalten. Die oben angeführten Beispiele der Probe mit Gedächtnis und des mobilen Diagnostiklabors zeigen deutlich, wie die Industriebereiche Elektronik und Kraftfahrzeugbau zu Innovatoren für die Laborbranche werden können.

Ansprechpartner

Dipl.-Phys. Daniel Schmitt
Telefon: +49 (0) 6894/980-120
daniel.schmitt@ibmt.fraunhofer.de

Sekretariat
Frau Kerstin Knobe
Telefon: +49 (0) 6894/980-201
kerstin.knobe@ibmt.fraunhofer.de

**1 Mobiles epidemiologisches
Labor als Flaggschiff der Fahr-
zeugflotte des Fraunhofer IBMT
(Foto: Bernd Müller).**



In the medical context, the laboratory is a central element of diagnostics – this is where samples are analyzed for their components, and conclusions drawn on the state of health from the results. But laboratories are also an integral part of all areas of research, development and production. The quality of processes or products is generally assessed in laboratories, because all of the equipment is available there to make reproducible measurements and to compare the results with specified targets. The necessary measurement and analysis technology ranges from the weighing scales to the gas chromatograph, from the slide rule to the mass spectrometer. These devices have to be regularly maintained and calibrated, and pose special requirements for the installation room, for example in terms of ventilation and air conditioning. This is why laboratories are very cost-intensive to build and to operate. The laboratory sector thus extends – from crafts to research, from device development to maintenance – over a very wide economic range.

For as long as it has existed, the Fraunhofer IBMT has been working in the field of laboratory technology, both as a technology developer and user. This role, and the associated user and insider know-how, means that its scientists are able to respond to current, leading-edge trends, to shape them and sometimes even to anticipate them. One example of this is the idea of combining an electronic memory chip physically with the sample containers. This way, each sample has its own memory, and can control the workflow directly in the correspondingly electronically equipped and automated labs. Another fundamental approach is the uncompromising combination of laboratory and mobility. This approach led to the development of the first civil mobile diagnostic laboratory for highly infectious samples on the basis of a semitrailer truck, which was then used successfully in South Africa in the field of HIV and tuberculosis.

In the area of laboratory technology, these competences will now be bundled separately from the department and working group hierarchy. From the health information systems to clinical

ultrasound, right up to biobanks and automation in biotechnology, all of the main departments of the Fraunhofer IBMT will be included, not least of all the overseas labs in the UK and Chile. The laboratory sector thus receives a dedicated contact partner who can communicate and advance enquiries and project ideas. The engagement of Fraunhofer will also be focussed here in the association "Laboratory of the Future". This is a sectoral alliance initiated in 2014 by the Fraunhofer IBMT along with the Saarland state government with the aim of shaping and preparing the next generation of laboratory technology. Here, and in the Laboratory Technology business area, companies outside of the sector are to be addressed and motivated to help in shaping active technology transfer to the laboratory sector. The abovementioned examples of the sample with product memory and the mobile diagnosis lab clearly illustrate how the industrial sectors of electronics and automotive engineering can become innovators for the laboratory sector.

Contact

Dipl.-Phys. Daniel Schmitt
Telephone: +49 (0) 6894/980-120
daniel.schmitt@ibmt.fraunhofer.de

Secretary

Ms. Kerstin Knobe
Telephone: +49 (0) 6894/980-201
kerstin.knobe@ibmt.fraunhofer.de

1 *Mobile epidemiological laboratory as flagship of the Fraunhofer IBMT vehicle fleet (Photo: Bernd Müller).*

GESCHÄFTSFELD THERANOSTIK BUSINESS AREA THERANOSTICS

Theranostik, die Verbindung von Therapie und Diagnostik in einem medizintechnischen System, gewinnt für komplexe multifunktionale Medizinprodukte immer stärker an Bedeutung. Die Erfassung spezifischer Vitalparameter und ihre multivariate Analyse und Bewertung bilden die diagnostische Grundlage für die jeweilig einzuleitenden therapeutischen Maßnahmen, deren Wirksamkeit oftmals in einem geschlossenen Regelkreis weiter optimiert wird. Am Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik IBMT sind alle Technologien und Ressourcen vorhanden, um derartige innovative Systeme einschließlich der zugehörigen miniaturisierten Sensoren und Aktuatoren zulassungsrelevant zu entwickeln, zu fertigen und zu testen. Hierzu zählen insbesondere Reinraum, messtechnische Labore, Elektroniklabore, feintechnische mechanische Werkstatt und biotechnologische Labore bis hin zu S3-Laboren einschließlich der jeweils erforderlichen Gerätetechnik und den hochqualifizierten Mitarbeitern. Umfassendes Know-how besteht bei den bereits im Entwicklungsprozess zu berücksichtigenden Aspekten einer zukünftigen Zulassung als Medizinprodukt mit entsprechenden Regulatory Affairs einschließlich der erforderlichen Dokumentation.

Aufgrund der wachsenden Bedeutung theranostischer Systeme für die medizinische Patientenversorgung und ihres hohen Innovationspotenzials wurden im Sommer 2015 alle am IBMT auf diesem Gebiet vorhandenen Kompetenzen in einem Geschäftsfeld Theranostik gebündelt. Dadurch können abteilungs- und arbeitsgruppenübergreifend die vorhandenen Synergien noch besser als bisher genutzt werden. Durch die Zusammenführung des institutsweiten Fachwissens und die klare Darstellung der einzelnen Profillinien im Geschäftsfeld

kann die Zusammenarbeit mit externen wissenschaftlichen Partnern und Industrieunternehmen weiter optimiert werden. Die Realisierung von FuE-Projekten und ein möglicher sich anschließender Technologietransfer erfolgt in erfolgsorientierten aufeinander aufbauenden Phasen, zu denen wissenschaftlich-technische Beratung, Machbarkeitsstudie, Prototypentwicklung und Optimierung von Fertigungstechnologien gehören.

Ein wichtiges Anliegen des Geschäftsfelds ist das Leitprojekt »Theranostische Implantate«, in dem sich unter Federführung des IBMT zwölf Fraunhofer-Institute zusammengeschlossen haben. Durch Bündelung der technologischen Möglichkeiten entsteht eine vermarktbare Technologieplattform, auf deren Grundlage beispielhaft drei Demonstratoren mit hoher Relevanz zum Markt aufgebaut und getestet werden sollen. Mit einem skeletalen, einem kardio-vaskulären und einem neuromuskulären Demonstrator wird dabei nahezu der gesamte Bereich derzeit relevanter Theranostischer Implantate abgedeckt. Die Anforderungen der drei Demonstratoren stellen die treibende Kraft für die Technologieentwicklung der Institute dar und sollen so zu einer Sprunginnovation in der Medizintechnik führen. Dieser konkurrenzlose Fraunhofer-spezifische Ansatz eines Leitprojekts schöpft das Synergiepotenzial durch Zusammenführung und Verzahnung verteilter Kompetenzen mehrerer Institute zur gemeinsamen Lösung aktueller Herausforderungen der medizintechnischen Industrie auf dem Gebiet der Theranostischen Implantate voll aus.

Ansprechpartner

Prof. Dr. Klaus-Peter Hoffmann
Telefon: +49 (0) 6894/980-401
klaus-peter.hoffmann@ibmt.fraunhofer.de

Sekretariat
Frau Sonja Pontius
Telefon: +49 (0) 6894/980-402
sonja.pontius@ibmt.fraunhofer.de

1 Messplatz zur technischen Charakterisierung der drahtlosen Energie- und Signalübertragung für Theranostische Implantate (Foto: Bernd Müller).



Theranostics, the combination of therapeutics and diagnostics in a medical system is becoming increasingly important for complex, multifunctional medical products. The registration of specific vital parameters and their multivariate analysis and evaluation form the diagnostic basis for the respectively necessary therapeutic measures, whose efficacy is often further optimized in a closed loop. The Fraunhofer Institute for Biomedical Engineering has all the necessary technologies and resources to develop, produce and test such innovative systems including the required miniaturized sensors and actuators up to the licensing stage. This includes, in particular, clean room, measurement labs, electronics labs, precision-mechanics workshop and biotechnological labs, right up to S3 labs including the necessary device technology and highly qualified staff. There is also extensive know-how of the aspects that have to be taken into account at the development stage for the future licensing as a medical product with the corresponding regulatory affairs including all the necessary documentation.

In view of the growing significance of theranostic systems for medical patient care and their high innovation potential, in summer 2015 all of the competences at the IBMT in this area were bundled in a single business area "Theranostics". This means that the existing synergies can be harnessed to an even greater extent than up to now on an interdepartmental and inter-working group basis. With the bundling of the expertise of the whole institute and the clear representation of the individual profiles in the division, the collaboration with external scientific partners and industrial companies can be further optimized. The realization of R&D projects and a possible subsequent technology transfer takes place in results-oriented, successive phases including scientific-technical advice, feasibility study, prototype development and optimization of manufacturing technologies.

An important concern for the business area is the key project "Theranostic Implants", in which twelve Fraunhofer institutes are collaborating under the auspices of the IBMT. Bundling the technological possibilities gives rise to a marketable technology platform on the basis of which three demonstrators with a high relevance to the market can be built up and tested as an example. With a skeletal, a cardiovascular and a neuromuscular demonstrator, almost the whole spectrum of currently relevant theranostic implants is covered. The requirements of the three demonstrators constitute the driving force for the technology development of the institute, and should thus lead to an innovative leap in medical technology. This unrivalled, Fraunhofer-specific approach of a key project harnesses the synergy potential by bringing together and interlocking the distributed competences of several institutes to achieve a joint solution to current challenges in the systems-medicine industry in the field of theranostic implants.

Contact

Prof. Dr. Klaus-Peter Hoffmann
 Telephone: +49 (0) 6894/980-401
klaus-peter.hoffmann@ibmt.fraunhofer.de

Secretary
 Ms. Sonja Pontius
 Telephone: +49 (0) 6894/980-402
sonja.pontius@ibmt.fraunhofer.de

1 Measurement station for the technical characterization of the wireless energy and signal transmission for theranostic implants (Photo: Bernd Müller).

GESCHÄFTSFELD MEDIZINTECHNIK BUSINESS AREA MEDICAL ENGINEERING

Die Medizintechnik in Deutschland ist eine stabile Branche mit hohen Wachstums- und Beschäftigungsraten, hohem Exportanteil und fungiert als Innovationstreiber der gesamten Gesundheitswirtschaft. Deutschland nimmt im internationalen Vergleich aufgrund seiner innovativen Produkte eine Vorreiterrolle ein. Damit dies auch zukünftig gewährleistet ist und die medizinische Versorgung der Bevölkerung unter den gegebenen gesellschaftlichen Herausforderungen des demographischen Wandels auf hohem Niveau erhalten bleibt, werden perspektivisch neue Produkte für eine personalisierte Medizin hochdynamisch in sehr kurzen Entwicklungszyklen bzw. sogar »on demand« entwickelt und gefertigt werden müssen. Dies kann nur durch eine translationale, interdisziplinäre und noch effizientere Forschung und Entwicklung erreicht werden, die optimal auf den Kunden zugeschnitten ist.

Das Geschäftsfeld Medizintechnik des Fraunhofer IBMT unterstützt Kunden durch sein abteilungsübergreifendes und Fraunhofer-weit einzigartiges translationales Gesamtkonzept aus Infrastruktur, exzellenten Mitarbeitern, 30-jähriger Erfahrung in der Biomedizinischen Technik und ausgeprägten Netzwerken.

Für einen einfachen und schnellen Markteintritt unserer Kunden werden in allen Projektphasen die regulatorischen Rahmenbedingungen eingehalten und das zulassungsrelevante Qualitäts- und Risikomanagement sowie dessen Dokumentation projektbegleitend durchgeführt. Dies beginnt beim zellulären Basisexperiment durch GMP-zertifizierte Labore, führt über entwicklungsbegleitende Qualitätssicherung nach MDD 93/42 EWG und die Unterstützung der Zulassung von Medi-

zinprodukt inklusive klinischer Studien, bis hin zur zertifizierten Fertigung (ISO 9001/13485) und der Fertigungsentwicklung, einschließlich kundenspezifischer Mitarbeiterschulungen und anschließendem Transfer in die Produktion.

Im Geschäftsfeld Medizintechnik steht den Stakeholdern ein einzigartiges Kompetenz- und Technologieportfolio zur Verfügung: die Entwicklung von Hard- und Software für Medizinprodukte, Systeme für die molekulare Diagnostik und Therapie, mikrosystemtechnische, biohybride sowie Tissue Engineering-Systeme, optische, skalierbare akustische, als auch opto-akustische Bildgebungsverfahren und Messsysteme, Sensorfertigungstechniken, neuroprothetische Elektroden und Systeme, aktive Implantate, multilokale Sensorik, Biotelemetrie und drahtlose Energieversorgung bis hin zu kompletten Gesundheitsinformationssystemen und medizinischen Netzen zur professionellen Nutzung oder für Endanwender. Auf dieser Basis sowie der flexiblen Aufstellung interdisziplinärer Projektteams können kundenspezifische Fragestellungen aus vielen Blickwinkeln neu gedacht, Ideen schnell evaluiert und Lösungen zeit- und kosteneffizient angeboten werden.

Zusammen mit einer exzellenten Vernetzung in der Fraunhofer-Gesellschaft und im Außenraum durch Mitarbeiter als anerkannte Experten in Fachorganisationen, in Normungsgremien und Anwenderorganisationen sowie durch aktiv gelebte Kooperationen mit Benannten Stellen, Behörden, Klinikern und zufriedenen Kunden ist das Fraunhofer IBMT der »Hub für Medizintechnik in Deutschland«.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Steffen Tretbar
Telefon: +49 (0) 6894/980-206
steffen.tretbar@ibmt.fraunhofer.de

Sekretariat
Frau Kerstin Knobe
Telefon: +49 (0) 6894/980-201
kerstin.knobe@ibmt.fraunhofer.de

1 Intelligente Laborbrille für die benutzerfreundliche Einblendung der Probeninformation aus den Barcodes auf Probenröhrchen einer Kryobank am Fraunhofer IBMT (Foto: Bernd Müller).



Medical engineering in Germany is a stable sector with high growth and employment rates as well as a high export share, and functions as a driver of innovation for the whole health-care sector. Due to its innovative products, Germany has a pioneer role in the international comparison. In order to ensure that this continues in the future, and that healthcare provision for the population can be maintained at a high level under the given societal challenges of demographic change, products with new perspectives for personalized medicine will have to be developed and produced highly dynamically, in very short development cycles or even "on demand". This can only be achieved by a translational, interdisciplinary and more efficient research and development which is perfectly tailored to the customer's needs.

The business area of Medical Engineering of the Fraunhofer IBMT supports clients with its inter-departmental translational overall concept being unique in the Fraunhofer-Gesellschaft based on infrastructure, as well as excellent personnel and highly developed networks with over 30 years of experience in biomedical engineering.

To ensure easy and rapid market entry for our clients, regulatory aspects are considered in all project phases, and quality and risk management issues relevant for certification including documentation accompanies the project from start to finish. This ranges from cellular basic experiment by GMP-certified laboratories, through development-accompanying quality assurance according to MDD 93/42 EEC, over the licensing process for medical products including clinical studies, right up to certified production (ISO 9001/13485) and manufacturing development including customer-specific employee training and subsequent transfer to production.

The business area of Medical Engineering offers stakeholders a unique competence and technology portfolio: the development of hardware and software for medical products, systems for molecular diagnostics and therapy, microsystems, biohybrid and tissue engineering systems, optical, scalable acoustic and

opto-acoustic imaging techniques and measurement systems, sensor manufacturing technologies, neuroprosthetic electrodes and systems, active implants, multilocal sensors, biotelemetry and wireless energy supply, right up to complete health information systems and medical networks for professional use or for end users. On this basis, and with the flexible structure of interdisciplinary project teams, customer-specific problems can be newly approached from many different perspectives. Ideas can be evaluated rapidly and solutions can be offered on a time and cost-efficient basis.

Fraunhofer IBMT is the "Hub for medical engineering in Germany" with excellent networking within the Fraunhofer-Gesellschaft and external staff members being recognized experts in scientific organizations, at standardization bodies and user organizations, as well as actively lived cooperations with said bodies, authorities, clinicians and satisfied customers.

Contact

Dipl.-Ing. Steffen Tretbar
 Telephone: +49 (0) 6894/980-206
 steffen.tretbar@ibmt.fraunhofer.de

Secretary
 Ms. Kerstin Knobe
 Telephone: +49 (0) 6894/980-201
 kerstin.knobe@ibmt.fraunhofer.de

1 *Intelligent laboratory glasses for the user-friendly scanning of sample information from the barcodes on sample tubes of a cryobank at the Fraunhofer IBMT (Photo: Bernd Müller).*

UNSERE KOMPETENZEN / UNSER ANGEBOT – AUSGEWÄHLTE FORSCHUNGSERGEBNISSE UND ANWENDUNGEN

OUR COMPETENCES / OUR OFFERS – SELECTED RESEARCH RESULTS AND APPLICATIONS

Medizinische Biotechnologie

- Kryo- & Stammzelltechnologie
- Bioprozesse & Bioanalytik
- Prüflaboratorium & Einrichtungen unter QM-Systemen & Qualitätssicherung

Ultraschall

- Medizinischer Ultraschall
- Technischer Ultraschall

Biomedizintechnik

- Biomedizinische Mikrosysteme
- Medizintechnik & Neuroprothetik

Medical Biotechnology

- Cryo & Stem Cell Technology
- Bioprocessing & Bioanalytics
- Test Facility unter QM Systems & Quality Assurance

Ultrasound

- Medical Ultrasound
- Technical Ultrasound

Biomedical Engineering

- Biomedical Microsystems
 - Medical Engineering & Neuroprosthetics
-

Automatisierte Kryolagerung: Gemeinsam mit industriellen Partnern konzipiert und entwickelt das Fraunhofer IBMT automatisierte Anlagen für die Kryolagerung wertvollen Probenmaterials unter Einhaltung der Kühlkette (Foto: Bernd Müller).

Automated cryo-storage: In collaboration with industrial partners, the Fraunhofer IBMT designs and develops automated systems for cryo-storage of valuable samples while maintaining the cold chain (Photo: Bernd Müller).



AUSGEWÄHLTE FORSCHUNGSERGEBNISSE UND ANWENDUNGEN

S3-Labor: Zentrale Einrichtung der Collaboration for AIDS Vaccine Discovery (CAVD) gefördert von der Bill & Melinda Gates Foundation (Foto: Bernd Müller).

S3 laboratory: central facility of the Collaboration for AIDS Vaccine Discovery (CAVD) funded by the Bill & Melinda Gates Foundation (Photo: Bernd Müller).



MEDIZINISCHE BIOTECHNOLOGIE MEDICAL BIOTECHNOLOGY

Kryo- & Stammzelltechnologie

Cryo & Stem Cell Technology

Bioprozesse & Bioanalytik

Bioprocessing & Bioanalytics

Prüflaboratorium und Einrichtungen unter
QM-Systemen & Qualitätssicherung

Test Facility under QM Systems
& Quality Assurance

Optimierte, standardisierte Zellkulturtechniken und die darauf aufbauenden analytischen Messverfahren müssen bei der rasanten biotechnologischen Entwicklung von zukunftsorientierten, therapeutischen Konzepten Schritt halten. Die Hauptabteilung Medizinische Biotechnologie entwickelt innovative Zellkultursysteme und Testverfahren für die verschiedenen Bereiche der Stammzellforschung und Nanobiotechnologie. Im Bereich der Stammzellen steht heute die Verfügbarkeit des Materials in gleichbleibender Qualität im Vordergrund. Hierzu entwickeln wir robotische Plattformen, um die Effizienz und Reproduzierbarkeit der Kultivierungsprozesse zu optimieren.

Ein weiterer Schwerpunkt besteht in der Entwicklung und Testung neuer Applikationssysteme, die vor allem biologische Barrieren wie z. B. die Blut-Hirn-Schranke oder die gastrointestinale Barriere überwinden helfen sollen. In Transport- und Freisetzungsforschungen werden Nanopartikel getestet, die zuvor mit Medikamenten beladen wurden und auf deren Oberfläche sich Ankermoleküle befinden, die bestimmte Strukturen an der Barriere erkennen, um Wirkstoffe gezielt an den Wirkort zu transportieren. Hierfür werden in der Hauptabteilung darüber hinaus geeignete Barriere-Modelle entwickelt. Auch kommen neu entwickelte Zellkultursysteme und Testverfahren im Bereich der Nanotoxikologie zum Einsatz. Die Entwicklung dieser neuartigen Transportmethoden für Medikamente sowie die Untersuchung der Chancen und Risiken von Nanopartikeln werden im Rahmen verschiedener nationaler und internationaler Verbundprojekte gefördert.

Die Hauptabteilung entwickelt außerdem zukunftsweisende Plattformen zum Sammeln, Präparieren, Konservieren und zur Verteilung von Bioreagenzien und klinischen Proben für weltweite Netzwerke. Hierzu zählen optimierte Prozesse der Probenaufarbeitung und deren Kryokonservierung sowie die Produktion von Bioreagenzien. Die Hauptabteilung stellt neue Technologieplattformen für die Entwicklung und klinische Testung von Impfstoffen und neuen Therapien zur Verfügung, z. B. werden Virus-Stocks in einer vollautomatisierten Anlage hergestellt.

Zur Hauptabteilung gehört auch der Betrieb verschiedener Biobanken. So werden für ein deutsch-afrikanisches Verbundprojekt zur Erforschung des Krankheitserregers *Staphylococcus aureus* Stämme dieser Krankheitserreger gesammelt und für die Wissenschaft zur Verfügung gestellt. Die Wissenschaftler in Deutschland und Afrika wollen herausfinden, wie verbreitet und resistent die Erreger auf dem afrikanischen Kontinent sind und was getan werden kann, um die tödliche Gefahr einzudämmen.

Als eine weitere wichtige Biobank wird seit 2012 am Fraunhofer IBMT die Umweltprobenbank des Bundes (UPB Humanproben) betrieben. Dabei handelt es sich um ein Archiv von Umwelt- und Humanproben, welches ein zentrales Element der Bundesrepublik Deutschland zur Risikobewertung von Schadstoffen in Mensch und Umwelt darstellt.

Ansprechpartner

Prof. Dr. Hagen von Briesen
Telefon: +49 (0) 6897/9071-286
hagen.briesen@ibmt.fraunhofer.de

Sekretariat
Frau Anja Weber
Telefon: +49 (0) 6897/9071-279
anja.weber@ibmt.fraunhofer.de

Optimized standardized cell culture techniques and analytical measuring systems building on this, have to keep up with future-oriented therapeutic concepts during rapid biotechnological developments. Therefore, the Main Department of Medical Biotechnology is developing innovative cell culture systems and testing methods for different fields of stem cell research and nanobiotechnology. In the field of stem cells, the availability of material in constant quality is essential. Therefore, the main department is developing platforms to optimize the efficiency and reproducibility of the cultivating processes.

Another focus lies in the development and testing of new application systems which should help to cross biological barriers, e.g. the blood-brain-barrier or the gastro-intestinal barrier. Nanoparticles loaded with drugs are tested in transport and exposition studies; they have anchor molecules on the surface which are able to recognize certain structures at the barrier and transport effective ingredients selectively to their target location. For this purpose, suitable barrier models are developed within the main department. We also are deploying newly developed cell culture systems and testing procedures in the field of nanotoxicology. The development of these new transportation methods for drugs as well as the examination of the chances and risks of nanoparticles are supported by different national and international joint projects.

In addition to this, future-oriented platforms for collecting, preparing, preserving and distributing bioreagents and clinical samples for worldwide networks are developed within the main department. This includes optimized processes for sample reprocessing and their cryopreservation as well as the production of bioreagents. The main department provides new technology platforms for the development and clinical testing of vaccines and new therapies, e.g. the production of virus stocks within a fully automated system.

Another task of the main department is the operation of a range of different biobanks. For a German-African joint project concerning research on the *Staphylococcus aureus* pathogen, strains of these pathogens are collected and provided to science. Scientists in Germany and Africa want to find out how widespread and resistant these pathogens are on the African continent and what can be done to prevent this deadly threat.

The biobank for environment samples of the Federal Government (ESB Human Samples) is another important biobank run by Fraunhofer IBMT. It is an archive of environmental and human samples which forms a central element of Germany's program for risk analysis of contaminants in humans and environment.

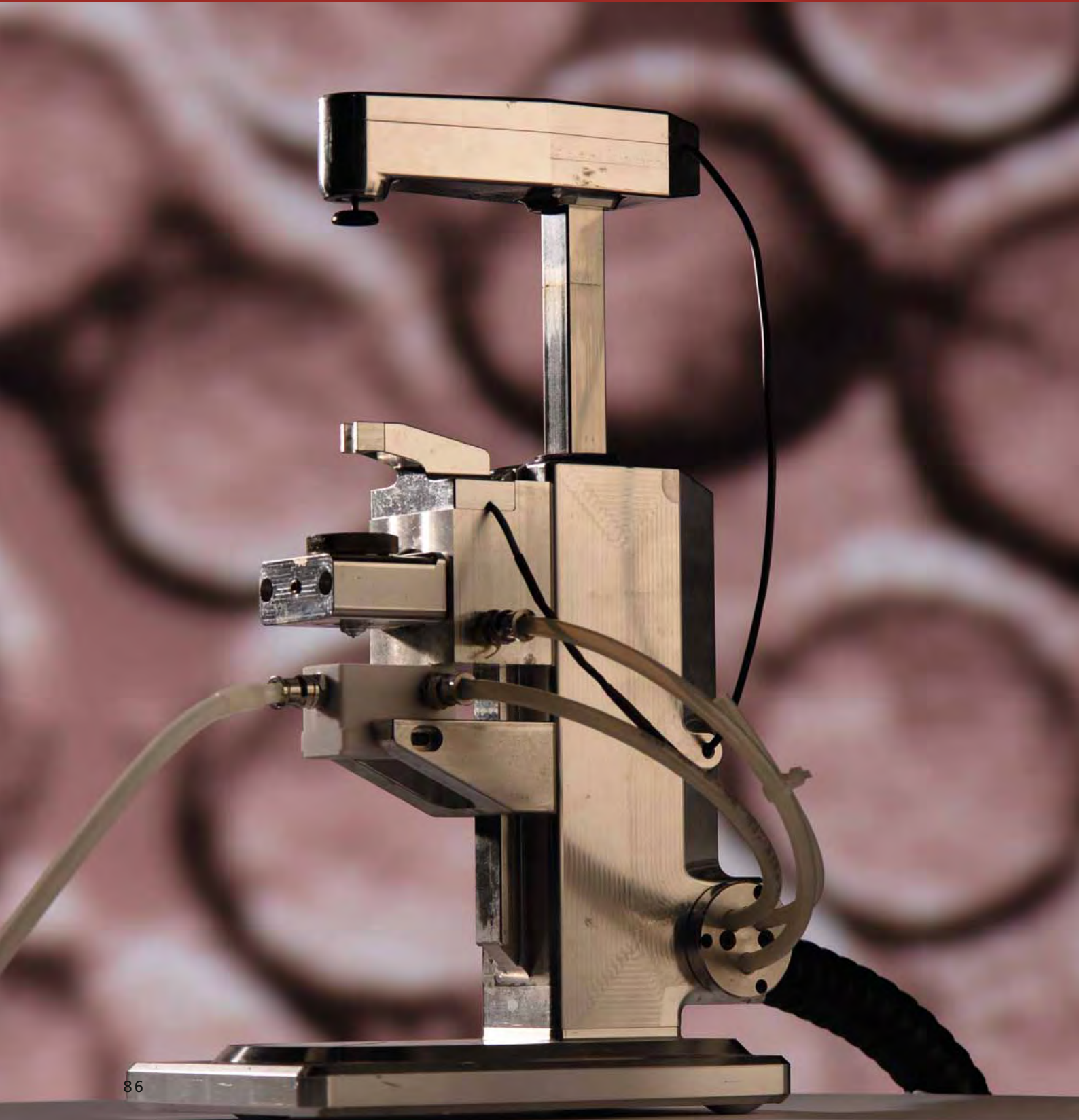
Contact

Prof. Dr. Hagen von Briesen
Telephone: +49 (0) 6897/9071-286
hagen.briesen@ibmt.fraunhofer.de

Secretary
Ms. Anja Weber
Telephone: +49 (0) 6897/9071-279
anja.weber@ibmt.fraunhofer.de

*Zweistrom-Düsenanlage zur Herstellung von Alginat-Mikrobeads
(Foto: Bernd Müller).*

*Dual nozzle system for the production of alginate microbeads
(Photo: Bernd Müller).*



KRYO- & STAMMZELL- TECHNOLOGIE

CRYO & STEM CELL TECHNOLOGY

Angebote, Ergebnisse und Produkte der Arbeitsgruppen

Pluripotenz & Regeneration
Biomedizinische Optik
Automatisierungsprozesse
Marine Biopolymere
Kooperationslabor EFPIA

**Projektbeispiel: European Bank for induced pluripotent
Stem Cells – EBiSC**

Ausstattung

Offers, results and products of the working groups

Pluripotency & Regeneration
Biomedical Optics
Automation Processes
Marine Biopolymers
Cooperation Lab EFPIA

**Project example: European Bank for induced pluripotent
Stem Cells – EBiSC**

Equipment

Die Abteilung Kryo- & Stammzelltechnologie setzt sich aus fünf Arbeitsgruppen zusammen – Pluripotenz & Regeneration, Biomedizinische Optik, Automatisierungsprozesse, Marine Biopolymere (in Coquimbo, Chile) und Kooperationslabor EFPIA (in Cambridge/Babraham, Großbritannien) –, deren gemeinsames Ziel die Standardisierung und Automatisierung von Zellkulturabläufen mit Hilfe mikrofluidischer/robotischer Ansätze/Plattformen darstellt, um somit die Effizienz und Reproduzierbarkeit der angewandten Protokolle zu erhöhen. Daher werden zum einen voll- und teilautomatisierte Zellkulturabläufe im Bereich der Kultivierung, Differenzierung, Kryokonservierung und Qualitätssicherung therapeutisch relevanter Zellsysteme entwickelt, um die permanente Verfügbarkeit von biologischem Material mit gleichbleibend hoher Qualität zu gewährleisten. Dazu müssen mikrofluidische Zellkulturtechnologien, robotische Plattformen sowie gemischte Bioreaktorsysteme an die spezifischen Bedürfnisse pluripotenter Stammzellen, wie z. B. humaner induzierter pluripotenter Stammzellen (hiPS) angepasst und existierende Protokolle adaptiert werden. Genutzt werden hierfür sowohl Robotikplattformen als auch verschiedene Bioreaktorsysteme in Verbindung mit innovativen optischen Methoden zur Analyse auf Einzelzellebene. Zum anderen werden die Vorteile der Automatisierung, Miniaturisierung und Parallelisierung eingesetzt, die sich durch den Einsatz von Mikrofluidik- und Robotersystemen ergeben, um schnelle, kosteneffiziente und präzise Screeningabläufe zu erreichen.

Diese neuen Systeme, z. B. basierend auf der Methode des »Hängenden Tropfens«, ermöglichen sowohl eine vollständige Kontrolle der Mikroumgebung als auch eine deutlich gesteigerte Reproduzierbarkeit der Ergebnisse. Die Etablierung hochparallelierter und automatisierter Mikrosysteme zum multiparametrischen Screening von Wirkstoffen für jede individuelle Zelllinie wäre ein Meilenstein für die klinische Anwendung zukünftiger Stammzelltherapien und anderer zelltherapeutischer Behandlungen. Dazu ist die Entwicklung neuer optischer

Methoden von entscheidender Bedeutung, die zum einen direkt in die automatisierten Abläufe integriert werden können, zum anderen eine hochaufgelöste Analyse der Zelleigenschaften auf Einzelzellebene ermöglichen. Für die Derivation und Expansion neuer Zelllinien, den Aufbau neuartiger Automatisierungspipelines und die Durchführung standardisierter Screenings ist darüber hinaus die effiziente Lagerung des Zellmaterials notwendig. Daher erweitert die Abteilung die einzigartige Kompetenz des Fraunhofer IBMT im Bereich der Kryolagerung und Biobanktechnologie durch die Entwicklung neuartiger Einfrierverfahren und Hochleistungsmedien für die Kryokonservierung therapeutisch relevanter Zellsysteme.

Ansprechpartnerin

Dr. Julia Neubauer
Telefon: +49 (0) 6897/9071-258
julia.neubauer@ibmt.fraunhofer.de

Sekretariat
Andrea Pichler
Telefon: +49 (0) 6897/9071-101
andrea.pichler@ibmt.fraunhofer.de

The Cryo & Stem Cell Technology Department is made up of five working groups – Pluripotency & Regeneration, Biomedical Optics, Automation Processes, Marine Biopolymers (located in Coquimbo, Chile) and Cooperation Laboratory EFPIA (located in Cambridge/Babraham, UK) – whose joint objective is the standardization and automation of cell culture through the use of microfluidic/robotic platforms to develop fully and partially automated cell culture processes for the expansion, differentiation, cryopreservation and quality control of therapeutically relevant cell systems to ensure the permanent availability and consistent quality of the biological material.

Essentially, microfluidic cell culture technologies, robotic platforms as well as assorted bioreactor systems are attuned to the specific requirements of pluripotent stem cells, like human induced pluripotent stem cells (hiPSCs), and existing protocols are adapted accordingly. In addition, the advantages of automation, miniaturization and parallelization resulting from the use of microfluidic and robotic systems are also used to achieve rapid, cost-efficient and extremely consistent screening processes, like innovative optical methods and state-of-the-art molecular biology tools for the analysis at the single cell level.

These new systems, based, for example, on the "hanging drop" method, allow both complete control of the microenvironment and a substantially improved reproducibility of results. The establishment of highly parallelized and automated microsystems for the multi-parameter screening of active substances for each individual cell line is a milestone for the clinical application of future stem cell and other cell therapies. For the derivation and expansion of new cell lines, the setup of novel automation pipelines and the standardization of quality control screenings, the efficient storage of cell material is essential. This is why the Cryo & Stem Cell Technology Department is extending the unique competence of the Fraunhofer IBMT in the field of cryorepository and biobank technology

with the development of cutting edge freezing methods and high-performance media for the cryopreservation of therapeutically relevant cell systems.

Contact

Dr. Julia Neubauer
Telephone: +49 (0) 6897/9071-258
julia.neubauer@ibmt.fraunhofer.de

Secretary
Ms. Andrea Pichler
Telephone: +49 (0) 6897/9071-101
andrea.pichler@ibmt.fraunhofer.de

ANGEBOTE, ERGEBNISSE UND PRODUKTE DER ARBEITSGRUPPEN

Pluripotenz & Regeneration

- Forschung und Entwicklung neuer Zellkultur- und Screeningssysteme mit Fokus auf Miniaturisierung, Parallelisierung und Automatisierung
- Entwicklung neuartiger Konzepte für die Automatisierung von Zellkulturabläufen im Bereich der Stammzellforschung
- Forschung zur Überwachung der Pluripotenz im erwachsenen Körper unter Einsatz der besonderen Aspekte des freilebenden Plattwurms *S. mediterranea*
- Untersuchung der hochdichten Expansion von hiPS, kultiviert in Suspension auf Alginat-Mikrocarriern
- Integration vollständiger Zellkulturprozesse in Automatisierungstechnologien mittels Robotik und Mikrofluidik
 - automatisierte Toxizitätstests
 - automatisierte Reprogrammierung
 - automatisierte hiPSC-Differenzierung
- Entwicklung standardisierter Qualitätssicherung zur schnellen und konsistenten Evaluierung der Pluripotenz von hiPS
- Entwicklung neuartiger Analysemethoden für die Untersuchung dreidimensionaler Zellkonstrukte unter miniaturisierten Bedingungen
- Forschung und Entwicklung im Bereich Kryobiologie und Biotechnologie
 - Entwicklung neuartiger steriler Vitrifikationsprozesse
 - Entwicklung neuer Vitrifikationssubstrate
 - Entwicklung von Hochleistungskryomedien
- zellspezifische Optimierung von Kryokonservierungsprozessen (z. B. Vitrifikation von hiPS auf Alginat-Mikrocarriern)
- Zell- und Tissue Engineering medizinisch relevanter Systeme mittels biokompatibler Hydrogele
- Immunoisolation medizinisch relevanter Zellsysteme mittels biokompatibler Hydrogele
- Entwicklung von Imaging-Methoden zur Langzeit-Zeitrafferbeobachtung biologischer Systeme mittels automatisierter Bildanalyse

- Entwicklung innovativer beutelbasierter Kultivierungssysteme für die Differenzierung und Kryokonservierung pluripotenter Stammzellen

Ansprechpartner

Dr. Luca Gentile

Telefon: +49 (0) 6897/9071-270

luca.gentile@ibmt.fraunhofer.de

Biomedizinische Optik

- Konfokale und nichtlineare Laserscanning-Mikroskopie für biomedizinische und materialwissenschaftliche Fragestellungen (Fluoreszenz und Raman, Multiphotonenanregung, Second Harmonic Imaging)
- optische Spektroskopie (UV/Vis/NIR-Absorption, Fluoreszenz, Raman)
- Laserscanning-Kryomikroskopie und Tieftemperatur-Kalorimetrie
- laserbasierte 3D-Mikro- und Nanostrukturierung von Polymeren, Metallfilmen, Silizium und biologischem Material
- Fluoreszenz-Lifetime-Imaging (FLIM), spektral aufgelöstes Fluoreszenz-Lifetime-Imaging (S-FLIM)
- Konzepte für die funktionelle optische Sensorik und Bildgebung
- Design miniaturisierter Scanner und Optiken
- Konzeption und Durchführung optisch-mikroskopischer Studien an Zellen, Zellverbänden, Geweben und nichtbiologischen Proben (konfokal, nichtlinear, Transmission, Fluoreszenz) für Biologie, Pharmazie und Materialwissenschaften
- Konzeption und Durchführung optisch-spektroskopischer Studien (UV/Vis/NIR)
- Anwendung und Evaluierung molekularer Sonden zur (bildgebenden) Messung physikalischer, chemischer und biologischer Umgebungsparameter in Biomedizin und nichtbiologischen Anwendungsfeldern

OFFERS, RESULTS AND PRODUCTS OF THE WORKING GROUPS

Pluripotency & Regeneration

- research and development of new cell culture and screening systems with focus on miniaturization, parallelization and automation
- development of innovative concepts for the automation of cell culture processes in the field of stem cell research
- research on the control of pluripotency in an adult body using the unique features of the free-living flatworm *S. mediterranea*
- investigation of high-density expansion of hiPSCs cultured in suspension on alginate microcarriers
- integration of complete cell culture processes in automation technologies using robotics and microfluidics:
 - automated toxicity test
 - automated reprogramming
 - automated hiPSC differentiation
- development of standardized QC for the rapid and consistent evaluation of the pluripotential of hiPSCs
- development of innovative analytical methods for the investigation of three-dimensional cell constructs under miniaturized conditions
- research and development in the fields of cryobiology and biotechnology
 - development of novel sterile vitrification procedures
 - development of new vitrification substrates
 - development of high-performance cryomedia
- cell-specific optimization of cryopreservation processes (e. g. vitrification of hiPSCs on alginate microcarriers)
- cell and tissue engineering of medically relevant systems using biocompatible hydrogels
- immunoisolation of medically relevant cell systems using biocompatible hydrogels
- development of imaging methods for long-term time-lapse observation of biological systems based on automated image analysis

- development of an innovative bag-based culture system for the differentiation and cryopreservation of pluripotent stem cells

Contact

Dr. Luca Gentile
Telephone +49 (0) 6897/9071-270
luca.gentile@ibmt.fraunhofer.de

Biomedical Optics

- confocal and non-linear laser scanning microscopy for tasks in biomedical and materials science (fluorescence and Raman, multiphoton excitation, second harmonic imaging)
- optical spectroscopy (UV/Vis/NIR absorption, fluorescence, Raman)
- laser scanning cryomicroscopy and cryogenic calorimetry
- laser-based 3D micro and nanostructuring of polymers, metal films, silicon and biological material
- fluorescence lifetime imaging (FLIM), spectrally resolved fluorescence lifetime imaging (S-FLIM)
- concepts for functional optical sensors and imaging
- design of miniaturized scanners and optics
- conception and execution of optical-microscopic studies on cells, cell assemblies, tissues and non-biological samples (confocal, nonlinear, transmission, fluorescence) for biology, pharmacy and materials science
- conception and execution of optical-spectroscopic studies (UV/Vis/NIR)
- application and evaluation of molecular probes for imaging of physical, chemical and biological environmental parameters in biomedicine and non-biological application fields

ANGEBOTE, ERGEBNISSE UND PRODUKTE DER ARBEITSGRUPPEN

- Anwendung und Evaluierung optischer Biomarker (Kontrastmittel, Molecular Imaging) für Diagnostik, Monitoring und Forschung
- Entwicklung und Anpassung optischer Sensorkonzepte und -architekturen
- Entwicklung und Anpassung bildgebender optischer Kontrastverfahren für Biomedizin und Materialwissenschaften
- dreidimensional orts aufgelöste Photochemie: Photopolymerisation, Uncaging, etc.
- ablativ Laser-Mikrobearbeitung
- fluoreszenzspektroskopische Messungen (200-900 nm)
- absorptionsspektroskopische Messungen (200-3300 nm)
- Laserscanning-Mikroskopie: konfokale Reflexion und Fluoreszenz, Multiphotonen-Mikroskopie
- SHG-Mikroskopie zur spezifischen und markerfreien Darstellung von Kollagen, Stärke, Myosin, etc.
- Weitfeldmikroskopie

Ansprechpartner

Dr. Frank Stracke

Telefon: +49 (0) 6894/980-166

frank.stracke@ibmt.fraunhofer.de

Automatisierungsprozesse

- Automatisiertes Biobanking von biologischem Material, Mikroorganismen und klinischen Proben bis zur Sicherheitsstufe S2 nach Gentechnikgesetz, Infektionsschutzgesetz und Biostoffverordnung (DIN EN ISO 9001:2015)
- Optimierung und Validierung von automatisierten Zellkulturprozessen
 - Kultivierung von Zelllinien
 - Kultivierung von induzierten pluripotenten Stammzellen
 - Produktion von HIV-1 Env Pseudoviren (GCLP-konform)
 - beatgekoppelte Zellkultur in Bioreaktoren
 - Reprogrammierung und Differenzierung von induzierten pluripotenten Stammzellen
- Automatisierung von zellbasierten Assays und Prozessabläufen
 - Zytotoxizitätsassays, Neutralisationsassays, ELISpot, embryonaler Stammzelltest, Aliquotierung, Kryokonservierung
 - Optimierung und Validierung bis zur Zertifizierung unter einem Qualitätsmanagementsystem

Ansprechpartnerin

Dr. Anja Germann

Telefon: +49 (0) 6897/9071-730

anja.germann@ibmt.fraunhofer.de

OFFERS, RESULTS AND PRODUCTS OF THE WORKING GROUPS

- application and evaluation of optical biomarkers (contrast agents, molecular imaging) for diagnostics, monitoring and research
- development and adaptation of optical sensor concepts and architectures
- development and adaptation of imaging optical contrast processes for biomedicine and materials science
- 3D spatially resolved photochemistry: photopolymerization, uncaging etc.
- ablative laser micro processing
- fluorescence-spectroscopic measurements (200-900 nm)
- absorption-spectroscopic measurements (200-3300 nm)
- laser scanning microscopy: confocal reflexion and fluorescence, multiphoton microscopy
- SHG microscopy for specific and marker-free representation of collagen, starch, myosine, etc.
- wide field microscopy

Contact

Dr. Frank Stracke
Telephone: +49 (0) 6894/980-166
frank.stracke@ibmt.fraunhofer.de

Automation Processes

- automated biobanking of biological material, microorganisms and clinical samples under BSL 2 according to the genetic engineering act, infection protection act, biological agents regulations (DIN EN ISO9001:2015)
- optimization and validation of automated cell culture processes
 - cultivation of cell lines and induced pluripotent stem cells
 - production von HIV-1 pseudo-type viruses ("Good Clinical Laboratory Practice" (GCLP) - conform)
 - beat-coupled cell culture in bioreactors
 - reprogramming und differentiation of induced pluripotent stem cells
- automation of cell-based assays and processes
 - cytotoxicity assays, neutralization assays, ELISpot, embryonic stem cell assay, aliquoting, cryopreservation
 - optimization and validation up to certification under a quality management system

Contact

Dr. Anja Germann
Telephone: +49 (0) 6897/9071-730
anja.germann@ibmt.fraunhofer.de

ANGEBOTE, ERGEBNISSE UND PRODUKTE DER ARBEITSGRUPPEN

Marine Biopolymere (Coquimbo, Chile)

- Gewinnung und Veredelung von Bioreagenzien, wie hochreines biokompatibles Alginat aus marinen Algen
- Standardisierung und Validierung von Algenernte, -transport und -präparation
- milde Extraktionsprozesse von Alginat aus unterschiedlichen Algenspezies
- definierte Trocknungsverfahren biologischer Proben
- Untersuchungen und Optimierungen von Prozessschritten hinsichtlich der Konservierung nativer Charakteristika von Bioreagenzien
- Etablierung von Laborgeräten und -technologien zur kommerziellen Verwertung mariner Produkte

Ansprechpartnerin

Dr. Julia Neubauer
Telefon: +49 (0) 6897/9071-258
julia.neubauer@ibmt.fraunhofer.de

Kooperationslabor EFPIA (Cambridge/Babraham, GB)

- Entwicklung neuartiger Konzepte für die Automatisierung von Zellkulturabläufen im Bereich der Stammzellforschung
- Adaption von Zellkulturprotokollen an miniaturisierte Umgebungsbedingungen
- Untersuchung von Zellcharakteristika unter automatisierten und miniaturisierten Kulturbedingungen
- Forschung und Entwicklung neuer Methoden für die virusfreie Manipulation von Zellen
- Immobilisierung und Tissue Engineering medizinisch relevanter Zellsysteme unter Verwendung biokompatibler Hydrogele

Ansprechpartner

Dr. Erwin Gorjup
Telefon: +44 (0) 1223 804130
erwin.gorjup@ibmt.fraunhofer.de

OFFERS, RESULTS AND PRODUCTS OF THE WORKING GROUPS

Marine Biopolymers (Coquimbo, Chile)

- extraction and refinement of bioreagents, such as high-purity biocompatible alginate, from marine algae
- standardization and validation of the algae's harvest, transport and preparation
- gentle extraction processes of alginate out of different algae species
- defined drying methods for biological samples
- investigations and optimizations of processing steps in respect of the preservation of the bioreagent's native characteristics
- establishment of laboratory equipment and technologies for commercial applications of marine products

Contact

Dr. Julia Neubauer
Telephone: +49 (0) 6897/9071-258
julia.neubauer@ibmt.fraunhofer.de

Cooperation Lab EFPIA (Cambridge/Babraham, UK)

- development of innovative concepts for the automation of cell culture processes in the field of stem cell research
- adaption of cell culture protocols to miniaturized environmental conditions
- investigation of cell characteristics under automated and miniaturized culture conditions
- research and development of new methods for the virus-free manipulation of cells
- immobilization and tissue engineering of medically relevant cell systems using biocompatible hydrogels

Contact

Dr. Erwin Gorjup
Telephone: +44 (0) 1223 804130
erwin.gorjup@ibmt.fraunhofer.de

PROJEKTBEISPIEL: EUROPEAN BANK FOR INDUCED PLURIPOTENT STEM CELLS – EBISC

Ausgangssituation

Die Entdeckung der induzierten Pluripotenz ist ein bedeutender aktueller Durchbruch im Bereich der Biomedizin des letzten Jahrzehnts. Induzierte pluripotente Stammzellen (iPS) sind nicht nur eine große Hoffnung in der Regenerativen Medizin, sie bereiten auch die perfekte Experimentierbasis für zellbasierte Screenings. Dies liegt i) am Fehlen ethischer Bedenken, ii) der Einfachheit ihrer Herstellung (z. B. mittels nicht-integrierender Expressionssysteme aus einer Hautbiopsie) und iii) an ihrem außergewöhnlichen Differenzierungspotenzial, das die Möglichkeit zu einer großen Vielfalt an Tests eröffnet. Nicht von ungefähr hat die pharmazeutische Industrie diese Zellen als das ultimative Testsystem erkannt, da sie von gesunden und kranken Spendern gewonnen werden können. Dabei reflektiert sie auf die spezifischen klinischen In-vitro-Bedingungen (z. B. zelluläre Aspekte, genetische Mutationen). Humane iPS-Zellen stellen darüber hinaus den Ausgangspunkt für die Personalisierung von Therapien dar, wobei die effektivste Behandlungsart zuerst an vom Patienten gewonnenen Zellen/Organoiden ausgetestet wird, bevor sie schließlich am Patienten selbst zur Anwendung kommt.

1 *Automatisierte, eisfreie Biobank mit geschlossener Kühlkette (Askion GmbH), wie sie in der EBISC-Spiegelbank in Sulzbach installiert ist (Foto: Bernd Müller).*

2 *Humane induzierte pluripotente Stammzellen auf mit Vitronektin beschichteten Alginat-Mikrocarriern, die in einem Suspensions-Bioreaktor mit niedrigen Scherkräften (BioLevigator™) kultiviert wurden.*

Aufgabenstellung

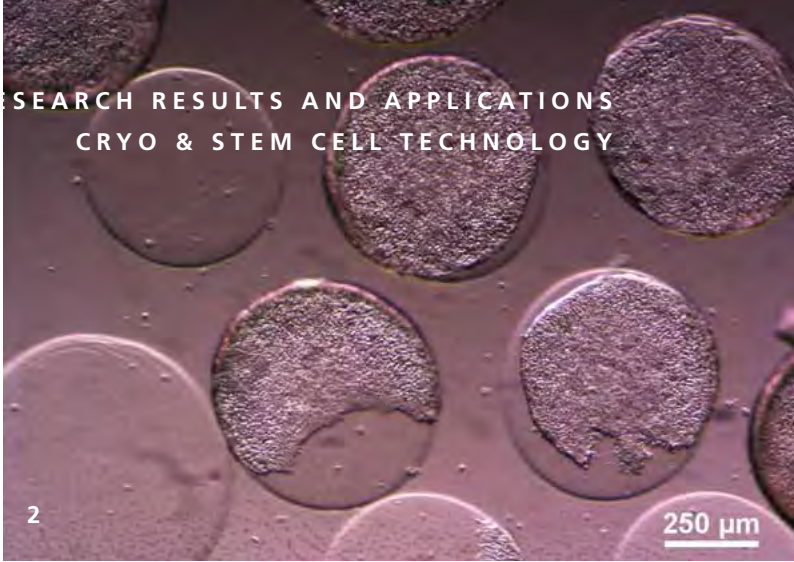
Die Generierung/Erzeugung, Expansion und Kryokonservierung der hiPS-Zellen ist jedoch derzeit sehr zeit- und arbeitsintensiv. Daher baut das Fraunhofer IBMT zusammen mit internationalen Partnern aus Wissenschaft und Industrie, unterstützt im Rahmen eines Projekts der EU (IMI-FP7), eine Sammlung von mehr als 50 humanen iPS-Zelllinien auf, die sowohl von pharmazeutischen Firmen als auch akademischen Zentren eingesetzt werden sollen. Die Arbeitsgruppe Pluripotenz & Regeneration des Fraunhofer IBMT steht an vorderster Front, wenn es um die Entwicklung der Automatisierungsstrategien für die kontrollierte Erzeugung, Expansion und das Kryobanking dieser Zellen geht. Die parallele Handhabung patientenspezifischer iPS-Zelllinien und ihre Expansion erfordern eine sorgfältige Qualitätssicherung (QC). Diese bildet einen Schwerpunkt der Arbeitsgruppe.

Lösung

Bilderkennungsprogramme, Robotiksysteme und die Programmierung korrekter Skripts ermöglichen die Generierung und Auswahl der hiPS-Zellen in Hinblick auf maximale Qualität, verbunden mit der Möglichkeit, den vollständigen Prozess unter komplett überwachten und standardisierten Bedingungen (GCLP) auszuführen. Die Anwendung von State-of-the-Art-Methoden der Zellbiologie, Molekularbiologie und Biochemie garantieren eine Prototypenproduktionslinie zur konstanten Erzeugung hochwertvollen Materials für die pharmazeutische und medizinische Forschung und bilden die Voraussetzung für den künftigen therapeutischen Einsatz.

Ansprechpartner

Dr. Luca Gentile
Telefon +49 (0) 6897/9071-270
luca.gentile@ibmt.fraunhofer.de



PROJECT EXAMPLE: EUROPEAN BANK FOR INDUCED PLURIPOTENT STEM CELLS – EBISC

Starting situation

One recent major breakthrough in the biomedical field was the discovery of induced pluripotency. Induced pluripotent stem cells (iPSCs) are not only a great hope in the field of regenerative medicine, but are also the perfect experimental system for cell-based screenings. This is due to i) the lack of ethical concerns, ii) the ease of generation (e. g. from a skin biopsy using non-integrating expression systems) and iii) their extraordinary differentiation potential, which opens the door to a whole array of tests. Not by chance, the pharmaceutical industry has recognized these cells as the ultimate test system, as they can be derived from healthy and diseased donors, reflecting specific clinical conditions in vitro (i. e. cellular features, genetic mutations). Moreover, human iPSCs are the gateway towards the personalization of therapies, where the most effective treatment is tested first on patient-derived cells/organoids and then transposed to the patient itself.

Tasks

However, the generation, expansion and cryopreservation of hiPCs are currently very time-consuming and labour-intensive. Therefore, together with international partners from both academia and industry and supported by EU funding (IMI-FP7), Fraunhofer IBMT is building up a collection of more than 50 human iPSC lines, to be used by both pharmaceutical companies and academic centres. The Pluripotency & Regeneration Group is in the front line for the development of automation strategies for the generation, expansion and cryobanking of these cells. Beside the parallel manipulation of patient-specific iPS cell lines and their expansion, a careful quality control (QC) is imperative. Therefore, QC - and its automation - is one of the priorities of the Pluripotency & Regeneration Group.

Solution

Image recognition programs, robotic systems and the programming of accurate scripts, allow the generation and selection of the hiPS cells for maximum quality, with the possibility of executing the complete process under fully controlled and standardized conditions (GCLP). Applying state-of-the-art methods from cell biology, molecular biology and biochemistry ensures a prototypical production line for the constant generation of highly valuable material for pharmaceutical and medical research, setting the stage for future therapeutic use.

Contact

Dr. Luca Gentile
 Telephone +49 (0) 6897/9071-270
luca.gentile@ibmt.fraunhofer.de

1 Automated, ice-free biobank with closed cold chain (Askion GmbH) installed at the EBISC mirror facility in Sulzbach. (Photo: Bernd Müller).

2 Human induced pluripotent stem cells cultivated on alginate microcarriers coated with vitronectin in a suspension bioreactor with low shear forces (BioLevigator™).

AUSSTATTUNG

Pluripotenz & Regeneration und Automatisierungsprozesse

- Zellbiologielabor, ausgestattet mit:
 - Flow- und Laminarboxen
 - CO₂-Inkubatoren
 - 10 BioLevitatoren (halbautomatisierter Suspensionszellkultur-Bioreaktor)
 - Bioreaktorsysteme für die Zellexpansion (Spinner Flasks, Hexabatch)
 - 10 Biostationen IM und 1 Biostation CT für Zeitrafferimaging geringer Materialmengen
 - FACSAria II Flow-Zytometer und Zellsorter
 - separates Quarantäne-Zellkulturlabor für Primärzellen
- Molekularbiologielabor, ausgestattet mit:
 - QuantStudio 7 qPCR-Instrument für quantitative Genexpressionsstudien
 - Thermalcycler (AB 2720)
 - Bioanalyzer und Nanodrop für präzise Messung von Nukleinsäuren und Proteinkonzentrationen
 - Elektrophoresesysteme für Agarosegele und SDS-PAGE
 - Equipment für rekombinante DNA-Technologien
- Biochemielabor, ausgestattet mit:
 - Hybridisierungsöfen für In-situ-Detektion von RNA
 - BioRad Chemidoc für die Quantifizierung der Nukleinsäure-/Proteinexpression
 - Thermalcycler (AB SimpliAmp)
 - Spektrophotometer
 - Reinraum für die Extraktion hochreiner Alginat
 - Mikrokapsel-/Mikrocarrier-Produktionssystem (koaxiales Luftfluss- und Crystal Gun-Prinzip)
 - Messstation für die Deformationskurven hochviskoser Alginatlösungen
 - Contact Printer (GeSiM GmbH), ein Gießsystem für die Produktion dünner, biokompatibler Alginatfilme oder für den Druck von Proteinmustern
 - 3D-Scaffolder (GeSiM GmbH) für die Produktion dreidimensionaler Gerüste für das Tissue Engineering
 - Gefriertrockner
- Mikroskopieraum, ausgestattet mit:
 - invertiertes Kryomikroskop (Eigenentwicklung, Peltierbasiert)
 - kombiniertes Reflektions-/Rasterkraftmikroskop für die Messung biologischer Objekte in wässriger Umgebung
 - konfokal-invertiertes Mikroskop
 - Fluoreszenzmikroskope, CLSM, LSM, Inkubatormikroskope
 - Hochgeschwindigkeitskamera zur Visualisierung ultraschneller Prozesse, wie die Kristallisation während der Kryokonservierung oder die Validierung von Vernetzungsprozessen
- Automatisierungslabor, ausgestattet mit:
 - Zellkulturrobotern für die automatisierte Zellkultivierung:
 - Nanoplotter 2.1 (GeSiM GmbH)
 - TECAN Freedom 200 (TECAN)
 - TAP Arm (TAP BIOSYSTEMS)
 - Mikropipettensystem/Automatisierungsplattform
- Kryokonservierungslabor, ausgestattet mit:
 - Kryolagersystemen (bis -196 °C) mit Flüssigstickstoff-Lagertanks
 - automatisiertes Kryobanksystem, derzeit mit einer Kapazität von 60 000 Proben (hermetische Lagerung, ASKION)
 - Kryo-Workbench (ASKION) für die Handhabung gefrorener Proben unter -100 °C
 - Vitrifizierungseinrichtung mit neuartigen Substraten für einen sterilen Vitrifizierungsprozess
 - computerüberwachte Einfrierautomaten (Sylab, Asymptote)
 - Kryomikroskop einschließlich Hochgeschwindigkeitskamera
 - Freezing Spin Coater für das Gefrieren ultradünner Schichten (Eigenentwicklung)

EQUIPMENT

Pluripotency & Regeneration and Automation Processes

- Cell biology laboratory equipped with:
 - flow and laminar hoods
 - CO₂ incubators
 - 10 BioLevitators (semi-automated suspension cell culture bioreactor)
 - bioreactor systems for the expansion of cells (Spinner Flasks, Hexabatch)
 - 10 Biostations IM and 1 Biostation CT for low-content time-lapse imaging
 - FACSAria II flow cytometer and cell sorter
 - separate quarantine cell culture laboratory for primary cells
- Molecular biology laboratory equipped with:
 - QuantStudio 7 qPCR instrument for quantitative gene expression studies
 - Thermalcycler (AB 2720)
 - Bioanalyzer and Nanodrop for precise measurement of nucleic acids and protein concentration
 - electrophoresis systems for agarose gels and SDS-PAGE
 - equipment for recombinant DNA techniques
- Biochemistry laboratory equipped with:
 - hybridization oven for in situ detection of RNA
 - BioRad Chemidoc for quantification of nucleic acid/protein expression
 - Thermalcycler (AB SimpliAmp)
 - spectrophotometer
 - clean room for the extraction of high-purity alginates
 - microcapsule/microcarrier producing system (co-axial air flow and Crystal Gun principle)
 - station for the measurement of deformation curves of highly viscous alginate solutions
 - contact printer (GeSiM GmbH) a moulding system for the production of thin, biocompatible alginate films or for printing of protein patterns
- 3D scaffold (GeSiM GmbH) for the production of three dimensional scaffolds for tissue engineering
- freeze dryer
- Microscopy room equipped with:
 - inverted cryomicroscope (own development, Peltier-based)
 - combined reflection/scanning force microscope for measurement of biological objects in aqueous environments
 - confocal inverted microscope
 - fluorescence microscopes, CLSM, LSM, incubation microscopes
 - high-speed camera for the visualization of ultra-fast processes like crystallization during cryopreservation or the validation of cross-linking processes
- Automation laboratory, equipped with:
 - cell culture robots for the automated cultivation of cells:
 - Nanoplotter 2.1 (GeSiM GmbH)
 - TECAN Freedom 200 (TECAN)
 - TAP arm (TAP BIOSYSTEMS)
 - micropipette system / automation platform
- Cryopreservation laboratory equipped with:
 - cryogenic storage systems (down to -196 °C) with liquid nitrogen storage tanks
 - automated cryobanking system, currently with the capacity of 60,000 samples (hermetic storage, ASKION)
 - Cryo-Workbench (ASKION) for the handling of frozen samples below -100 °C
 - vitrification facility with novel substrates for sterile vitrification processes
 - computer-controlled freezers (Sylab, Asymptote)
 - cryomicroscope including high-speed camera
 - "Freezing Spin Coater" for the freezing of ultrathin layers (own development)

AUSSTATTUNG

- modifizierte programmierbare Einfrierautomaten für die Anwendung in Biologie, Materialwissenschaften und Elektronik
- Hochgeschwindigkeitskamerasystem für die Analyse schneller biologischer und biophysikalischer Prozesse (z. B. mikrotropfenbasiertes Gefrieren)
- Thermographiesystem (Temperaturmessbereich -20 °C bis +250 °C)
- Auftaueinrichtung für Plasmabeutel
- kryoskopisches Osmometer (Gonotec)

Biomedizinische Optik

- Ultrakurzgepulste Ti:Saphir-Laser, verschiedene weitere gepulste und cw-Laserquellen
- Multiphotonen-Laser-Scanning-Mikroskop mit Spectral-Imaging-Modul (Zeiss LSM510-Meta-NLO)
- Epifluoreszenzmikroskop mit CCD-Einheit
- flexible Plattform zur Entwicklung und Evaluierung von Laser-Scanning-Bildgebungsverfahren (standardmäßig etabliert: konfokale Fluoreszenz- und Ramanmikroskopie bei 375, 532 und 785 nm Anregung, Multiphotonenmikroskopie bei 710-990 nm Anregung, Detektion per 1024-Kanal-Spektrograph, Möglichkeit zur nachträglichen Messwertverrechnung)
- Ultrakurzpulstechnologie: Puls-Picker, Frequenzverdoppler, Strahlanalysesysteme
- Tieftemperatur-Mikroskopieausrüstung
- Ausrüstung zur zeitkorrelierten Einzelphotonen-Zählung (TCSPC) für Fluoreszenz-Lifetime-Imaging (FLIM) und Spectral-FLIM
- Messelektronik (Pulsgeneratoren, Oszilloskope, Lock-In-Verstärker, usw.)
- Fluoreszenzspektrometer (200-900 nm), UV/Vis/NIR-Absorptionsspektrometer (200-3300 nm)
- Peltier-gekühltes CCD-Spektrometer (Andor Idus)
- Hardware-Korrelator ALV-5000
- Piezotische für verschiedene Stellbereiche
- Spin Coater

- Differential Scanning Calorimeter Perkin Elmer DSC 8500 (-180 °C bis +750 °C)
- Lab View-Entwicklungsumgebung
- Zemax: optische Design-Software

Marine Biopolymere

- Präparationslabor zur Veredelung mariner Algen
- innovatives Equipment zur Prozessierung und Dokumentation standardisierter Algengernten, -beförderungen und -präparationen
- Schneidevorrichtung zur homogenen Größeneinstellung des Algengranulats
- Lyophilisator und Trockenschränke
- Messplatz zur Aufnahme von Restfeuchten in biologischen Proben
- Kammermaschine zum Anlegen definierter Vakuum-Umgebungen
- Wägeplatz
- Tieftemperatur-Lagersystem
- Extraktionslabor zur Gewinnung und Aufreinigung von Bioreagenzien, wie Alginat
- sterile Werkbank
- Filtrations- und Fällungsanlagen zur Produktpurifikation

Kooperationslabor EFPIA

- Zellkulturlabor (sterile Werkbänke, CO₂-Inkubatoren)
- inverses Durchlichtmikroskop mit Phasenkontrast und Fluoreszenzeinrichtung
- Bioreaktoren zur Expansion von Zellen
- »life cell imaging«-Mikroskope inklusive Fluoreszenz
- programmierbare Einfrierautomaten, elektrisch und mit Stickstoff
- Mikropipettiersystem/Automatisierungsplattform
- Kryowerkbank
- Anlage zur Mikroverkapslung und Produktion von Mikropartikeln

EQUIPMENT

- modified programmable automatic freezer for applications in biology, materials science and electronics
- high-speed camera system for analysis of fast biological and biophysical processes (e. g. microdrop-based freezing)
- thermography system (temperature measurement range from -20 °C to +250 °C)
- thawing device for plasma bags
- cryoscopic osmometer (Gonotec)

Biomedical Optics

- ultra-short pulsed Ti:sapphire laser, various additional pulsed and cw laser sources
- multiphoton laser scanning microscope with spectral imaging module (Zeiss LSM510-Meta-NLO)
- epifluorescence microscope with CCD unit
- versatile platform for development and evaluation of laser scanning imaging technology (established as standard: confocal fluorescence and Raman microscopy at 375, 532 and 785 nm excitation, multiphoton microscopy at 710-990 nm excitation, detection by 1024-channel spectrograph, option for subsequent correlation of measured values)
- ultra-short pulse technology: pulse picker, frequency doubler, beam analysis systems
- low-temperature microscopy equipment
- equipment for time-correlated single photon counting (TCSPC) for fluorescence lifetime imaging (FLIM) and spectral FLIM
- measurement electronics (pulse generators, oscilloscope, lock-in amplifier, etc.)
- fluorescence spectrometer (200-900 nm), UV/Vis/NIR absorption spectrometer (200-3300 nm)
- Peltier-cooled CCD spectrometer (Andor Idus)
- hardware correlator ALV-5000
- piezotables for various control ranges
- spin coater

- differential scanning calorimeter Perkin Elmer DSC 8500 (-180 °C to +750 °C)
- Lab View development environment
- Zemax: optical design software

Marine Biopolymers

- preparation laboratory for the refinement of marine algae
- innovative equipment for the processing and the documentation of standardized algae harvest, transport and preparation
- cutter for homogenously tuned algae samples
- dry freezer and drying cabinets
- measuring site for the analysis of residual moisture in biological samples
- chamber machine to create defined vacuum environments
- weighing site
- low temperature storage system
- extraction laboratory for the extraction and purification of bioreagents, such as alginate
- sterile workbench
- filtration and precipitation devices for product purification

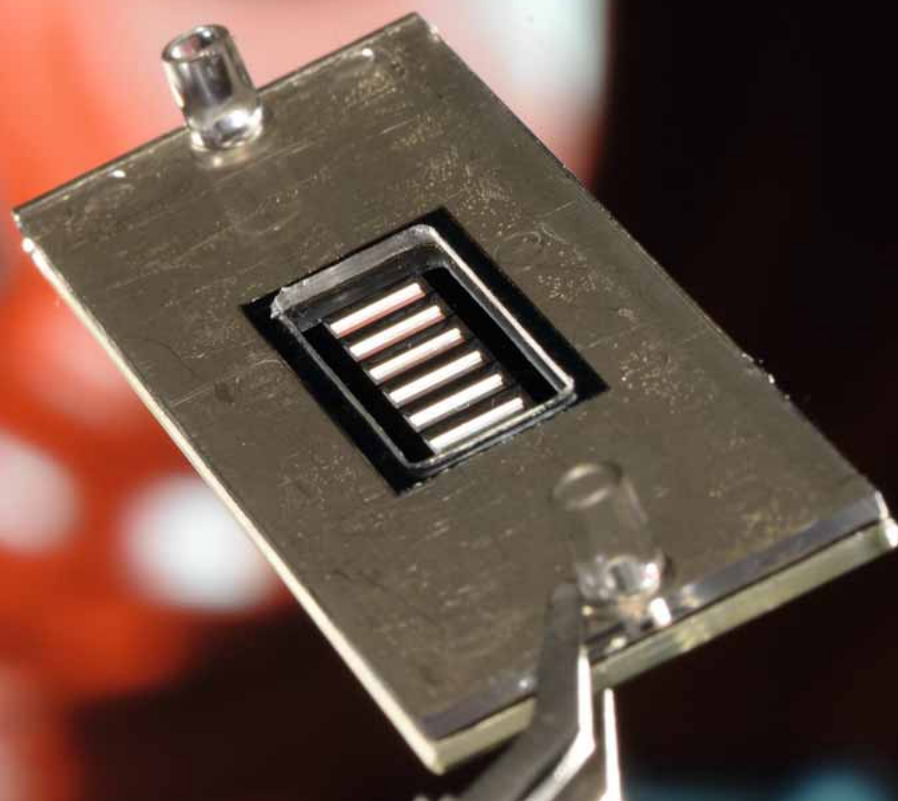
Cooperation Lab EFPIA

- cell culture laboratory (sterile workbenches, CO₂ incubators)
- inverted microscope with phase contrast and fluorescence unit
- bioreactors for cell expansion
- life cell imaging microscopes including fluorescence
- programmable automatic freezers, electric and with nitrogen
- micropipette system/automation platform
- cryo-workbench
- device for microencapsulation and the production of micro-particles

AUSGEWÄHLTE FORSCHUNGSERGEBNISSE UND ANWENDUNGEN

Mikrosystemtechnisch hergestellter Chip zur Untersuchung der Durchgängigkeit nanopartikulärer Formulierungen im Mukus (Schleim) der Darmbarriere (Foto: Bernd Müller).

Microsystem chip for the investigation of the permeability of nanoparticulate formulations in the mucous of the intestine barrier (Photo: Bernd Müller).



BIOPROZESSE & BIOANALYTIK

BIOPROCESSING &

BIOANALYTICS

Angebote, Ergebnisse und Produkte der Arbeitsgruppen

Biomonitoring & Kryobanken

Zelluläre Bioprozesse

Präklinische Nanotechnologie & Nanotoxikologie

Projektbeispiel: NanoUmwelt – Risikoanalyse synthetischer Nanomaterialien in der Umwelt

Ausstattung

Offers, results and products of the working groups

Biomonitoring & Cryobanks

Cellular Bioprocessing

Preclinical Nanotechnology & Nanotoxicology

Project example: NanoUmwelt – Risk assessment of nanomaterials in the environment

Equipment

Die Arbeit der Abteilung Bioprozesse & Bioanalytik lässt sich unter dem Thema »Nano und Mensch« zusammenfassen. Zum einen wird versucht, der Frage »Welche Einflüsse haben Nanomaterialien auf Menschen und Umwelt?« ein Stück weit näher zu kommen. Antworten darauf findet man im Feld der Nanotoxikologie. Hier sind die Arbeitsgruppen Präklinische Nanotechnologie & Nanotoxikologie sowie Biomonitoring & Kryobanken z. B. an dem BMBF-geförderten Projekt »NanoUmwelt« federführend beteiligt, bei dem es um die Risikoanalyse synthetischer Nanomaterialien in der Umwelt geht, wie man sie schon seit längerem z. B. in Kosmetika und Lebensmittel einsetzt. Um solche und andere Fragestellungen in Hinblick auf das Gefährdungspotenzial von Schadstoffen für Mensch und Umwelt auch in Zukunft beurteilen und Empfehlung für Regulierungsmaßnahmen aussprechen zu können, werden in der Arbeitsgruppe Biomonitoring & Kryobanken sowohl Proben von Mensch und Umwelt, unter anderem im Auftrag des Umweltbundesamts, gesammelt, charakterisiert und kryogelagert. Da es gerade für viele Nanomaterialien noch keine geeigneten Nachweismethoden gibt, wird in diesen beiden Arbeitsgruppen auch an entsprechenden Analysemethoden geforscht.

Nanopartikel haben jedoch nicht nur schlechte oder ungünstige Einflüsse auf den Menschen, sie können dem Menschen in zielgerichteten neuartigen Therapieansätzen auch von Nutzen sein. Darum geht es auf dem Gebiet der Nanomedizin, das von der Arbeitsgruppe Präklinische Nanotechnologie & Nanotoxikologie bearbeitet wird. Neben der Synthese neuartiger nanopartikulärer Formulierungen werden hier unter anderem Fragestellungen der spezifischen Überwindung von biologischen Barrieren wie der Blut-Hirn-Schranke, des Gastrointestinaltrakts, der Haut- oder auch der Lungenbarriere für eine verbesserte Therapie des Menschen bearbeitet, aber auch des zielgerichteten Wirkstofftransports für ein spezifisches Tumor-Targeting.

Bereits seit Jahrtausenden vorkommende natürliche Nanopartikel sind im weitesten Sinne auch die Viren. Viren, die beim Menschen Krankheiten wie HIV/AIDS hervorrufen können. Den besten Schutz gegen eine solche virale Erkrankung stellen nach wie vor Impfstoffe dar. In diesem Zusammenhang wurde am Fraunhofer IBMT im Rahmen der globalen Initiative zur Entwicklung eines HIV-Impfstoffs (CAVD) eine globale HIV-Kryobank der Sicherheitsstufe S3 aufgebaut, die von der Bill & Melinda Gates Foundation und der saarländischen Landesregierung finanziell unterstützt wird. Dies ist Teil der Arbeitsgruppe Zelluläre Bioprozesse, in der zukunftsweisende und automatisierte Plattformen zum Sammeln, Präparieren, Konservieren und zur Verteilung von Bioreagenzien und klinischen Proben für weltweite Netzwerke entwickelt werden.

Ansprechpartnerin

Dr. Sylvia Wagner

Telefon: +49 (0) 6897/9071-274

sylvia.wagner@ibmt.fraunhofer.de

Sekretariat

Frau Anja Weber

Telefon: +49 (0) 6897/9071-279

anja.weber@ibmt.fraunhofer.de

The activities of the Bioprocessing & Bioanalytics Department can be summarized under the heading of "nano and human". One aim is to address the question as to which influences nanomaterials have on humans and the environment? Answers can be found within the field of nanotoxicology. Here, the working groups Preclinical Nanotechnology & Nanotoxicology and Biomonitoring & Cryobanks are leading the government-funded (BMBF) project "NanoUmwelt" in which the risks for the environment of synthetic nanomaterials, many of which have been around for quite some time, for example, in cosmetics and food, are analyzed. To evaluate such questions with regard to the risk potential of contaminants for humans and the environment in the future, and to make it possible to give recommendations for official regulatory procedures, samples of human and environment are being collected, characterized and cryopreserved by the working group by order of the Federal Environment Agency inter alia. As there are not many suitable detection methods for most of the nanomaterials, both working groups are researching applicable analysis methods.

But nanoparticles do not only have bad or unfavourable influences on humans, they can also be of use in newly targeted therapeutic approaches. This is what nanomedicine is all about and it is the field the working group of Preclinical Nanotechnology & Nanotoxicology is dealing with. Beside the synthesis of newly nanoparticle formulations, questions about specific surmounting of biological barriers like the blood-brain barrier, the intestinal barrier, the skin or lung barrier for better therapy of humans are answered, as well as the targeted transport of active agents for specific tumour targeting.

In the broadest sense natural nanoparticles which have existed for thousands of years include viruses – viruses that can cause diseases like HIV/AIDS in humans. Vaccines are still the best protection against such viral illnesses. In this context a global HIV cryobank on S3 level had been established at Fraunhofer IBMT within the global initiative for development of a HIV vaccine (CAVD), supported by the Bill & Melinda Gates Foundation and the Saarland Government. It is part of the working group Cellular Bioprocessing where future-oriented and automated platforms for collecting, preparing, preserving and distributing bioreagents and clinical samples for worldwide networks are developed.

Contact

Dr. Sylvia Wagner
Telephone: +49 (0) 6897/9071-274
sylvia.wagner@ibmt.fraunhofer.de

Secretary
Ms. Anja Weber
Telephone: +49 (0) 6897/9071-279
anja.weber@ibmt.fraunhofer.de

ANGEBOTE, ERGEBNISSE UND PRODUKTE DER ARBEITSGRUPPEN

Biomonitoring & Kryobanken

- Planung, Organisation und Management von Probenahmen von Human- und Umweltproben
- Erhebung und Dokumentation von Anamnesedaten, Lebensumständen und Lebensgewohnheiten sowie weiterer Informationen zur personenbezogenen Schadstoffexposition durch standardisierte Fragebögen
- standardisierte Analyse klinisch-chemischer Parameter von Humanproben (Vollblut, Blutplasma, 24-h-Sammelurin)
- biometrische Charakterisierung von Human- und Umweltproben
- Entwicklung von Protokollen zur biometrischen Probencharakterisierung, Probenaufarbeitung und Kryokonservierung
- Kryokonservierung, Kryolagerung und Verwaltung von Human- und Umweltproben
- Transport von Proben unter Kryobedingungen
- statistische Auswertung und Interpretation klinisch-chemischer Analysedaten, Analysedaten zur Schadstoffbelastung, anamnestischer und biometrischer Daten
- Ausarbeitung und Optimierung von Standardarbeitsanweisungen (SOPs) nach DIN EN ISO/IEC 17025
- Betrieb des Kryolagers der Umweltprobenbank des Bundes (UPB) bei Münster/Wolbeck
- Isolierung und Kultivierung adulter Stammzellen aus Haut und inneren Organen verschiedener Tierarten
- Charakterisierung adulter Stammzellen tierischen Ursprungs
- Kryokonservierung und Kryolagerung adulter Stammzellen tierischen Ursprungs

Ansprechpartner

Dr. Dominik Lermen

Telefon: +49 (0) 6897/9071-251

dominik.lermen@ibmt.fraunhofer.de

Zelluläre Bioprozesse

- Biobanking von Mikroorganismen und klinischen Proben bis zur Sicherheitsstufe S3 nach Gentechnikgesetz, Infektionsschutzgesetz und Biostoffverordnung
- Produktion von Bioreagenzien (z. B. Virusstämme, GCLP-konform)
- Optimierung und Validierung von biologischen Prozessen und Verfahren (bis zur Zertifizierung unter einem Qualitätsmanagementsystem)
 - Zellkultivierung
 - Zelldifferenzierung
- Automatisierung von zellbasierten Assays und Prozessabläufen (bis zur Zertifizierung unter einem Qualitätsmanagementsystem)
 - Neutralisationsassays
 - Immunoassays
 - Aliquotierung von Proben
- Optimierung von Kryoprozessen (z. B. Kryomedien, Einfrierprozeduren)
- Fortbildungen (ca. 10 Personen)
 - allgemeine Zellkultur
 - automatisierte Zellkultur
 - Transfektion eukaryotischer Zellen
 - Arbeiten mit infektiösem Material
 - Aufarbeitung peripherer mononukleärer Blutzellen aus Vollblut
 - neue Methoden der Kryokonservierung
 - Vitalitätsbestimmungen mittels Durchflusszytometrie
 - Zellcharakterisierung mittels Durchflusszytometrie
 - Messung von Immunantworten (z. B. ELISpot)
 - Biolumineszenz-Assays
 - bakterielle Transformation
 - Plasmid-Präparation



OFFERS, RESULTS AND PRODUCTS OF THE WORKING GROUPS

Biomonitoring & Cryobanks

- planning, organization and management of sampling events of human and environmental samples
- collection and documentation of medical history data, diary habits, life circumstances and lifestyle as well as further information on exposure-relevant behaviour using standardized questionnaires
- standardized analysis of clinical chemical parameters of human samples (blood, plasma, 24-hour urine collection) biometrical characterization of human and environmental samples
- development of protocols for biometrical sample characterization
- sample preparation and cryopreservation
- cryopreservation, cryostorage and administration of collected human and environmental samples
- transport of samples under cryogenic conditions
- statistical evaluation and interpretation of chemical and clinical data, data on body burden and medical history and biometrical data
- elaboration and optimization of standard operating procedures (SOPs) according to DIN EN ISO/IEC 17025
- operation of the cryo-repository of the German Environmental Specimen Bank (ESB) at Münster/Wolbeck
- isolation and cultivation of adult stem cells of skin and inner organs of different animal species
- characterization of adult stem cells of animal origin
- cryopreservation and cryostorage of adult stem cells of animal origin

Contact

Dr. Dominik Lermen
Telephone: +49 (0) 6897/9071-251
dominik.lermen@ibmt.fraunhofer.de

Cellular Bioprocessing

- biobanking of microorganisms and clinical samples up to biological safety level (BSL) S3 according to the genetic engineering act, infection protection act, biological agents regulations
- production of bio-reagents (e. g. virus strains, GCLP-compliant)
- optimization and validation of biological processes and technologies (up to certification in a quality management system)
 - cell cultivation
 - cell differentiation
- automation of cell-based assays and processes (up to certification in a quality management system)
 - neutralization assays
 - immunoassays
 - aliquoting of samples
- optimization of cryoprocesses (e. g., cryo media and freezing procedures)
- training (approx. 10 people)
 - general cell culture
 - automated cell culture
 - transfection of eukaryotic cells
 - working with infectious material
 - processing of peripheral mononuclear blood cells derived from whole blood
 - new methods of cryopreservation
 - vitality determination using flow cytometry
 - cell characterization using flow cytometry
 - measurement of immune responses (e. g. ELISpot)
 - bioluminescence assays
 - bacterial transformation
 - plasmid preparation

ANGEBOTE, ERGEBNISSE UND PRODUKTE DER ARBEITSGRUPPEN

- Restriktionsverdau
- Klonierung
- Agarose-Gelelektrophorese
- Nachweis von Proteinen mittels Western Blot
- Einführung in Qualitätssicherungsprogramme (z. B. Good Clinical Laboratory Practice – GCLP, DIN EN ISO 9001)
- Erstellung von SOPs

Ansprechpartnerin

Dr. Anja Germann

Telefon: +49 (0) 6897/9071-730

anja.germann@ibmt.fraunhofer.de

Präklinische Nanotechnologie & Nanotoxikologie

Präklinische Testung nanopartikulärer Formulierungen und nanotoxikologische Analysen

- Etablierung geeigneter Zellkulturmodelle zum spezifischen Tumor-Targeting und Überwindung biologischer Barrieren (z. B. Blut-Hirn-Schranke, intestinale Barriere, Haut- und Lungenbarriere)
- Portfolio von Zelllinien- und primärzellbasierten Modellen für nanotoxikologische Studien
- 3D-Zellmodelle
- Untersuchung der Interaktion und Überwindung von Nanomaterialien mit biologischen Barrieren
 - Messung des transendothelialen elektrischen Widerstandes (TER) mittels Impedanzspektroskopie
 - radionuklidbasierte Assays

- Nachweis der zellulären Aufnahme und der subzellulären Verteilung
 - Durchflusszytometrie (FACS)
 - konfokale Laser-Scanning-Mikroskopie (CLSM)
- Freisetzungs- und Wiederfindungsstudien der inkorporierten Wirkstoffe
- Studien zur biologischen Aktivität der inkorporierten Wirkstoffe
- Zytotoxizitätsstudien nach ISO 10993/EN 30993
- Drug Screening, Verträglichkeitsstudien und Zytotoxizitätsstudien am HET-CAM System (Hen`s Egg Test on Chorio-Allantoic Membrane)
- In-vitro- und Ex-vivo-Studien humantoxikologischer Effekte im Niedrigdosisbereich
- miniaturisierte zellbasierte Assays
- alternative Testsysteme für Nanotoxizitätsstudien
- radionuklidbasierte Assays
- immunologische Assays
- reporterzellbasierte Assays
- individuell entwickelte Assays

Ansprechpartnerin

Dr. Sylvia Wagner

Telefon: +49 (0) 6897/9071-274

sylvia.wagner@ibmt.fraunhofer.de

OFFERS, RESULTS AND PRODUCTS OF THE WORKING GROUPS

- restriction digest
- cloning
- agarose gel electrophoresis
- detection and analysis of proteins using Western Blot
- introduction to quality assurance programs (e. g. Good Clinical Laboratory Practice – GCLP, DIN EN ISO 9001)
- compilation of SOPs

Contact

Dr. Anja Germann
Telephone: +49 (0) 6897/9071-730
anja.germann@ibmt.fraunhofer.de

Preclinical Nanotechnology & Nanotoxicology

Preclinical testing of nanoparticulate formulations and nanotoxicological analyses

- implementation of suitable cell culture models for specific tumour targeting and surmounting the biological barriers (e. g., blood-brain-barrier, intestinal barrier, skin and lung barrier)
- portfolio of cell lines and primary cell-based models for nanotoxicological studies
- 3D cell models
- examination of the interaction with and surmounting of biological barriers by nanomaterials
 - measurement of transendothelial electrical resistance (TER) using impedance spectroscopy
 - radionuclide-based assays

- proof of cellular uptake and subcellular distribution
 - flow cytometry (FACS)
 - confocal Laser Scanning microscopy (CLSM)
- release and recovery studies of incorporated ingredients
- studies of biological activity of the ingredients
- cytotoxicity studies according to ISO 10993/EN 30993
- drug screening, compatibility and cytotoxicity studies at HET-CAM system (Hen` s Egg Test on chorio-allantoic membrane)
- in vitro and ex vivo studies of human toxicological effects in the low dose range
- cell-based assays
- alternative test systems for nanotoxicity studies
- radionuclide-based assays
- immunologic assays
- reporter cell-based assays
- individually developed assays

Contact

Dr. Sylvia Wagner
Telephone: +49 (0) 6897/987-274
sylvia.wagner@ibmt.fraunhofer.de

PROJEKTBEISPIEL: NANOUmwelt – RISIKOANALYSE SYNTHETISCHER NANOMATERIALIEN IN DER UMWELT

Ausgangssituation

Eine Vielzahl industriell hergestellter Nanomaterialien (NM) ist aus Produkten des täglichen Bedarfs mittlerweile nicht mehr wegzudenken und begleitet schon heute unseren Alltag. Interessant sind NM (gr. nanos = Zwerg) wegen ihrer geringen Größe und der dadurch veränderten physikalischen und chemischen Eigenschaften und somit neuen Funktionalität. Zum Beispiel enthalten Bekleidung, Kosmetika und Haushaltswaren immer häufiger NM, um die Produkte schmutzabweisend oder effektiver zu machen. Doch wo landen die nur wenige Millionstel Millimeter kleinen Partikel und Fasern? Welche Wirkung haben sie auf den Menschen und die Umwelt? Angesichts der zahlreichen Wissenslücken kann man bislang nur unzureichend abschätzen, welches Risiko von NM ausgeht. Auch deren Einfluss auf Mensch und Umwelt sowie das Ende ihres Lebenszyklus ist bisher unklar.

Lösung

In dem interdisziplinären Forschungsprojekt »NanoUmwelt - Risikoanalyse synthetischer NM in der Umwelt« (BMBF KFZ 03X0150) werden gemeinsam mit 10 Partnern aus Wirtschaft, Wissenschaft, Landes- und Bundesbehörden neue innovative Methoden entwickelt, um die NM-Belastung und die hieraus resultierenden Risiken für Umwelt und Mensch genau und sicher bewerten zu können.

Ziel ist die Entwicklung hochsensitiver Methoden zur Detektion geringster NM-Mengen in Umwelt- und Humanproben. Neben

Boden, Klärschlamm und Gewässer werden Bodenorganismen, Muscheln und Fische, aber auch der menschliche Organismus hinsichtlich ihrer NM-Belastung untersucht. Hierzu sammeln Wissenschaftler des Fraunhofer IBMT Umweltproben aus repräsentativen Ökosystemen und entwickeln Methoden zur standardisierten Aufbereitung des organischen Materials für die Analytik und zur veränderungsfreien Langzeitlagerung. Zur Erfassung einer möglichen NM-Exposition des Menschen sammelt das Fraunhofer IBMT in enger Kooperation mit dem Umweltbundesamt Blut- und Urinproben junger Erwachsener, die innerhalb des Projekts hinsichtlich NM-Belastung untersucht werden. Ergänzend wird mit Hilfe eines am Fraunhofer IBMT entwickelten Fragebogens das Produktverhalten der Probanden ermittelt und in die NM-Belastungsanalysen miteinbezogen. Darüber hinaus werden am Fraunhofer IBMT neue Modelle zur Untersuchung humantoxikologischer NM-Effekte im Niedrigdosisbereich entwickelt und die Barrieregängigkeit von NM (Überwindung der Lungen- und der Darm-Barriere) untersucht, um Aussagen über die Aufnahme in den Körper zu treffen.

Potenzial

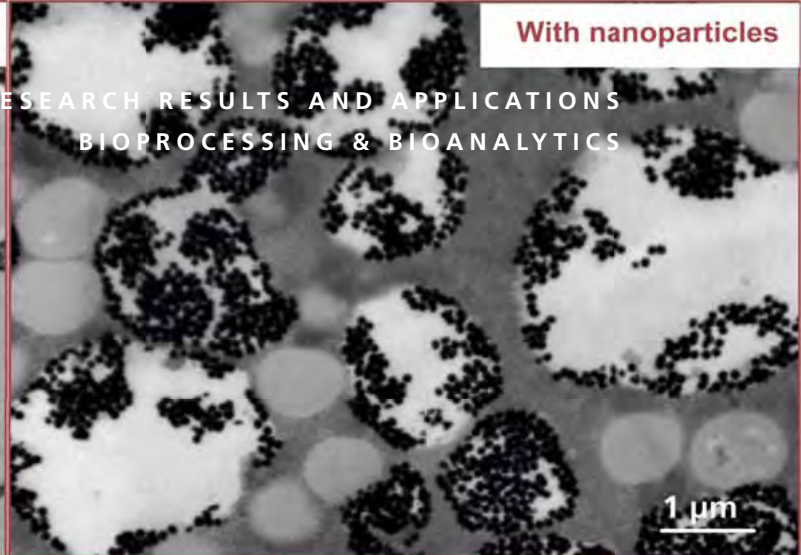
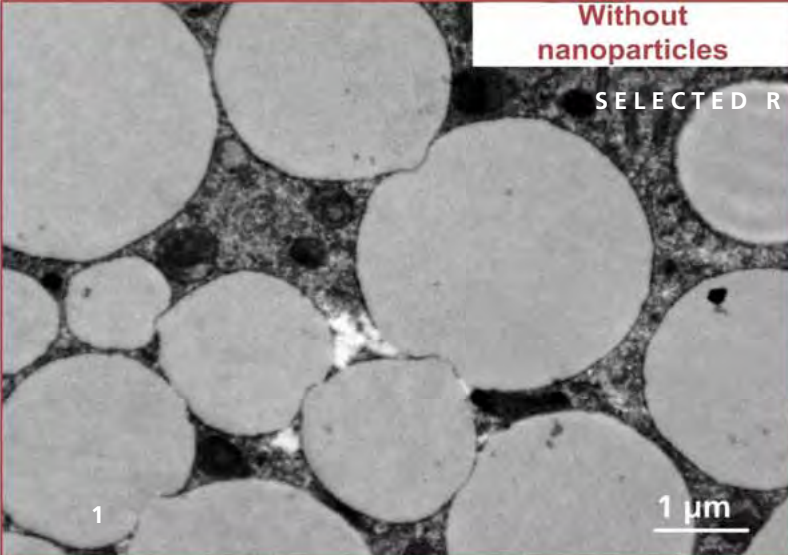
»NanoUmwelt« detektiert und quantifiziert nicht nur NM an zahlreichen Stellen funktional relevanter Ökosystem-Kompartimente, sondern untersucht gleichzeitig die Wechselwirkungen der NM mit biologischen Grenzflächen wie u. a. der Lunge und Barrieren wie der menschlichen Plazenta und des Gastrointestinaltrakts. Das Projekt realisiert die Entwicklung der dringend benötigten Strategien und Techniken zur Analyse des Lebenszyklus der NM, deren Akkumulation in der Umwelt und der Nanotoxikologie, welche für eine sichere und zuverlässige Risikoabschätzung, -vorhersage und -bewertung unerlässlich sind.

Ansprechpartnerin

Dr. Yvonne Kohl
Telefon: +49 (0) 6897/9071-256
yvonne.kohl@ibmt.fraunhofer.de

¹ Transmissionselektronen-
mikroskopische Aufnahme einer
adipogen differenzierten
Stammzelle.
Links: unbehandelte Zelle

(= ohne Nanopartikel).
Rechts: Nach Behandlung mit
Gold-Nanopartikeln. Die Partikel
lagern sich in den Fetttropfen
der Zelle an.



PROJECT EXAMPLE: NANOUMWELT – RISK ASSESSMENT OF NANOMATERIALS IN THE ENVIRONMENT

Starting situation

Many of the products we use on a daily basis would not be possible without a wide range of industrially manufactured nanomaterials (NM). NM (Greek nanos = dwarf) are interesting due to their small size and associated altered physical and chemical properties and thus new functionality. For example, clothing, cosmetics and household goods increasingly contain NM to make the products dirt-repellent or more effective. But where do the tiny particles and fibres measuring just a few millionths of a millimetre end up? What effect do they have on humans and the environment? Due to the many gaps in our knowledge, we are unable to adequately assess the risks proceeding from NM. The influence on humans and the environment, as well as the end of the life cycle of the NM is still unclear.

Solution

In the interdisciplinary research project "NanoUmwelt" – risk analysis of synthetic NM in the environment, (BMBF KFZ 03X0150) the Fraunhofer IBMT is working with 10 partners from industry, science, state and federal authorities to develop new innovative methods in order to precisely and reliably evaluate the NM exposure and the resulting risks for environment and humans.

The aim is to develop highly sensitive methods for the detection of the tiniest NM quantities in environmental and human samples. Alongside soil, sewage sludge and water, soil organisms, shellfish and fish, but also the human organism, are being investigated in terms of their NM exposure. For this purpose the scientists at the Fraunhofer IBMT collect environmental samples from representative ecosystems and develop meth-

ods for the standardized preparation of the organic material for analysis and for conservational long-term storage. To identify a possible NM exposure of humans, the Fraunhofer IBMT, in close cooperation with the Federal Environment Agency, collects blood and urine samples from young adults to be examined within the project in terms of NM exposure. In addition to this, by means of a questionnaire developed at the Fraunhofer IBMT, the product behavior of the test persons is determined and included in the NM exposure analysis. The Fraunhofer IBMT is also developing new models for the investigation of human-toxicological NM effects in the low-dose range, and investigating the barrier permeability of NM (overcoming the lung and the intestine barrier) in order to make statements about the intake of nanomaterials in the body.

Potential

"NanoUmwelt" is aimed at detecting and quantifying not only NM at various points of functionally relevant ecosystem compartments, but is also investigating the interactions of NM with biological interfaces including, for example, the lung, as well as barriers such as the human placenta and the gastrointestinal tract. The project is realizing the development of the urgently required strategies and technologies for the analysis of the life cycle of NM, their accumulation in the environment and the nanotoxicology which are essential for a precise and reliable assessment, prediction and evaluation of the risks.

1 Transmission electron microscopic image of an adipogenic differentiated stem cell. Left: untreated cell (= without nano-

particles). Right: Cell after exposure to gold nanoparticles. The nanoparticles accumulate in the lipid droplets of the cell.

AUSSTATTUNG

Labore der Sicherheitsklasse S2 und S3 mit Schleusenbereich für mikrobiologische, molekularbiologische und zellbiologische Arbeiten

- TER-Impedanzmesssystem (cellZscope)
- Aerosol-Expositions-System VITROCELL® Cloud
- Franz Zell-System
- Ussing-Kammer
- Durchflusszytometer inklusive Sortiereinheit
- Durchlicht- und Auflichtmikroskope mit Phasen- und Differenzialinterferenzkontrast, Fluoreszenzeinrichtung und Dokumentationseinheit, mit Manipulationseinheit und Inkubationshaube
- Spektralphotometer für Absorptions-, Fluoreszenz- und Lumineszenzmessungen in Mikrotiterplatten, Elispotreader
- Cobas c111 Analyzer zur photometrischen Bestimmung klinisch-chemischer Parameter
- Mikro-, Kühl- und Ultrazentrifugen
- Gelelektrophoreseeinheiten für DNA, RNA und Proteine mit Dokumentationseinheiten
- Gefriermikrotom
- »real time«-PCR-Cycler
- automatisierte Zellkultur- und Virusproduktionseinheit
- Leica-TCS-SP8-X-Konfokalmikroskop ausgestattet mit Weißlichtlaser und Dauerstrichlaser der Wellenlänge 405 nm
- Agilent HPLC-Anlage

Radionuklidlabor der Sicherheitsklasse S2 für den Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen

- Flüssigkeitsszintillationszähler Modell 2919 TR
- TER-Impedanzmesssystem (cellZscope)

EQUIPMENT

Laboratories with safety level S2 and S3 with double-door system for microbiological, molecular biological and cell biological research:

- TER impedance measuring system (cellZscope)
- aerosol exposition system VITROCELL® Cloud
- Franz cell system
- Ussing chamber
- flow cytometer including sorting unit
- transmitted light microscopes and reflected light microscopes with phase and differential interference contrast, fluorescence unit and documentation unit, with manipulation unit and incubation hood
- spectral photometer for absorption, fluorescence and luminescence measurements of microtitre plates, elispot reader
- Cobas c111 analyzer for photometric determination of clinical-chemical parameters
- micro, cooling and ultra centrifuges
- gel electrophoresis units for DNA, RNA and proteins with documentation units
- cryo microtome
- real-time PCR cyclers
- automated cell culture and virus production unit
- Leica TCS SP8 X confocal microscope equipped with white light laser and continuous wave laser with a wavelength of 405 nm
- Agilent HPLC system

Radionuclide laboratory of safety level S2 for use with open radioactive substances:

- fluid scintillation counter model 2919 TR
- TER impedance measuring system (cellZscope)

AUSGEWÄHLTE FORSCHUNGSERGEBNISSE UND ANWENDUNGEN

EU-Projekt IACOBUS: Fingerscanner, mit dem sich Arthritiserkrankungen künftig sehr früh diagnostizieren lassen (Foto: Bernd Müller).

EU project IACOBUS: finger scanner, which will make it possible to diagnose arthritis disorders at a very early stage (Photo: Bernd Müller).



ULTRASCHALL

ULTRASOUND

Medizinischer Ultraschall

Medical Ultrasound

Technischer Ultraschall

Technical Ultrasound

Die Hauptabteilung Ultraschall des Fraunhofer IBMT bildet mit ihrer Struktur, beginnend bei theoretischen Betrachtungen in applikationsspezifischen Simulationen, der Transducerentwicklung, über modulare Ultraschallsysteme einschließlich innovativer Softwarelösungen bis hin zur Signalverarbeitung, die gesamte Kompetenz für eigenständige Gerätesysteme zur Lösung medizinischer, biotechnologischer und technischer Aufgabenstellungen durchgängig ab.

Die Hauptabteilung ist mit über 40 Mitarbeitern in zwei Abteilungen und sieben hochspezialisierten Arbeitsgruppen die größte Ultraschallforschungseinheit in Europa. Die Kompetenzen beruhen auf einer mehr als 20-jährigen Erfahrung und erlauben die Entwicklung aller Ultraschallsystemkomponenten, beginnend bei Materialien mit speziell angepassten Eigenschaften, anwendungsspezifischen Ultraschallwandlern, elektronischen Systemkomponenten und Verfahren, der Softwareentwicklung bis hin zur Sensorfertigung und Fertigungsprozessentwicklung. Das Angebot reicht von Beratung und Machbarkeitsstudien über Labormuster und Prototypentwicklung bis hin zur zertifizierten Produktentwicklung und der Zulassung für klinische Anwendungen sowie der klinischen Evaluierung. Ein industrieller Umsatzanteil von ca. 70 % zeigt die hohe Relevanz der Hauptabteilung für eine Vielzahl von Partnern aus der Industrie.

Neben diesem strukturellen Komplettangebot ist die Hauptabteilung zudem über ein weites Anwendungsspektrum aktiv. So werden beispielsweise mit hochfrequentem Ultraschall Objekte im Submikrometerbereich, wie einzelne biologische Zellen, abgebildet, nichtinvasiv charakterisiert und schonend manipuliert. In medizinischen und präklinischen Anwendungen bieten weltweit einzigartige Ultraschallmehrkanaalsysteme und hochfrequente miniaturisierte Arrays neue Möglichkeiten zur hochauflösenden Bildgebung, die auch im Bereich der zerstörungsfreien Materialprüfung Einzug finden. Daneben bestätigen laufende öffentliche Projekte, etwa zur Frühdiagnostik von

Mammakarzinomen und der Arthritis, das hohe Anwendungspotenzial hybrider Ansätze, wie optoakustischer Kombinationssysteme.

Im klassischen Frequenzbereich der medizinischen Diagnostik etablieren sich 2D-Arrays, die in Kombination mit der neuen modularen Beamformergeneration einer Ultrafast-Echtzeiterfassung und -verarbeitung von Volumendaten erweiterte Einsatzmöglichkeiten in der Diagnostik und Therapiekontrolle erlauben. Vom intern gelebten Wissens- und Technologietransfer und der Skalierbarkeit der verfügbaren Technologien profitierten auch Weiterentwicklungen technischer Anwendungen, wie z. B. neue bildgebende 3D-Sonarsysteme und drucktolerante Komponenten für den Einsatz in der Tiefsee.

Für den kundenspezifischen Transfer unserer Ultraschalltechnologie in weitere technische und (bio-)medizinische Anwendungsbereiche, wie auch für die, bei klinischen Applikationen notwendige Anwendernähe, verfügt die Hauptabteilung über ausgeprägte nationale und internationale Netzwerke und ist dort gefragter Partner einer Vielzahl von Forschungseinrichtungen und industriellen Konsortien.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Steffen Tretbar
Telefon: +49 (0) 6894/980-226
steffen.tretbar@ibmt.fraunhofer.de

Sekretariat
Frau Kerstin Knobe
Telefon: +49 (0) 6894/980-201
kerstin.knobe@ibmt.fraunhofer.de

With its structure, starting with theoretical observations in application-specific simulations, transducer development and modular ultrasound systems including innovative software solutions, right up to signal processing, the main department Ultrasound of the Fraunhofer IBMT covers the whole range of competences for system solutions in medical, biotechnological and technical applications.

With more than 40 members of staff in two departments, and seven highly specialized working groups, it is the largest ultrasound research unit in Europe. The competences of the working groups are based on more than 20 years of experience, and allow the development of all ultrasound system components, from materials with specially adapted properties, to application-specific ultrasound transducers, electronic system components and procedures, as well as software development, right up to sensor manufacturing and process development. Services range from consulting and feasibility studies to laboratory prototypes and prototype development, right up to certified product development, certification for clinical applications as well as clinical evaluation. An industrial share in turnover of around 70 % shows the high relevance of the main department for a wide range of partners in industry.

Alongside this structural all-in package, the main department is also active over a broad range of applications. High-frequency ultrasound is used, for example, for scanning, non-invasive characterization and manipulation of objects in the sub-micrometer range such as individual biological cells. In medical and pre-clinical applications, unique ultrasound multi-channel systems and high-frequency miniaturized arrays offer new possibilities for high-resolution imaging which are also being used in non-destructive testing. In addition to this, current public projects, for example on the early diagnosis of mammary carcinoma and arthritis, confirm the great application potential of hybrid approaches such as opto-acoustic techniques.

In the classical frequency range of medical diagnostics, 2D arrays are becoming established which, in combination with the new modular beam former generation, allow an ultrafast, real-time registration and processing of volume data as well as extended possibilities for use in diagnostics and therapy control. The internal knowledge and technology transfer, and the scalability of the available technologies also led to further developments of technical applications, for example new imaging 3D sonar systems and pressure-tolerant components for use in deep sea applications.

For the customer-specific transfer of our ultrasound technology to other technical and (bio)medical applications, and to ensure the proximity to the user necessary for clinical applications, the main department has strong national and international networks and is a sought-after partner for a wide range of research facilities and industrial consortia.

Contact

Dipl.-Ing. Steffen Tretbar
Telephone: +49 (0) 6894/980-226
steffen.tretbar@ibmt.fraunhofer.de

Secretary
Ms. Kerstin Knobe
Telephone: +49 (0) 6894/980-201
kerstin.knobe@ibmt.fraunhofer.de

AUSGEWÄHLTE FORSCHUNGSERGEBNISSE UND ANWENDUNGEN

*Optoakustisches System zur Früherkennung von Brusttumoren
(Foto: Bernd Müller).*

*Optoacoustic system for early recognition of breast tumours
(Photo: Bernd Müller).*



Fraunhofer
IBMT

MEDIZINISCHER ULTRASCHALL

MEDICAL ULTRASOUND

Angebote, Ergebnisse und Produkte der Arbeitsgruppen

Ultraschallsysteme/Klinische Anwendungen
Biomedizinische Ultraschallforschung
Hochfrequente Piezosysteme

Projektbeispiel: Herstellung hochfrequenter Ultraschallarrays und Entwicklung des hochfrequenten Ultraschallbeamformers DiPhAS-HF

Ausstattung

Offers, results and products of the working groups

Ultrasound Systems/Clinical Applications
Biomedical Ultrasound Research
High-frequency Piezosystems

Project example: Manufacturing of high-frequency ultrasound arrays and development of the high-frequency ultrasound beam former DiPhAS-HF

Equipment

Ultraschall ist durch seine Skalierbarkeit über einen großen Frequenzbereich für vielfältige Aufgaben einsetzbar. Wie kaum eine andere Technologie erlaubt der Ultraschall eine nichtinvasive und echtzeitfähige Bildgebung mit Auflösungen bis in den Submillimeterbereich. Die Abteilung Medizinischer Ultraschall des Fraunhofer IBMT nutzt diese Vorteile in den Bereichen medizinische und biotechnologische Forschung, NDT (Non-Destructive Testing) sowie maritime Sonare und erstreckt sich dabei über ein Frequenzspektrum von kHz bis GHz. Auf systemischer Seite wird dieses breite Anwendungsfeld durch ein neues einzigartiges modulares Beamformerkonzept abgedeckt. Die Kombination von gemeinsamen und applikationsspezifischen Komponenten erlaubt es, die mehrkanalige Forschungsplattform DiPhAS (Digital Phased Array System) einfach an unterschiedlichste Anwendungen anzupassen. Beispielsweise kann das System im niederfrequenten Bereich zur 2- und 3-dimensionalen Sonarbildgebung eingesetzt werden. Weitere Besonderheiten sind Systeme für die hybride Bildgebung. MR-kompatible Systeme zum synchronen Betrieb am Tomographen wurden ebenso entwickelt wie optoakustische Systeme, bei denen Ultraschallsignale durch Laserstrahlung angeregt werden. Darüber hinaus wurde der weltweit erste hochfrequente Mehrkanal-Beamformer zum Betrieb von Wandlern bis zu 80 MHz Mittenfrequenz bei einer Digitalisierung von bis zu 480 MHz entwickelt. Neben der Hardwareentwicklung umfasst die Expertise der Abteilung auch die zulassungsrechtlichen Aspekte im Hinblick auf die Durchführung klinischer Studien gemäß Medizinproduktegesetz. Der Fokus auf Forschungsanwendungen wird durch die freie Programmierbarkeit des Ultraschallbeamformers und den Zugriff in allen Schritten der Datenverarbeitung (u. a. Kanal-, RF-, und Bild-Daten) unterstrichen. Neben der Hardwareentwicklung liegt ein Schwerpunkt der Abteilung in der Bereitstellung innovativer Softwarelösungen und Algorithmen. Bei Nutzung des »Ultrafast Ultrasound Imaging« werden Großteile der Datenverarbeitung von der Hardware in Software verlagert und nutzen die rasant wachsende Leistungsfähigkeit neuer Prozessor-

generationen aus. Dies ermöglicht auch die Entwicklung extrem kompakter Systeme für den Einsatz mit mobilen Endgeräten (Smartphones, Tablets). Neben den vorgestellten Varianten der Mehrkanalplattform wurden hochspezialisierte Lösungen für Anwendungen im Hochfrequenzbereich entwickelt. Hochauflösende (opto-)akustische Systeme für die Dermatologie oder die präklinische Kleintierforschung stehen zur Verfügung wie auch Ultraschallmikroskope für die nichtinvasive Untersuchung zellulärer Prozesse. Die Erforschung piezoaktiver Materialien für hochfrequente Ultraschallwandler gehört dabei ebenso zur Expertise wie die Entwicklung hochfrequenter Linsen.

Ansprechpartner

Dr. Marc Fournelle

Telefon: +49 (0) 6894/980-220

marc.fournelle@ibmt.fraunhofer.de

Sekretariat

Frau Kerstin Knobe

Telefon: +49 (0) 6894/980-201

kerstin.knobe@ibmt.fraunhofer.de

Due to its scalability, ultrasound can be used in various applications over a broad frequency range. Like hardly any other technology, ultrasound allows non-invasive and real-time imaging with resolutions down to the sub-millimetre range. The Department of Medical Ultrasound of the Fraunhofer IBMT is using these advantages in the areas of medical and biotechnological research, NDT (Non-Destructive Testing) as well as marine sonars, extending over a frequency spectrum from kHz to GHz. On the systemic side, this broad application field is covered by a new, unique, modular beam former concept. The combination of joint and application-specific components makes it possible to adapt the multichannel research platform DiPhAS (Digital Phased Array System) easily to the widest possible range of applications. The system can be used, for example, in the low-frequency range for 2 and 3-dimensional sonar imaging. Other specialities include systems for hybrid imaging. MR-compatible systems for the synchronous operation in tomography were also developed, as well as opto-acoustic systems in which ultrasound signals are activated by laser radiation. In addition to this, the world's first high-frequency multichannel beam former for the operation of transducers up to 80 MHz centre frequency with a digitalization of up to 480 MHz was developed. Alongside hardware development, the expertise of the department also covers the regulatory aspects with regard to the conduct of clinical studies in accordance with the MPG. The focus on research applications is underlined by the free programmability of the ultrasound beam former and data access in all steps of the processing pipeline (including channel, RF and image data). In addition to hardware development, the department also specializes in making available innovative software solutions and algorithms. With the use of "Ultrafast Ultrasound Imaging", large sections of the data processing are shifted from the hardware to the software, taking advantage of the rapidly

growing performance capacities of new processor generations. This also allows the development of highly compact systems for use with mobile devices (smartphones, tablets). Alongside the versions of the multichannel platform presented, highly specialized solutions were also developed for applications in the high-frequency range. High-resolution (opto)acoustic systems for dermatology or preclinical small animal research are available, as well as ultrasound microscopes for the non-invasive examination of cellular processes.

Contact

Dr. Marc Fournelle
Telephone: +49 (0) 6894/980-220
marc.fournelle@ibmt.fraunhofer.de

Secretary
Ms. Kerstin Knobe
Telephone: +49 (0) 6894/980-201
kerstin.knobe@ibmt.fraunhofer.de

ANGEBOTE, ERGEBNISSE UND PRODUKTE DER ARBEITSGRUPPEN

Ultraschallsysteme/Klinische Anwendungen

– Skalierbare, mehrkanalige Ultraschallplattform für Forschung und Anwendungsentwicklung (OEM) mit offenem Zugriff auf alle Steuerparameter und alle Ebenen der Signalverarbeitungskette

1. Diagnostischer Bereich (Anwendungen im Frequenzbereich 1-20 MHz)

– »Ultrafast ultrasound imaging«-Technologien zur Entwicklung neuartiger Beamforming- und Verarbeitungstechniken

– Ultraschallsysteme kombiniert mit Lasern verschiedener Wellenlängen zur optoakustischen multispektralen Bildgebung

– MR-kompatible Ultraschallsysteme zur multimodalen Echtzeit-Bildgebung im MRT (1,5 T und 3 T)

– Systeme zur intraoperativen bildgestützten Navigation und Therapiekontrolle

– Systeme und Verfahren zur Echtzeit-Therapiesteuerung

2. Hochfrequenter Bereich (Anwendungen im Frequenzbereich 20-100 MHz)

– Ultraschallsysteme für präklinische Anwendungen (Kleintier- und translationale Bildgebung)

– Ultraschallsysteme für die zerstörungsfreie Materialprüfung und Prozesskontrolle

3. Niederfrequenter Bereich (Anwendungen im Frequenzbereich 100 kHz-3 MHz)

– Kompakte, hochfrequente, mehrkanalige, bildgebende Sonarsysteme (MBES)

– Ultraschallsysteme für Luftschallanwendungen

– Therapiesysteme (im Aufbau)

– mobile Ultraschallsysteme für Bildgebung und allgemeine Messtechnik mit Fokus auf kostengünstigen Implementierungen

– analoge und digitale Schaltungsentwicklung für kundenspezifische Ultraschallanwendungen

– Software für Signalverarbeitung, Rekonstruktion und Visualisierung

– innovative Bildrekonstruktions- und Abbildungsverfahren (Plane-Wave-Imaging 2D/3D, real-time Synthetic Aperture Imaging, Ultrafast-Imaging, etc.) auf Basis GPU-basierter Parallelität (OpenCL, Cuda, ...)

– Signalverarbeitungsmethoden zur Parameterextraktion (Filterentwicklung) für verschiedenste Anwendungen, Materialien und Objekte

– Softwareentwicklung und Softwarewerkzeuge nach ISO 62304 für die Ultraschallsignalverarbeitung und medizinische Bildgebung

– Softwarelösungen für die Ultraschallsignalverarbeitung und Bildgebung auf mobilen Endgeräten (mobile App)

Ansprechpartner

Dr. Holger Hewener

Telefon: +49 (0) 6894/980-213

holger.hewener@ibmt.fraunhofer.de

OFFERS, RESULTS AND PRODUCTS OF THE WORKING GROUPS

Ultrasound Systems/Clinical Applications

- scalable, multi-channel ultrasound platform for research and application development (OEM) with open access to all control parameters and all levels of the signal processing chain
- 1. Diagnostic area (applications in the frequency range 1-20 MHz)
 - "Ultrafast ultrasound imaging" technologies for the development of innovative beamforming and manufacturing technologies
 - ultrasound systems combined with lasers of various wavelengths for opto-acoustic multispectral imaging
 - MR-compatible ultrasound systems for multimodal real-time imaging in MRT (1.5 T and 3 T)
 - systems for intra-operative, image-aided navigation and therapy control
 - systems and methods for real-time therapy control
- 2. High-frequency range (applications in the frequency range 20-100 MHz)
 - ultrasound systems for preclinical applications (small animal and translational imaging)
 - ultrasound systems for non-destructive material testing and process control
- 3. Low-frequency range (applications in the frequency range 100 kHz-3 MHz)
 - compact, high-frequency, multi-beam, imaging sonar systems (MBES)
 - ultrasound systems for airborne sound applications
 - therapy systems (in development)

- mobile ultrasound systems for imaging and general measurement technology with the focus on cost-effective implementations
- analogue and digital circuit developments for customer-specific ultrasound applications
- software for signal processing, reconstruction and visualization
 - innovative image reconstruction and imaging methods (plane wave imaging 2D/3D, real-time Synthetic Aperture Imaging, ultrafast imaging, etc.) based on GPU parallelity (OpenCL, Cuda,...)
 - signal processing methods for parameter extraction (filter development) for a wide range of applications, materials and objects
 - software development and software tools in accordance with ISO 62304 for ultrasound signal processing and medical imaging
 - software solutions for ultrasound signal processing and imaging on mobile terminal devices (mobile app)

Contact

Dr. Holger Hewener
Telephone: +49 (0) 6894/980-213
holger.hewener@ibmt.fraunhofer.de

ANGEBOTE, ERGEBNISSE UND PRODUKTE DER ARBEITSGRUPPEN

Biomedizinische Ultraschallforschung

- Anwendungsspezifische Ultraschallforschung und -entwicklung
- Materialcharakterisierung
- akustische Mikroskopie
- optoakustische Verfahren
- Rekonstruktionsalgorithmen
- Entwicklung optoakustischer und akustischer Kontrastmittel
- Messung quantitativer Gewebeparameter
- molekulare Bildgebung
- akustische Manipulationssysteme auf zellulärer Ebene

Zulassung medizinischer Systeme

- Beratung zur Umsetzung applikationsspezifischer Ultraschall-systeme und -verfahren
- Beratung und Durchführung der Zertifizierung von Medizin-produkten nach EU-Richtlinie 93/42 EWG
- Planung und Durchführung von Studien zur klinischen Bewertung von Medizinprodukten

Ansprechpartner

Dr. Marc Fournelle

Telefon: +49 (0) 6894/980-220

marc.fournelle@ibmt.fraunhofer.de

Hochfrequente Piezosysteme

- Biomedizinische Anwendungen und zerstörungsfreie Prüfungen (NDT)
- hochfrequente Ultraschalllinsen und Ultraschallarrays
- 80 MHz bis 1 GHz
- Entwicklung passiver und aktiver Bauteile
- anwendungsspezifische Materialentwicklungen
- hochfrequentes Messlabor
- schwingungstechnische Messungen bis 1,2 GHz

Ansprechpartner

Dr. Frank Tiefensee

Telefon: +49 (0) 6894/980-270

frank.tiefensee@ibmt.fraunhofer.de

OFFERS, RESULTS AND PRODUCTS OF THE WORKING GROUPS

Biomedical Ultrasound Research

- application-specific ultrasound research and development
- material characterization
- acoustic microscopy
- opto-acoustic methods
- reconstruction algorithms
- development of opto-acoustic and acoustic contrast agents
- measurement of quantitative tissue parameters
- molecular imaging
- acoustic manipulation systems on the cellular level

Certification of Medical Systems

- consulting on the implementation of application-specific ultrasound systems and processes
- consulting and execution of the certification of medical products in accordance with EU directive 93/42 EEC
- planning and execution of studies for the clinical assessment of medical products

Contact

Dr. Marc Fournelle
Telephone: +49 (0) 6894/980-220
marc.fournelle@ibmt.fraunhofer.de

High-frequency Piezosystems

- biomedical applications and non-destructive testing (NDT)
- high-frequency ultrasound lenses and ultrasound arrays
- 80 MHz up to 1 GHz
- development of passive and active components
- application-specific material developments
- high-frequency measurement laboratory
- oscillation measurements up to 1.2 GHz

Contact

Dr. Frank Tiefensee
Telephone: +49 (0) 6894/980-270
frank.tiefensee@ibmt.fraunhofer.de

PROJEKTBEISPIEL: HERSTELLUNG HOCHFREQUENTER ULTRASCHALLARRAYS UND ENTWICKLUNG DES HOCH- FREQUENTEN ULTRASCHALLBEAMFORMERS DIPHAS-HF

Ausgangssituation

Inhalt des BMBF-geförderten Projekts »Kolumnares Blei-Zirkonat-Titanat für leistungsstarke Ultraschall-Arrays« war die Herstellung hochfrequenter Ultraschallarrays mittels Hohlkathoden-Gasfluss-Sputtern von Blei-Zirkonat-Titanat, PZT sowie die Entwicklung einer entsprechenden hochfrequenten »DiPhAS«-Elektronik. Mit Hilfe des Gasfluss-Sputterns war es möglich, bis zu 26 µm dicke PZT-Schichten mit 100 nm/min Sputterrate und 500-520 °C Prozesstemperatur flächig auf 8" Si-Wafer abzuscheiden. Die anschließende Strukturierung zu Arrays erfolgte mit lithographischen Techniken aus dem Bereich der MEMS-Technologie. Die so hergestellten Arrays besitzen eine Mittenfrequenz von 56,3 MHz. Die PZT-Schichten weisen eine typische kolumnare Struktur auf, ihre Ladungskonstanten sind mit 350-500 pC/N für Schichtmaterial sehr hoch und liegen im Bereich von Formkörpern aus PZT. Die relativ niedrigen Prozesstemperaturen erlauben ein einfaches Layout ohne Diffusionsbarrieren zur Vermeidung der Bleidiffusion.

Die Charakterisierung und Nutzung mehrelementiger Ultraschallwandler mit Mittenfrequenzen von 50-100 MHz in der Echtzeitmesstechnik und -bildgebung sind mit traditionellen Ultraschallsystemen aufgrund der benötigten hohen Digitalisierungsrate nicht möglich.

Lösung

Die erfolgreiche Entwicklung einer hochfrequenten Variante der modularen »DiPhAS«-Plattform stellt den weltweit ersten Ultraschallbeamformer mit einer Digitalisierungsrate von 480 MHz bereit. Für unsere modulare Ultraschallforschungsplatt-

form »DiPhAS« wurden neue Analogfrontends entwickelt, die im Gesamtsystem 128 diskrete Messkanäle mit jeweils 480 MSamples/s bieten. Die in einem solchen System entstandenen zeitkritischen Herausforderungen während der Messungen selbst wurden mit neuen FPGA-Schaltungsdesigns an die Timing-Anforderungen angepasst. Die enormen Datenmengen können über Hochgeschwindigkeitsanschlüsse wie beispielsweise PCIeexpress direkt in einen PC übertragen werden, um moderne softwarebasierte Verarbeitungen und Bildgebungen zu berechnen. Hierfür werden unter anderem massive Parallelisierungen mittels arithmetischer Berechnungen auf Grafikkarten (GPGPU mit OpenCL) genutzt.

Potenzial

Die hochfrequenten Arrays sowie die »DiPhAS-HF«-Elektronik finden ihren Einsatz in den Bereichen der zerstörungsfreien Materialprüfung, (bio-)medizinischen Bildgebung, Kleintierbildgebung und Bildgebung der Haut, der Gefäße und der Zähne.

Das Projekt wurde vom BMBF im Rahmen der Fördermaßnahme VIP (Förderkennzeichen 03V0202) gefördert. Die Entwicklung des Gasfluss-Sputterns dicker PZT-Schichten und deren Strukturierung wurden von den Projektpartnern Fraunhofer IST und Fraunhofer ISIT durchgeführt.

Ansprechpartner

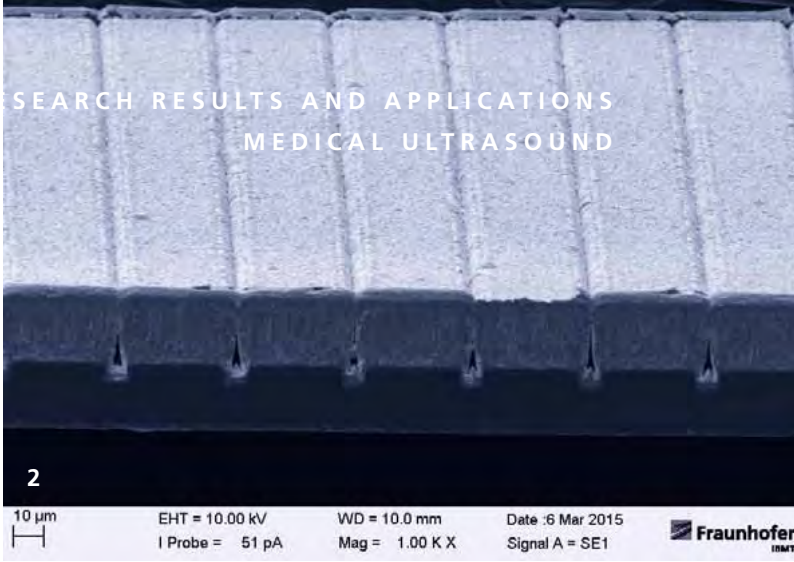
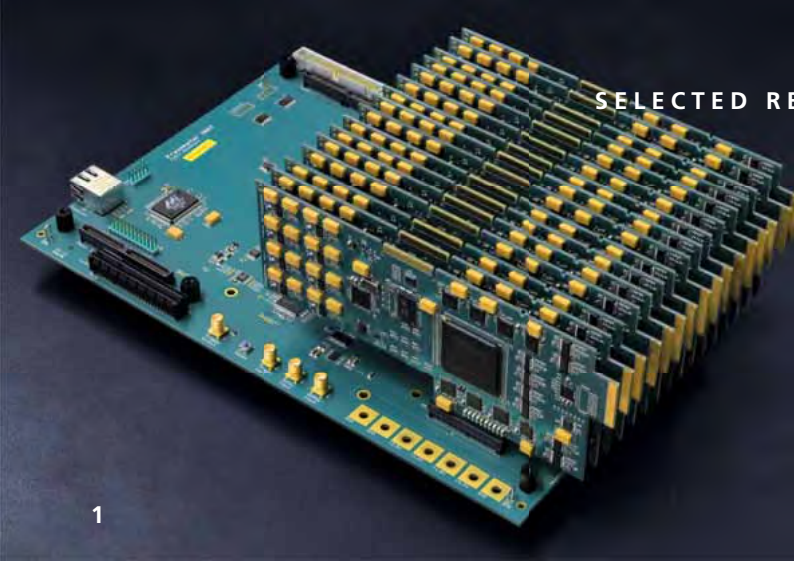
Dr. Frank Tiefensee

Telefon: +49 (0) 6894/980-270

frank.tiefensee@ibmt.fraunhofer.de

1 Erste Ultraschallforschungsplattform mit 128 Kanälen und jeweils 480 MHz Digitalisierung.

2 REM Aufnahme eines 56,3 MHz-Ultraschallarrays.



PROJECT EXAMPLE: MANUFACTURING OF HIGH-FREQUENCY ULTRASOUND ARRAYS AND DEVELOPMENT OF THE HIGH-FREQUENCY ULTRASOUND BEAM FORMER DIPHAS-HF

Starting situation

The topic of the BMBF-funded project "Columnar lead zirconate titanate for high frequency ultrasound array" was the production of high-frequency ultrasound arrays by means of hollow cathode gas flow sputtering of lead zirconate titanate (PZT) as well as the development of the corresponding high-frequency "DiPhAS" electronics. With the aid of gas flow sputtering it was possible to deposit PZT layers up to 26 μ m at a sputter rate of 100 nm/min and process temperatures of 500-520 $^{\circ}$ C on 8" silicon wafers. The subsequent structuring to form arrays was carried out using lithographic techniques from the field of MEMS technology. The thus produced arrays have a centre frequency of 56.3 MHz. The PZT layers have a typical columnar structure. At 350-500 pC/N, their charge constants are very high for layer material and lie in the range of moulded parts of PZT. The relatively low process temperatures allow a simple layout without diffusion barriers to avoid lead diffusion.

The characterization and use of multi-element ultrasound transducers with centre frequencies of 50-100 MHz in real-time measurement technology and imaging are not possible with conventional ultrasound systems due to the high digitalization rate required.

Solution

The successful development of a high-frequency version of the modular "DiPhAS" platform provides the world's first ultrasound beam former with a digitalization rate of 480 MHz. For our modular ultrasound research platform "DiPhAS", new analogue front ends were developed which offer 128 dis-

crete digitization channels, each with 480 MSamples/s. New FPGA circuit designs were used to meet the challenging time requirements during the measurement process itself. The enormous data quantities can be transferred via high-speed connections such as PCIe directly to a computer for modern software-based processing and imaging. Massive parallelizations, among other things, based on arithmetical calculations on graphic cards (GPGPU with OpenCL) are used for this.

Potential

The high-frequency arrays as well as the "DiPhAS-HF" electronics are used in the areas of non-destructive material testing, (bio)medical imaging, small animal imaging and imaging of the skin, blood vessels and teeth.

The project was funded by the BMBF within the VIP framework (funding code 03V0202). The development of the gas flow sputtering of thick PZT layers and their structuring was carried out by the project partners Fraunhofer IST and Fraunhofer ISIT.

Contact

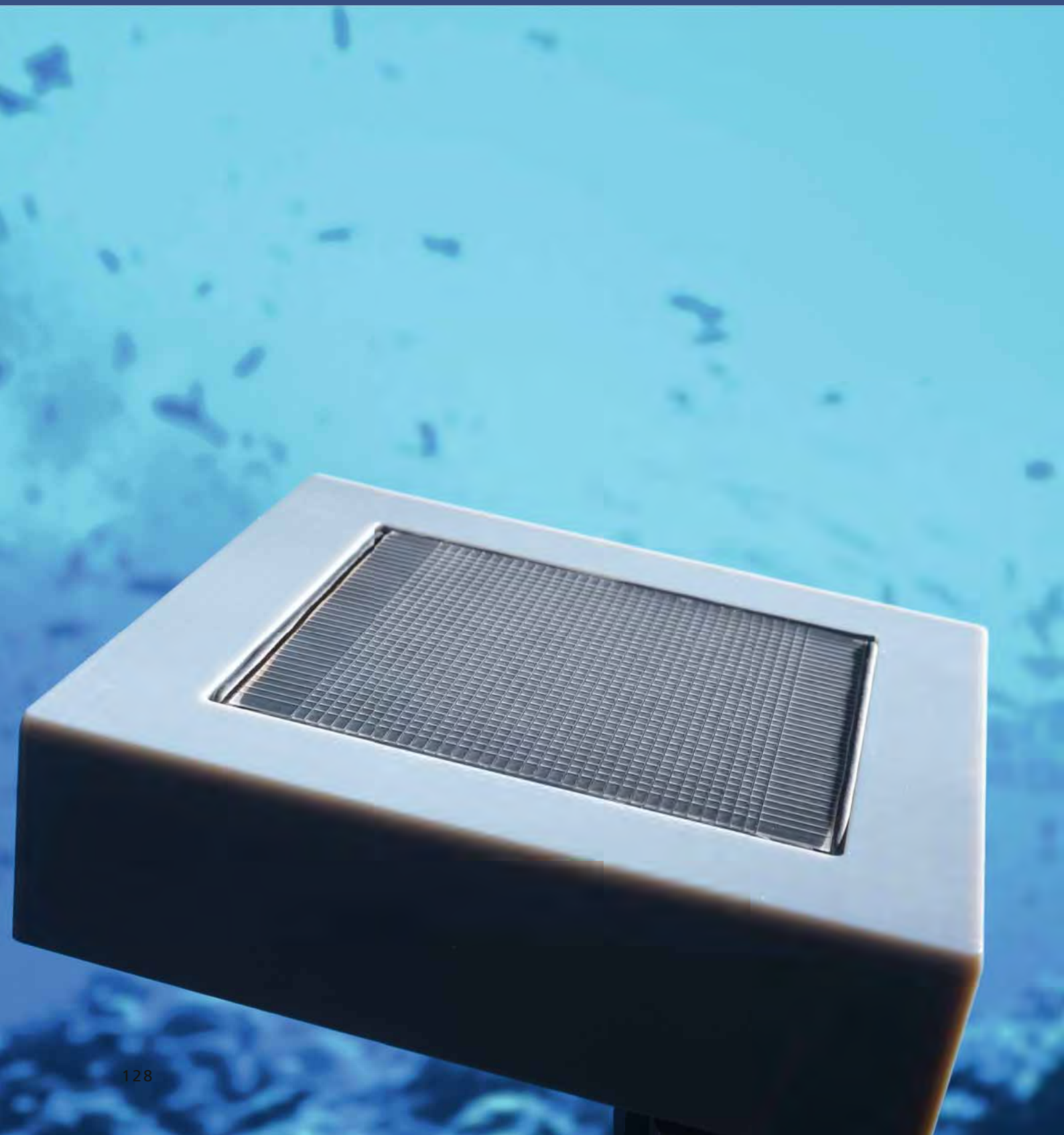
Dr. Frank Tiefensee
Telephone: +49 (0) 6894/980-270
frank.tiefensee@ibmt.fraunhofer.de

- 1 First ultrasound research platform with 128 channels and 480 MHz digitalization.
- 2 REM image of a 56.3 MHz ultrasound array.

AUSGEWÄHLTE FORSCHUNGSERGEBNISSE UND ANWENDUNGEN

*Ultraschallsonde z. B. für die Meeresbodenkartierung
(Foto: Bernd Müller).*

*Ultrasound probe, e.g. for mapping the seabed
(Photo: Bernd Müller).*



TECHNISCHER ULTRASCHALL

TECHNICAL ULTRASOUND

Angebote, Ergebnisse und Produkte der Arbeitsgruppen

Technische Ultraschallsysteme
Wandlerentwicklung
Fertigungstechnologie (ISO 9001 & 13485)
Simulation

Projektbeispiel: Mills-Cross-basierte 3D-Sonarantenne

Ausstattung

Offers, results and products of the working groups

Technical Ultrasound Systems
Transducer Development
Manufacturing Technology (ISO 9001 and 13485)
Simulation

Project example: Mills Cross-based 3D sonar antenna

Equipment

Ultraschall wird in vielen technischen Bereichen zu Mess- und Manipulationszwecken eingesetzt. Häufig macht es uns sogar die Natur vor. Wie zum Beispiel die Kommunikation von Delphinen unter Wasser. So macht sich auch der Mensch die Technologie des Ultraschalls bei Unterwasseranwendungen zunutze. Sei es nun zur Seekartenerstellung oder zur Objektsuche – im Meer ist Ultraschall nahezu alternativlos.

Aber auch in anderen Gebieten der Technik ist Ultraschall eine Technologie, mit der zerstörungsfrei, kostengünstig und ohne bewegliche Teile das gewünschte Ergebnis in Echtzeit erzielt wird. Will man z. B. den Füllstand eines Tanks bestimmen oder ein komplexes geometrisches Gebilde schonend reinigen, dann ist die Anwendung von Ultraschall inzwischen eine der wichtigsten Methoden. Die Ultraschallsysteme einschließlich der Ultraschallwandler wie auch die Auswertalgorithmen müssen jedoch auf die Aufgabe angepasst sein. Daher ist häufig eine applikationsspezifische Entwicklung oder zumindest eine Adaption vorhandener Hard- und Software notwendig.

Die Abteilung Technischer Ultraschall bietet neben der analytischen Untersuchung, der computerbasierten Simulation sowie der Entwicklung von Hard- und Software Dienstleistungen an, die den Auftraggeber von der ersten Idee eines Ultraschallprodukts bis zur Markteinführung begleiten.

Die Struktur der Abteilung spiegelt dieses Angebot wider. In der Arbeitsgruppe Simulation werden die gestellten Aufgaben mittels verschiedener rechnergestützter Methoden analysiert, um anschließend in der Arbeitsgruppe Technische Ultraschallsysteme eine optimierte Entwicklung anwendungsspezifischer Elektronikhardware und Software zu realisieren. Die Arbeitsgruppe Wandlerentwicklung leistet die Entwicklung des passenden Ultraschallwandlers für die entsprechende Anwendung. Die dort erzielten kundenspezifischen Ergebnisse können bei Bedarf in die Arbeitsgruppe Fertigungstechnologie transferiert werden. Hier werden die für die Sensoren benötigten Fertigungstechniken entwickelt, um in Folge entsprechend

der ISO 9001- und ISO 13485-Zertifizierung erste Prototyp- und Nullserien der neu entwickelten Sensoren auf qualitativ höchstem Niveau aufbauen zu können.

Nachfolgend seien einige Felder und Anwendungen genannt, in denen unsere Entwicklungen eingesetzt werden:

- Füllstandsmessung
- Hindernisdetektion
- Qualitätskontrolle
- Pipelineprüfung
- Durchflussmessung (z. B. Erdgas, Wasser/Abwasser)
- sonarbasierte Kartenerstellung, Objektsuche
- ultraschallbasiertes Reinigen und Schweißen
- Messung von Windgeschwindigkeit
- zerstörungsfreie Prüfung (z. B. Schweißnähte)

Neben den Sensorsystemen beschäftigt sich die Abteilung im Bereich der Gewässer Vermessung auch mit den benötigten Trägerfahrzeugen. So konnten ein autonomes Tauchfahrzeug und zugehörige Komponenten entwickelt werden, welche auf druckneutraler Technologie basieren. Auch Oberflächenfahrzeuge spielen eine bedeutende Rolle. So entwickeln wir aktuell ein mobiles Messlabor für Binnengewässer, das unsere Sensoren für die Kartierung und Bestimmung der Sedimentstruktur nutzt und gleichzeitig die Wasserqualität ermittelt.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Christian Degel
Telefon: +49 (0) 6894/980-221
christian.degel@ibmt.fraunhofer.de

Sekretariat
Frau Kerstin Knobe
Telefon: +49 (0) 6894/980-201
kerstin.knobe@ibmt.fraunhofer.de

Ultrasound is used in many technical areas for measurement and manipulation purposes. We can even observe its use in nature. One example is the communication of dolphins under water. Human beings also take advantage of the technology of ultrasound for underwater applications. Whether it is to produce maps of the seabed, or to search for objects – in the sea ultrasound is practically indispensable.

But also in many other technical areas, ultrasound is a technology with which the desired results can be achieved in real time on a non-destructive, cost-efficient basis and without moving parts. If, for example, we want to determine the filling level of a tank, or clean a complex geometric structure without damaging it, then ultrasound is one of the most important methods used today. The ultrasound systems including the ultrasound transducers as well as the evaluation algorithms must, however, be adapted for the respective task. This means that often an application-specific development or at least an adaptation of existing hardware and software may be necessary.

Alongside analytical investigation, computer-based simulation and the development of hardware and software, the Technical Ultrasound Department offers services that accompany the customer from the initial idea for an ultrasound product right up to the market launch.

The structure of the department reflects its range of services. In the working group Simulation the given tasks are analyzed with the aid of various computer-based methods so that the working group Technical Ultrasound Systems can realize an optimized development of application-specific electronic hardware and software. The working group Transducer Development realizes the necessary ultrasound transducer for the respective application. The customer-specific results achieved there can, as required, be transferred to the working group Manufacturing Technology. This is where the manufacturing technologies necessary for the transducers are developed in order to be able to build initial prototypes and zero series of

the newly developed sensors at a high level of quality in accordance with the ISO 9001 and ISO 13485 certification.

Here are some of the fields and applications in which our developments are used:

- level measurement
- obstacle avoidance
- quality control
- pipeline inspection
- flow measurement (e. g., natural gas, water/waste water)
- sonar-based bathymetry, object search
- ultrasound-based cleaning and welding
- measurement of wind speed
- non-destructive testing (e. g. weld seams)

Alongside sensor systems for underwater measurement, the department also works on the necessary carrier vehicles. This led, for example, to the development of an autonomous diving vehicle and the necessary components based on pressure-balanced technology. Surface vehicles also play an important role. We are currently developing a mobile measurement lab for inland waters that uses our sensors for mapping and determination of the sediment structure while checking the water quality at the same time.

Contact

Dipl.-Ing. Christian Degel
Telephone: +49 (0) 6894/980-221
christian.degel@ibmt.fraunhofer.de

Secretary
Ms. Kerstin Knobe
Telephone: +49 (0) 6894/980-201
kerstin.knobe@ibmt.fraunhofer.de

ANGEBOTE, ERGEBNISSE UND PRODUKTE DER ARBEITSGRUPPEN

Technische Ultraschallsysteme

- Analoge & digitale Schaltungsentwicklung
- Embedded Systems
- Stand-alone-Systeme
- portable Systeme
- Leistungsschallsysteme
- ultraschallbasierte Transfektion
- druckneutrale Systeme
- unbemannte Oberflächenfahrzeuge (USV)
- autonome Unterwasserfahrzeuge (AUV) und Komponenten
- druckneutrale Batterietechnologien

Anwendungsbeispiele

- Flowmeter, Wärmezähler
- Abstandsmessung, Einparkhilfe und -assistent
- Füllstandsmessung, Levelmeter
- Dickenmessung, Hindernisdetektion
- Transmissionsmessung, Rissdetektion
- Sonoporation
- Sonaranwendungen in der Tiefsee, z. B. Sidescanner und Hindernisvermeidung

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Peter Weber
Telefon: +49 (0) 6894/980-227
peter.weber@ibmt.fraunhofer.de

Wandlerentwicklung

- Entwicklung und Optimierung von Ultraschallsensoren
- katheterbasierte Sensoren für die Medizintechnik
- bildgebende Multielementwandler (Arrays) für die Diagnostik, insbesondere 2D-Matrix- und Phased-Arrays
- miniaturisierte Schallwandler
- Sensoren für die Abstands- und Durchflussmessung in Gasen und Flüssigkeiten
- Ultraschallsensoren für Sonderanwendungen und Umgebungen
- Sensoren für die Materialprüfung
- hochbreitbandige Sensoren für Spezialanwendungen (z. B. Lackdickenmessung, Stoffbahnfehlerprüfung)
- Sonarsensoren und Antennen (z. B. Echolot, MBES, Sidescan)
- druckbeständige/druckneutrale Ultraschallwandler
- Leistungsschallwandler
- nieder- und hochfrequente Reinigungssysteme (z. B. Megaschallreinigung)
- Beratungsdienstleistungen im Bereich Sensorentwicklung

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Franz-Josef Becker
Telefon: +49 (0) 6894/980-202
franz-josef.becker@ibmt.fraunhofer.de

OFFERS, RESULTS AND PRODUCTS OF THE WORKING GROUPS

Technical Ultrasound Systems

- analogue and digital circuit development
- embedded systems
- stand-alone systems
- portable systems
- high-power ultrasound systems
- ultrasound-based transfection
- pressure-balanced systems
- unmanned surface vehicles (USV)
- autonomous underwater vehicles (AUV) and components
- pressure-balanced battery technology

Application examples

- flowmeter, heat meter
- distance measurement, parking assist system
- level metering
- thickness measurement, obstacle detection
- transmission measurement, crack detection
- sonoporation
- sonar applications in the deep sea, e.g. side scanning, obstacle avoidance

Contact

Dipl.-Ing. Peter Weber
Telephone: +49 (0) 6894/980-227
peter.weber@ibmt.fraunhofer.de

Transducer Development

- development and optimization of ultrasound sensors
- catheter-based sensors for medical engineering
- imaging multi-element transducers (arrays) for diagnostics, in particular 2D matrix and phased arrays
- miniaturized ultrasound transducers
- sensors for distance and flow measurement in gases and fluids
- ultrasound sensors for special applications and environments
- sensors for material testing
- high-bandwidth transducers for special applications (e. g., paint thickness measurement, material testing, fabric fault testing)
- sonar sensors and antennae (e. g. echosounders, MBES, sidescan)
- pressure-balanced ultrasound transducers
- high-power ultrasound transducers
- low- and high-frequency cleaning systems (e. g. megasound cleaning)
- consulting services in the area of sensor development

Contact

Dipl.-Ing. Franz Josef Becker
Telephone: +49 (0) 6894/980-202
franz-josef.becker@ibmt.fraunhofer.de

ANGEBOTE, ERGEBNISSE UND PRODUKTE DER ARBEITSGRUPPEN

Fertigungstechnologie (ISO 9001 & 13485)

- Entwicklung und Optimierung von Sensorfertigungstechnologie
- Entwicklung und Realisierung von Fertigungshilfsmitteln
- Herstellung von Prototyp- und Nullserien
- piezoelektrische Composites (bis 20 MHz)
- Beratungsdienstleistungen im Bereich Sensorfertigungstechnik

Ansprechpartner

Thomas Trautmann

Telefon: +49 (0) 6897/9071-120

thomas.trautmann@ibmt.fraunhofer.de

Simulation

- Computerunterstützte Entwicklung, Test und Optimierung
- Schallfeldberechnungen
- FEM-basierte Bauteiloptimierung
- Hydrodynamik und gekoppelte Strömungs-Akustik-Berechnungen
- 3D-Visualisierung und 3D-Rekonstruktion in Biologie, Physik, Medizin und Technik
- 3D-Konstruktion und Prototypendesign

Ansprechpartner

Dipl.-Phys. Daniel Schmitt

Telefon: +49 (0) 6894/980-120

daniel.schmitt@ibmt.fraunhofer.de

OFFERS, RESULTS AND PRODUCTS OF THE WORKING GROUPS

Manufacturing Technology (ISO 9001 & 13485)

- development and optimization of transducer manufacturing technologies
- development and realization of production means
- manufacturing of prototype and pre-production series
- piezoelectric composites (up to 20 MHz)
- consulting services in the area of sensor manufacturing technologies

Contact

Thomas Trautmann

Telephone: +49 (0) 6897/9071-120

thomas.trautmann@ibmt.fraunhofer.de

Simulation

- computer-aided development, testing and optimization
- sound field calculations
- FEM-based component optimization
- hydrodynamics and coupled flow-acoustic-calculations
- 3D visualization and 3D reconstruction in biology, physics, medicine and technology
- 3D construction and prototype design

Contact

Dipl.-Phys. Daniel Schmitt

Telephone: +49 (0) 6894/980-120

daniel.schmitt@ibmt.fraunhofer.de

PROJEKTBEISPIEL: MILLS-CROSS-BASIERTE 3D-SONARANTENNE

Ausgangssituation

Im Sonar-Bereich existieren vielfältige Ausprägungen von Fächerecholoten und Sidescan-Systemen zur Kartenerstellung und Objektsuche. Die wenigsten davon sind jedoch in der Lage, ohne Bewegung ein Volumen zu vermessen und eine dreidimensionale Rekonstruktion zur Erstellung einer virtuellen Umgebung durchzuführen. Bei Arbeiten unter Wasser ist man zudem meist auf klares Wasser und gute Sicht angewiesen. Ist dieses nicht gegeben, so müssen z. B. Taucher in trüben Gewässern ihre Umgebung oft erfühlen. Bei Einsätzen, bei denen ferngesteuerte Arbeitsgeräte wie die sogenannten ROVs (Remotely Operated Vehicles) zum Einsatz kommen, ist klare Sicht ebenfalls meist notwendig. Ist dies nicht erfüllt oder wird z. B. durch Bodenkontakt Schlamm aufgewirbelt, muss der Einsatz unterbrochen werden, bis die klare Sicht wieder hergestellt ist.

Aufgabenstellung

Ziel des mit dem Bundesamt für Ausrüstung, Informationstechnik und Nutzung der Bundeswehr (Projekt E/SR2I/BA163/7F173) durchgeführten Projekts war es, ein Sonar zu entwickeln, welches eine schnelle volumetrische Bildgebung erlaubt und dabei nur ein Minimum an elektrischen Sende- und Empfangskanälen verwendet. Dabei sollte das Sonar eine besonders hohe Auflösung in axialer und lateraler Richtung aufweisen.

Lösung

Angestrebt wurde daher ein auf der sogenannten Mills-Cross-Antennenanordnung basierendes Sonar. Hierbei werden eine

Sende- und eine Empfangsantenne in T-Form positioniert. Während die Sendeantenne das Volumen in mehreren Winkeln vertikal beschallt, empfängt die zweite Antenne die reflektierten Signale und errechnet durch ihre um 90° verdrehte Anordnung die Fächer in horizontaler Richtung. Die Schnittlinie beider Fächer ergibt die Information aus einer Raumrichtung. Durch Abschwenken aller Sendewinkel und Errechnen aller Empfangswinkel kann das Volumen komplett rekonstruiert werden.

Insgesamt werden je Antenne 128 speziell geformte Wandlerelemente verwendet, die in der jeweiligen elevativen Richtung einen großen Öffnungswinkel erlauben. Der mögliche Messbereich ist hierdurch 30° x 30°, bei einer Linienauflösung von 0,5° x 0,5°. Die Mittenfrequenz von 1,7 MHz erlaubt eine hohe axiale Auflösung. Die einzelnen Wandlerelemente basieren hierbei auf dem Konzept medizinischer Sensoren mit Dämpfungs- und Anpassschichten. Die so erreichte hohe Bandbreite von 930 kHz wird genutzt, um eine Frequenzkodierung einzelner Signale durchzuführen. So können gleichzeitig mehrere Sendefächer beschallt werden. Die Schalllaufzeiten im Wasser stellen somit keine Totzeiten mehr dar. Durch diese Methode können zukünftig bis zu 5 Volumen je Sekunde rekonstruiert und dem Operateur als virtuelle Realität dargestellt werden.

Die 3D-Sonarantenne bietet jedoch noch viele weitere mögliche Einsatzfelder. Besonders hervorzuheben sind die Möglichkeiten zur Objekterkennung und Identifikation, die Inspektion von Unterwasserinstallationen oder die Vermessung archäologischer Fundstellen.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Christian Degel

Telefon: +49 (0)6894/980-221 oder +49 (0) 6897/9071-700
christian.degel@ibmt.fraunhofer.de

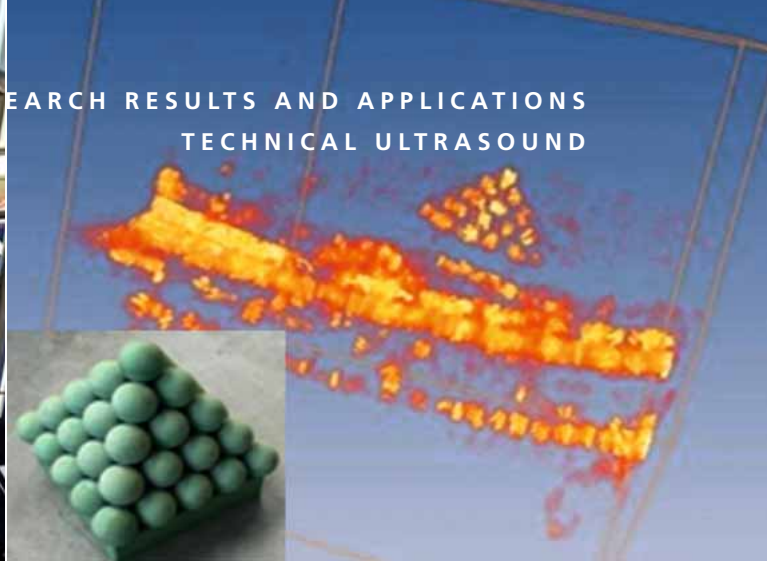
1 Bilder von links nach rechts: Schallabstrahlende Fläche mit T-Anordnung der Sende- und Empfangs-Antenne.

Sonarsystem bei Testmessungen am Messbecken des IBMT.

Testobjekt und rekonstruiertes Messergebnis der 3D-Sonarantenne.



1



PROJECT EXAMPLE: MILLS CROSS-BASED 3D SONAR ANTENNA

Starting situation

In the sonar area there are many different versions of multi-beam echo sounders and sidescan systems for mapping and searching for objects. Few of them, however, are capable of surveying a volume without movement and carrying out a three-dimensional reconstruction for the creation of a virtual environment. For work under water they depend on clear water and good visibility. If this is not the case, divers, for example, have to feel their way around their environment. In operations where remote-controlled tools are used, such as ROVs (Remotely Operated Vehicles), clear visibility is also usually necessary. If this is not the case, or if mud is churned up by contact with the ground, the operation has to be interrupted until visibility is restored.

Objective

The aim of the project carried out in collaboration with the Federal Office of Bundeswehr Equipment, Information Technology and In-Service Support (Project E/SR2I/BA163/7F173) was to develop a sonar system which allows rapid volumetric imaging while using just a minimum of electric transmission and reception channels. The sonar system also had to have an especially high resolution in the axial and lateral direction.

Solution

The focus was, therefore, on the development of a sonar system based on the so-called Mills Cross antenna arrangement, whereby a transmission and a reception antenna are positioned in a T-shape. While the transmission antenna vertically scans the volume in several angles, the second antenna receives the reflected signals and, due to its being turned at

90°, calculates the beams in the horizontal direction. The intersection of the two beams provides the information from one spatial direction. By rotating all of the transmission angles and calculation of all the receiver angles, the volume can be completely reconstructed.

A total of 128 especially shaped transducer elements are used per antenna, allowing a large opening angle in the respective elevative direction. This provides a possible measurement range of 30° x 30°, at a line resolution of 0.5° x 0.5°. The centre frequency of 1.7 MHz allows a high axial resolution. The individual transducer elements are based on the concept of medical sensors with damping and adaptation layers. The thus achieved high bandwidth of 930 kHz is used to carry out a frequency coding of individual signals. This means that several transmission beams can be scanned at the same time. The scanning times thus no longer represent idle times. With this method it will be possible to reconstruct up to five volumes per second and represent them to the operator as a virtual reality.

The 3D sonar antenna, however, also opens up many other possible application areas. This includes in particular the possibilities for object recognition and identification, the inspection of underwater installations or the surveying of archaeological sites.

Contact

Dipl.-Ing. Christian Degel

Telephone: +49 (0) 6894/980-221 or +49 (0) 6897/9071-700

christian.degel@ibmt.fraunhofer.de

1 Pictures from left to right: Sound-radiating surface with T-arrangement of the transmission and reception antenna. Sonar system in test measurements in the IBMT measurement basin. Test object and reconstructed measurement result of the 3D sonar antenna.

AUSSTATTUNG

Ultraschall

- 3-Achsen-Messmikroskop inkl. Bildarchivierung und -verarbeitung
- 5-Achs-CNC-Fräsmaschine (Primacon).
- Hochpräzisions-Bearbeitungszentrum zur Mikrobearbeitung
- 5-Becken-Ultraschall-Reinigungsanlage
- 8-Kanal-Laufzeitdifferenz-Messsystem für Luftschallanwendungen
- akustische Mikroskop-Systeme SASAM
- Bandsägevollautomat, Sägebereich 200 x 200 mm, Ablänggenauigkeit +/- 0,1 mm
- Bauteilvorbereitung: Innenloch-Diamantkreissäge
- Bestückungstechnik: SMD-Feinpitchbestückung
- biologisches Labor, Zellkultur
- CNC-Diamantkreissägen (Disco DAD 321)
- CNC-Drehzentrum (Weiler DZ 32 CNC); Drehdurchmesser 100 mm, Drehlänge 150 m, angetriebene Werkzeuge
- CNC-Flachbettschleifmaschine von Ziersch & Baltrusch
- CNC-Flach- und Profilschleifmaschine von Amada »Meister G3«
- CNC-Laserschneid-Schweißeinrichtung (Trumpf); YAG-Laser mit variabler Optik, Schnittbreite 200-300 µm, Schneiden von Keramik, Metallen, Hohlkörpern und Blechen, Materialstärke 5 µm-2 mm
- CNC-Mikro-Bohr-Fräs-Schleifmaschine (Kern), AB: 220 x 160 x 200 mm, schwenkbarer NC-Rundtisch, fünffachsig
- CNC-Universaldrehmaschine (Rael Meka RT 5, zyklengesteuert); Querverstellung 200 mm, Längsverstellung 600 mm, angetriebene Werkzeuge
- CNC-Universalfräsmaschine (Mikron UM 600); AB: 600 x 500 x 450 mm
- CNC-Werkzeugfräsmaschine (Korradi UW 10 CNC); AB: 500 x 300 x 400 mm
- computerunterstützte Entwicklungsumgebung für Elektronikboards (ORCAD)
- Doppler-Systeme
- Drehmaschine (Colchester Master VS 3250), Drehdurchmesser 1-200 mm, Drehlänge 650 mm
- DSP- und Microcontroller-Entwicklungsumgebung (Mikrochip, Motorola)
- Durchflussmesstechnik: Labormessstände für Durchflüsse (Speckle Tracking, Laufzeitdifferenz; flüssig: 7 m/s, DN 50/100/200; Gas: variabel bis 30 m/s, DN 200)
- Entwicklungssysteme für industrielle Bildverarbeitung (Lage, Position, OCR, Patternmatching)
- Fertigungsanlage für Ultraschallsensoren in kleiner und mittlerer Stückzahl
- Fotolithographie, Mask Aligner
- FPGA-Entwicklungsumgebung
- Gewindeschneidautomat
- Klimakammermessplatz
- konventionelle Bohr-Fräs-Drehmaschinen (inkl. Rundschleifeinrichtung)
- Kryostatmessplatz für Sensorcharakterisierung und Zero-Flow-Messungen
- Läppmaschine
- Laserinterferometermessplatz
- Luftschall-Sensorik (3D-Oberflächen-Scanner, Volumenbestimmung und Positionsdetektoren)
- Messtechnik: Pygrometer, 3D-Schallfeld-Scanner, Impedanzmessplatz, Rauheitsmessplatz, Kontaktwinkelmessgerät
- optoakustisches Labor
- Phased-Array- und Linear-Array-/Ultraschall-Entwicklungssysteme
- Plasma-Reinigungsanlage
- Polarisator
- Präzisionsdosieranlagen

EQUIPMENT

Ultrasound

- 3-axis measurement microscope including image archiving and processing
- 5-axis CNC milling machine (Primacon).
- high-precision machining centre for microprocessing
- 5-basin ultrasound cleaning facility
- 8-channel propagation time difference measurement system for airborne sound applications
- acoustic microscope system SASAM
- fully automatic band saw, sawing range 200 x 200 mm, cut-to-length accuracy ± 0.1 mm
- component preparation: inner diameter annular diamond saw
- surface mounting technology: SMD fine pitch surface mounting
- biological laboratory, cell culture
- CNC diamond saws (Disco DAD 321)
- CNC drilling centre (Weiler DZ 32 CNC); drilling diameter 100 mm, drilling length 150 mm, power-driven tools
- CNC flatbed grinding machine (Ziersch and Baltrusch)
- CNC flat and profile grinding machine Amada Meister G3
- CNC laser cutting and welding centre (Trumpf); YAG laser with variable optical system, cut width 200 - 300 μm , cuts ceramics, metals, hollow bodies and sheet metal, material thickness 5 μm – 2 mm
- CNC micro drilling-milling-grinding machine (Kern), WR: 220 x 160 x 200 mm, swivelling NC turntable, five-axis
- CNC universal lathe machine (Rael Meka RT 5, cycle-controlled); vertical adjustment 200 mm, horizontal adjustment 600 mm, power-driven tools
- CNC universal milling machine (Mikron UM 600); WR: 600 x 500 x 450 mm
- CNC tool milling machine (Korrad UW 10 CNC); WR: 500 x 300 x 400 mm
- computer-aided development environment for electronic boards (ORCAD)
- Doppler systems
- lathe (Colchester Master VS 3250), turning diameter 1-200 mm, turning length 650 mm
- DSP and microcontroller development environment (microchip, Motorola)
- flow measurement technology: laboratory measurement stations for flows (Speckle Tracking, propagation time difference; fluid: 7 m/s, DN 50/100/200; gas: variable up to 30 m/s, DN 200)
- development systems for industrial image processing (orientation, position, OCR, pattern matching)
- production system for ultrasound sensors in small and medium quantities
- photolithography, mask aligner
- FPGA development environment
- automatic thread-cutting machine
- climate chamber measurement station
- conventional drilling, milling and grinding equipment (including cylindrical grinder)
- cryostat measurement station for sensor characterization and zero-flow measurements
- lapping machine
- laser interferometer measurement station
- airborne ultrasound sensors (3D surface scanner, volumetric measurement and position detectors)
- measurement technology: pygrometer, 3D sound field scanner, impedance measurement station, surface quality measurement station, contact angle measurement device
- opto-acoustic laboratory
- phased array and linear array/ultrasound development systems
- plasma cleaning facility
- polarizer
- precision dosing systems

AUSSTATTUNG

- Präzisionsläpp- und Poliermaschinen (Wolters)
- Prüfstand für statische und dynamische Druckbelastbarkeit
- Rasterelektronenmikroskop mit EDX
- Rastersondenmikroskope (AFM, STM, MFM)
- Sandstrahlanlagen
- Schallfeldvermessungsplatz
- Single- und Multichannel-Ultraschallsysteme
- Software Finite-Elemente-Paket (ANSYS MULTIPHYSICS mit Schnittstelle zu Parasolid)
- Software für Hydrodynamiksimulationen (ANSYS FLOTRAN und CFX)
- Software PiezoCAD zum Design von Ultraschallwandlern auf Basis des KLM-Modells
- Softwareeigenentwicklung SCALP zur Schallfeldberechnung
- Softwareeigenentwicklung EVOLUTI zur Optimierung auf Basis genetischer Algorithmen
- Software AMIRA zur 3D-Bildverarbeitung und Rekonstruktion
- Sputteranlagen, PCD, PECVD, Reinraum
- Ultraschall-Messbecken (6 m x 8 m x 6 m)
- Ultraschall-Navigationssystem-Entwicklungsplattform – SonoPilot®
- Ultraschall-Sensorsysteme für die Therapiekontrolle (minimal-invasive Chirurgie, laserinduzierte Thermotheapie)
- Ultraschalluniversalmessplatz für industrielle Anwendungen (Beton, Stahl, Kunststoffe)
- Vakuumrührgerät zu Vergusszwecken
- Verbindungstechnik Elektronik: Mikrolötstation, Schwall-Lötanlage, Reflow-Lötanlage
- Verbindungstechnik/Sensortechnik: Lateral-Move-Klebesandwicher, Löt- und Bondtechnologie
- vollparametrische 3D-CAD-Systeme (SolidWorks)

EQUIPMENT

- precision lapping and polishing machines (Wolters)
- test stand for static and dynamic pressure resistance
- scanning electron microscope with EDX
- scanning probe microscopes (AFM, STM, MFM)
- sandblasting equipment
- sound field measurement station
- single and multichannel ultrasound systems
- finite element software package (ANSYS MULTIPHYSICS with interface to Parasolid)
- software for hydrodynamic simulations (ANSYS-FLOTRAN and CFX)
- software PiezoCad for the design of ultrasound transducers on the basis of the KLM model
- own development "SCALP" for the calculation of the sound fields
- own development for optimization on the basis of genetic algorithms (EVOLUTI)
- 3D image processing and reconstruction software (AMIRA)
- sputter systems, PCD, PECVD, clean room
- ultrasound measurement basin (6 m x 8 m x 6 m)
- ultrasound navigation system development platform – SonoPilot®
- ultrasound sensor systems for therapy control (minimally invasive surgery, laser-induced thermotherapy)
- ultrasound universal measurement station for industrial applications (concrete, steel, plastics)
- vacuum mixer for moulding
- joining technology in electronics: micro-soldering station, wave soldering system, reflow soldering system
- joining technology for sensors: lateral move adhesive sandwicher, soldering and bonding technology
- fully parametrical 3D CAD systems (SolidWorks)

Gehäuses und offenes Implantat im Leitprojekt Theranostische Implantate (Foto: Bernd Müller).

Sealed and open implant in the key project "Theranostic Implants" (Photo: Bernd Müller).



BIOMEDIZINTECHNIK

BIOMEDICAL

ENGINEERING

Biomedizinische Mikrosysteme

Biomedical Microsystems

Medizintechnik & Neuroprothetik

Medical Engineering & Neuroprosthetics

Die Hauptabteilung Biomedizintechnik wurde im Sommer 2015 durch Zusammenlegung der beiden Abteilungen Biomedizinische Mikrosysteme und Medizintechnik & Neuroprothetik gegründet. Beide Abteilungen arbeiten schon lange kollegial auf den Gebieten der mikrostrukturierten implantierbaren Systeme, der drahtlosen Energie- und Signalübertragung sowie der Charakterisierung von aktiven Implantaten teilweise auch in gemeinsamen Forschungsprojekten zusammen und nutzen gleiche Labore. Es war daher ein logischer und konsequenter Schritt, beide sehr erfolgreich agierenden Abteilungen unter dem Dach einer Hauptabteilung zusammenzubringen. Dadurch lassen sich Synergien in der Entwicklung, Fertigung, Charakterisierung und Applikation von miniaturisierten intelligenten medizintechnischen Systemen noch besser nutzen, die Kompetenzen weiter fokussieren und die Akquisition optimieren. Für die bisherigen Partner aus Industrie und Forschung wird durch verbesserte Qualitätsstandards und eine höhere Flexibilität die Zusammenarbeit erleichtert.

Insbesondere die Entwicklung vorhandener Technologien, ein Grundanliegen des Leitprojekts »Theranostische Implantate – zulassungsrelevante Entwicklung von Schlüsseltechnologien« der Fraunhofer-Gesellschaft, lässt sich so forcieren. Mit dem neuromuskulären Demonstrator »Myoelektrische Handprothesensteuerung« wird in diesem Leitprojekt ein implantierbares Assistenzsystem entwickelt und gefertigt, mit dem intuitiv die Finger einer Handprothese bewegt werden können und darüber hinaus dem Amputierten über ein sensorisches Feedback mit der Prothese ein Fühlen und Tasten wieder ermöglicht werden soll. Die Hauptabteilung Biomedizintechnik trägt aufgrund der umfassenden Expertise ihrer Mitarbeiter federführend zum Gelingen dieses Demonstrators bei.

Die Kompetenzen der Hauptabteilung Biomedizintechnik liegen unter anderem auf folgenden Gebieten:

- Aktive Implantate
- biomedizinische Big-Data-Anwendungen
- Biotelemetrie
- Disease Management-Systeme einschließlich klinische Expertensysteme
- Elektronik
- flexible Mikroelektroden
- Gesundheitsinformationssysteme
- implantierbare Assistenzsysteme einschließlich Neuroprothesen
- kundenspezifische Messplätze
- Mikrofluidik
- Mikrosensoren und Mikroaktuatoren
- Mikrostrukturierung
- Mikrosystemtechnik, Aufbau- und Verbindungstechnik
- Neuromonitoring einschließlich pelvines Intraoperatives Neuromonitoring
- Regulatory Affairs einschließlich Risikomanagement

Ansprechpartner

Prof. Dr. Klaus-Peter Hoffmann
Telefon: +49 (0) 6894/980-401
klaus-peter.hoffmann@ibmt.fraunhofer.de

Sekretariat
Frau Sonja Pontius
Telefon: +49 (0) 6894/980-402
sonja.pontius@ibmt.fraunhofer.de

The Main Department of Biomedical Engineering was formed in the summer of 2015 by the merging of the two departments Biomedical Microsystems and Medical Engineering & Neuroprosthetics. Both departments have been working together for a long time now as colleagues in the fields of microstructure, implantable systems, wireless energy and signal transmission as well as the characterization of active implants, sometimes also in joint research projects, and use the same laboratories. It was therefore a logical step to bring these two very successful departments under the single roof of a main department. This will improve the use of synergies in the development, production, characterization and application of miniaturized, intelligent medical engineering systems, focus competences more sharply, and optimize acquisition. Improved quality standards and greater flexibility will facilitate cooperation with existing partners in industry and research.

In particular, the development of existing technologies, which represent a fundamental concern of the Fraunhofer Society's lighthouse project "Theranostic implants – licensing-related development of key technologies", can be advanced in this way. With the neuromuscular demonstrator "myoelectric hand prosthesis control", this key project is developing and producing an implantable assistance system with which the fingers of a hand prosthesis can be moved intuitively, and which will also restore the amputee's sense of touch with the aid of a sensor feedback with the prosthesis. The main department Biomedical Engineering is making a leading contribution towards the success of this demonstrator thanks to the comprehensive expertise of its staff.

The competences of the Main Department of Biomedical Engineering lie, among other things, in the following areas:

- Active implants
- Biomedical Big Data applications
- Biotelemetry
- Disease Management Systems including clinical experts systems
- Electronics
- Flexible microelectrodes
- Health information systems
- Implantable assistance systems including neuroprostheses
- Customer-specific measurement stations
- Microfluidics
- Microsensors and microactuators
- Microstructuring
- Microsystems technology, assembly and interconnection technologies
- Neuromonitoring including pelvic, intraoperative neuromonitoring
- Regulatory Affairs including risk management

Contact

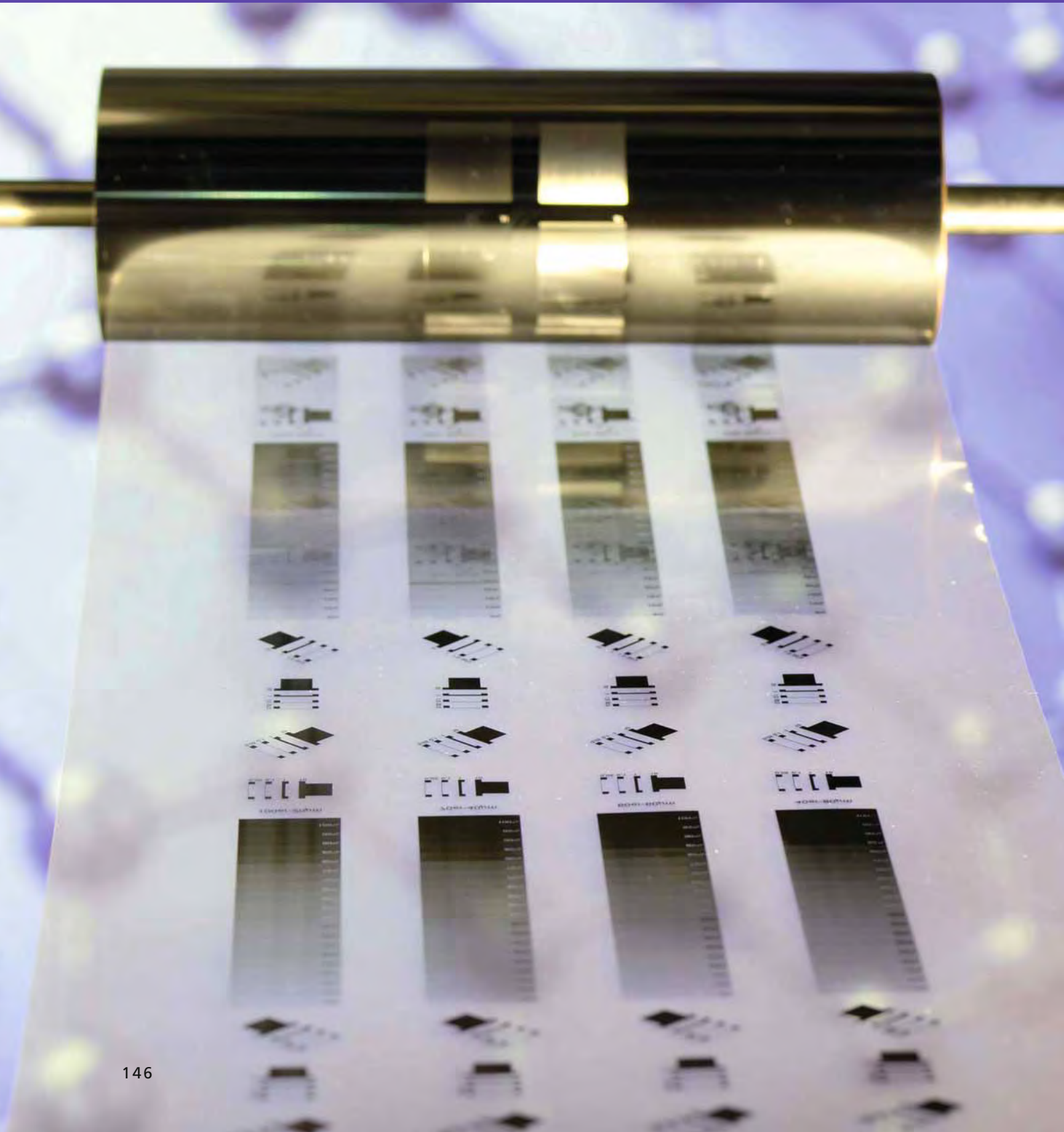
Prof. Dr. Klaus-Peter Hoffmann
Telephone: +49 (0) 6894/980-401
klaus-peter.hoffmann@ibmt.fraunhofer.de

Secretary
Ms. Sonja Pontius
Telephone: +49 (0) 6894/980-402
sonja.pontius@ibmt.fraunhofer.de

AUSGEWÄHLTE FORSCHUNGSERGEBNISSE UND ANWENDUNGEN

*BIOGRAPHY: Rolle-zu-Rolle-Herstellung von Graphen-Biosensoren
(Foto: Bernd Müller).*

*BIOGRAPHY: roll-to-roll production of graphene biosensors
(Photo: Bernd Müller).*



BIOMEDIZINISCHE MIKROSYSTEME

BIOMEDICAL MICROSYSTEMS

Angebote, Ergebnisse und Produkte der Arbeitsgruppen

Mikrosensorik & Mikrofluidik
Biotelemetrie
Aktive Implantate

**Projektbeispiel: »RamanCTC« – Identifizierung und
Charakterisierung von blutzirkulierenden Tumorzellen**

Ausstattung

Offers, results and products of the working groups

Microsensors & Microfluidics
Biotelemetry
Active Implants

**Project example: "RamanCTC" – Identification and
characterization of blood-circulating tumour cells**

Equipment

Ein Schwerpunkt der Forschungsaktivitäten der Abteilung Biomedizinische Mikrosysteme liegt auf dem Gebiet der aktiven Implantate. Hier waren die letzten Jahre geprägt von Anfragen aus der Industrie, welche die Entwicklung aktiver Implantate, die mit einem extrakorporalen Gerät kommunizieren können, zum Inhalt hatten. Meist war zudem eine drahtlose Energieversorgung des Implantats gefordert. Einerseits ist mittlerweile eine Vielzahl kommerzieller ASICs für die drahtlose Kommunikation erhältlich, was vor allem eine immer stärkere Miniaturisierung der Implantate ermöglicht. Andererseits zeigt sich immer wieder, dass dennoch eine kundenspezifische Entwicklung der Kommunikationselektronik und -software sowie eine Optimierung des Antennendesigns nötig sind, um die vom Kunden geforderte Produktspezifikation erfüllen zu können. Trotz des gestiegenen Angebots an kommerziellen Sende- und Empfangsmodulen ist für eine erfolgreiche Entwicklungsarbeit also immer noch die Kompetenz eines erfahrenen Entwicklers vonnöten. Weiterhin muss sichergestellt sein, dass schon in der Entwicklungsphase gültige Normen mit Bezug zu aktiven Implantaten eingehalten und die Entwicklungsarbeiten in angemessener Weise dokumentiert werden. Um die Bedürfnisse unserer Kunden umfassend befriedigen zu können, nutzen wir Synergien zwischen den Arbeitsgruppen Aktive Implantate, Mikrosensorik & Mikrofluidik und Biotelemetrie. Weiterhin werden die in der Hauptabteilung Biomedizintechnik vorhandenen Kompetenzen in den Themenfeldern Neuroprothetik und Neuromonitoring genutzt. Das Portfolio im Bereich der aktiven Implantate wird in Zukunft weiter ausgebaut in Hinsicht auf die Biokompatibilitäts- und Biostabilitätstestung von Implantaten, die Energie- und Datenübertragung zu Implantaten auf Basis weiterer Modalitäten wie z. B. Ultraschall und die sichere drahtlose Kommunikation mit Implantaten durch Nutzung kryptographischer Verfahren.

Einen weiteren Schwerpunkt der Abteilung bildet die Entwicklung zellbasierter Biosensoren und Bioassays. Hier verfügt die Abteilung über ein langjähriges Know-how im Bereich der Miniaturisierung, Herstellung und Integration von sensorischen und fluidischen Systemen auf Basis von Silizium, Glas oder Kunststoff. Neben den konventionellen Methoden der Mikrosystemtechnik (Lithographie, Dünnschichttechnik, Ätztechnik) setzen wir zunehmend Rolle-zu-Rolle-Prozesse ein, welche sich für eine Massenproduktion bei niedrigen Herstellkosten eignen. Dazu zählt das Rolle-zu-Rolle-Heißprägen mikrofluidischer Strukturen, das Drucken elektrisch leitfähiger Strukturen, wie beispielsweise Strukturen aus Graphen, sowie das Drucken von Proteinstrukturen im Mikrometermaßstab mit einer selbst entwickelten Proteintinte. Für das Drucken stehen sowohl Tiefdruck als auch Flexodruck zur Verfügung. Aktuelle Forschungsprojekte zielen darauf ab, komplette Biosensoren zu drucken.

Ansprechpartner

Dr. Thomas Velten

Telefon: +49 (0) 6894/980-301

thomas.velten@ibmt.fraunhofer.de

Sekretariat

Frau Sonja Pontius

Telefon: +49 (0) 6894/980-151

sonja.pontius@ibmt.fraunhofer.de

A focus of the research activities of the Biomedical Microsystems Department lies in the field of active implants. In recent years there have been many enquiries from industry with regard to the development of active implants that can communicate with an extra-corporal device. Usually, a wireless energy supply to the implant was also required. On the one hand, a wide range of commercial ASICs are now available for wireless communication, which allows, in particular, greater miniaturization of the implants. On the other hand, it repeatedly happens that a customer-specific development of the communications electronics and software as well as an optimization of the antenna design are necessary in order to fulfil the product specification required by the customer. Despite the increased availability of commercial sender and receiver modules, successful development work still demands the competence of an experienced developer. Furthermore, it must be ensured that the applicable standards with reference to active implants are observed from the very start in the development phase and that the development work is appropriately documented. In order to fulfil all the needs of our customers we use synergies between the working groups Active Implants, Microsensors & Microfluidics and Biotelemetry. We also use the competences in the Main Department of Biomedical Engineering in the theme areas of neuroprosthetics and neuro-monitoring. The portfolio in the area of active implants will be expanded in the future with regard to biocompatibility and biostability testing of implants, energy and data transfer to implants on the basis of further modalities such as, for example, ultrasound, and secure wireless communication with implants based on cryptographic methods.

Another focus area of the department is the development of cell-based biosensors and bioassays. Here the department has many years of know-how in the fields of miniaturization, production and integration of sensor and fluidic systems on the basis of silicon, glass or synthetic material. Alongside the conventional methods of microsystems engineering (lithography, thin-film technology, etching technology) we are increasingly using roll-to-roll processes which are suitable for mass production at low manufacturing costs. This includes the roll-to-roll hot embossing of microfluidic structures, the printing of electrically conductive structures such as for example graphene structures, as well as the printing of protein structures on the micrometre scale with a self-developed protein ink. Rotogravure and flexography techniques are available for printing. Current research projects are aimed at printing entire biosensors.

Contact

Dr. Thomas Velten
Telephone.: +49 (0) 6894/980-301
thomas.velten@ibmt.fraunhofer.de

Secretary
Ms. Sonja Pontius
Telephone: +49 (0) 6894/980-151
sonja.pontius@ibmt.fraunhofer.de

ANGEBOTE, ERGEBNISSE UND PRODUKTE DER ARBEITSGRUPPEN

Mikrosensorik & Mikrofluidik

- Biohybridtechnik
 - Bioimpedanzspektroskopie (in vitro und in vivo)
 - Sensorsysteme für die medizinische In-vivo-Diagnostik
 - Technologien für die schonende Charakterisierung, Bearbeitung und Handhabung von Einzelzellen
 - miniaturisierte Inkubationskammer mit integrierter Echtzeit-Videoüberwachung für Zellkultur
- Mikrofluidik und Biozell-Handlungssysteme
 - Mikrofluidiksysteme als fluidisches Interface zu Biosensoren und Biochips
 - Mikro-Injektionschips für Zellinjektionen (Nadel und Pumpe auf einem Mikrochip)
- Mikrosensoren und -aktoren
 - Massendurchflusssensoren mit integrierter Leitfähigkeitsmessung
 - Sensoren zum Messen von Filmdicken (z. B. Speichelfilmdicke im Mund)
 - miniaturisierte Systeme, ggf. mit drahtloser Ansteuerung/Datenakquisition
- Aufbau- und Verbindungstechnik
 - Packaging von Bioanalysechips und Mikroimplantaten
 - Design und Fertigung ultradünner (5-10 μm), flexibler Printed Circuit Boards mit Leiterbahnbreite $\geq 5 \mu\text{m}$
 - hybridintegrierte Schichttechniken (Dickschicht-, Dünnschichttechnik)
- Dünnschichttechnik
 - Abscheiden stressarmer Siliziumnitrid-Schichten (PECVD)
 - Abscheiden feuchteundurchlässiger Parylene-Schichten
 - Abscheiden metallischer und dielektrischer Schichten (Sputtern)
- Mikrostrukturierung
 - 3D-Rapid-Prototyping von SU-8-Fotolack mittels Femtosekundenlaser (Strukturauflösung: 300 nm)
 - Fotolithographie
 - nasschemisches Ätzen
 - Trockenätzen (RIE) von Parylene C und Polyimid, Siliziumnitrid und Siliziumdioxid
- Replikationstechnologien
 - Silikonabformung
 - rotatives Heißprägen von (fluidischen) Mikrostrukturen in großflächige, polymere Endlosfolien

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Thorsten Knoll
Telefon: +49 (0) 6894/980-350
thorsten.knoll@ibmt.fraunhofer.de

OFFERS, RESULTS AND PRODUCTS OF THE WORKING GROUPS

Microsensors & Microfluidics

- Biohybrid technology
 - bioimpedance spectroscopy (in vitro and in vivo)
 - sensor systems for medical in vivo diagnostics
 - technologies for the non-destructive characterization, processing and handling of individual cells
 - miniaturized incubation chamber with integrated real-time video monitoring for cell culture
- Microfluidics and biocell handling systems
 - microfluidic systems as a fluidic interface to biosensors and biochips
 - micro-injection chips for cell injections (needle and pump on a microchip)
- Microsensors and microactuators
 - mass flow sensors with integrated conductivity measurement
 - sensors for the measurement of film thicknesses (e. g. thickness of a film of saliva in the oral cavity)
 - miniaturized systems, as applicable with wireless actuation/ data acquisition
- Assembly and packaging technology
 - packaging of bioanalysis chips and microimplants
 - design and production of ultrathin (5-10 μm), flexible printed circuit boards with conductor width $\geq 5 \mu\text{m}$
 - hybrid-integrated film technologies (thick film, thin film technology)
- Thin-film technology
 - deposition of low-stress silicon-nitride films (PECVD)
 - deposition of water-impermeable parylene films
 - deposition of metallic and dielectric films (sputtering)
- Microstructuring
 - 3D rapid prototyping of SU-8 photo resist using femto-second laser (structural resolution: 300 nm)
 - photolithography
 - wet chemical etching
 - dry etching (RIE) of parylene C and polyimide, silicon nitride and silicon dioxide
- Replication technologies
 - silicone moulding
 - rotative hot embossing of (fluidic) microstructures in large-area, continuous polymer films

Contact

Dipl.-Ing. Thorsten Knoll
Telephone: +49 (0) 6894/980-350
thorsten.knoll@ibmt.fraunhofer.de

ANGEBOTE, ERGEBNISSE UND PRODUKTE DER ARBEITSGRUPPEN

Biotelemetrie

- Drahtlose Telemetriesysteme für
 - die Erfassung physiologischer Signale/Parameter
 - das Biomonitoring
- Ansteuerung medizinischer Implantate
- Verwendung verschiedener Technologien
 - induktiv (RFID-Technik)
 - optisch, auch transkutane IR-Übertragung
 - Funk (Bluetooth)
- Entwicklung größenoptimierter Sensor-, Aktor- und Kommunikationselektronik
- Entwicklung von Elektronik speziell für biomedizinische Implantate
- Optimierung von Spulengeometrien für die drahtlose Kommunikation und die simultane drahtlose Energieübertragung
- Entwicklung von Antennen zur Datenübertragung (MICS-Band)

Ansprechpartner

Dr. Carsten Müller

Telefon: +49 (0) 6894/980-139

carsten.mueller@ibmt.fraunhofer.de

Aktive Implantate

- Konzeption, Design, Entwicklung und Prototypenbau von aktiven Implantatsystemen
- Anwendungsbeispiele in der Dental- und Orthopädietechnik, in Elektrostimulation und Sensorik
- Konstruktion und Elektronikentwicklung (Hardware und Firm-/Software) in Kooperation mit den Arbeitsgruppen Biotelemetrie und Mikrosensorik & Mikrofluidik
- leistungsfähige Energieversorgung von und sichere Kommunikation mit Implantaten
- Kapselung von aktiven Implantaten (starr und flexibel)
- In-vitro-Test der Biokompatibilität und Biostabilität
- Anwendung ausgereifter als auch Entwicklung neuer Technologien und Methoden
- Testung in house und in Kooperation mit zertifizierten Testhäusern
- technische Dokumentation und Risikomanagement
- Kooperation mit zertifizierten Medizintechnikherstellern und -dienstleistern

Anwendungsbeispiele und Kompetenzen

- Dentalimplantat zur Anregung der Speichelproduktion
- Dentalimplantat zur oralen Medikamentenabgabe
- langzeitimplantierbarer Hirndrucksensor
- Shuntsystem zur Hydrozephalus-Therapie
- aktives Implantat für Therapie und Rehabilitation von Wirbelsäulenerkrankungen
- drahtlose Ansteuerung eines Implantats zur Elektrostimulation von Nerven/Muskeln

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Andreas Schneider

Telefon: +49 (0) 6894/980-125

andreas.schneider@ibmt.fraunhofer.de

OFFERS, RESULTS AND PRODUCTS OF THE WORKING GROUPS

Biotelemetry

- wireless telemetry systems for
 - the assessment of physiological signals/parameters
 - biomonitoring
- control of medical implants
- use of various technologies
 - inductive (RFID technology)
 - optical, also transcutaneous IR transmission
 - wireless (Bluetooth)
- development of size-optimized sensor, actuator and communications technology
- development of electronics especially for biomedical implants
- optimization of coil geometries for the wireless communication and the simultaneous wireless energy transmission
- development of antennae for data transmission (MICS band)

Contact

Dr. Carsten Müller
Telephone: +49 (0) 6894/980-139
carsten.mueller@ibmt.fraunhofer.de

Active Implants

- conception, design, development and prototyping of active implant systems
- application examples in dental and orthopaedic technology, in electrostimulation and sensor technology
- design and electronic development (hardware and firmware/software) in cooperation with the working groups Biotelemetry and Microsensors & Microfluidics
- efficient powering of and secure communication with implants
- encapsulation of active implants (rigid and flexible)
- in vitro testing of biocompatibility and biostability
- application of mature and development of new technologies and methods
- testing in house and in cooperation with certified test institutes
- technical documentation and risk management
- cooperation with certified medical technology manufacturers and service providers

Application examples and competences

- dental implant to stimulate saliva production
- dental implant to administer oral medication
- long-term implantable intracranial pressure sensor
- shunt system for hydrocephalus therapy
- active implant for therapy and rehabilitation of spine disorders
- wireless control of an implant for electrostimulation of nerves/muscles

Contact

Dipl.-Ing. Andreas Schneider
Telephone: +49 (0) 6894/980-125
andreas.schneider@ibmt.fraunhofer.de

PROJEKTBEISPIEL: »RAMANCTC« – IDENTIFIZIERUNG UND CHARAKTERISIERUNG VON BLUTZIRKULIERENDEN TUMORZELLEN

Ausgangssituation

Für viele zelldiagnostische Untersuchungen ist eine Einzelzell-diagnostik nötig. Besonders herausfordernd sind diese Untersuchungen, wenn sie eine hohe Zellzahl umfassen. Ein im Rahmen des Projekts »RamanCTC« adressiertes Anwendungsbeispiel ist das Erkennen und Zählen zirkulierender Tumorzellen in einer definierten Menge Blut. Die mengenmäßige Veränderung von Tumorzellen im peripheren Blut über die Zeit ist ein wichtiger Indikator zur Bewertung des Erfolgs der Tumorthherapie und für das Abschätzen einer Prognose für den Patienten. Es steht heute eine Vielzahl moderner Methoden und Hochdurchsatzverfahren der Molekularbiologie, Mikroskopie und molekularen Bildgebung für die Einzelzellanalyse zur Verfügung. Allerdings ist es vor der Untersuchung der Zellen erforderlich, einzelne Zellen zu isolieren. Zu den Standardverfahren einer qualitativen und quantitativen Bestimmung von Zellen gehören Zellsortierer mit und ohne Fluoreszenzaktivierung. Diese Verfahren liefern für im Blut zirkulierende Tumorzellen jedoch keine zufriedenstellenden Ergebnisse.

Lösung

Im Rahmen des Projekts »RamanCTC« erfolgt die Identifizierung von Tumorzellen mit Hilfe der Methode der Raman-Spektroskopie. Das Fraunhofer IBMT stellt dazu neue Mikrochips zur Verfügung, die einen hohen Zelldurchsatz erlauben, indem sie die ortsgenaue Positionierung einer sehr hohen Anzahl von Zellen und damit deren quasi-parallele Untersuchung ermöglichen. Aktuell kommen Chips zum Einsatz, mit denen sich ca. 200 000 Zellen innerhalb von weniger als zwei Minuten in einem regelmäßigen zweidimensionalen Raster anordnen lassen. Die exakt positionierten Einzelzellen befinden sich auf

einer ca. 1 µm dicken und optisch transparenten Membran aus Siliziumnitrid. Untersuchungen haben gezeigt, dass sich diese Membranen hervorragend für die Raman-Spektroskopie eignen. Sie erzeugen im Raman-Spektrum lediglich einen sehr schwachen und zudem wenig strukturierten Untergrund, der sich leicht aus dem Raman-Spektrum herausrechnen lässt.

Potenzial

Mit den beschriebenen Mikrochips können Tumorzellen direkt nach der Erythrozyten-Entfernung aus Blut mit bisher unerreichter Geschwindigkeit und Genauigkeit isoliert und angeordnet werden. Dies führt zu einer Reduktion der Kosten für die Diagnostik und Therapie, da durch die Quantifizierung und Charakterisierung der zirkulierenden Zellen eine zeitnahe Therapieanpassung erfolgen kann. Da die Zellpositionierung sehr schonend erfolgt, lässt sie sich auch einsetzen, um Einzelzellen nach erfolgter Charakterisierung vom Chip zu entnehmen und einer weiterführenden Verwendung oder Untersuchung zuzuführen.

Projektförderung

BMBF 13N12687

Projektpartner: TILL I.D. GmbH, Institut für Photonische Hochtechnologien e.V., Universitätsklinikum Jena, ALS Automated Lab Solutions GmbH, microfluidic ChipShop GmbH, Fraunhofer IBMT.

Ansprechpartner

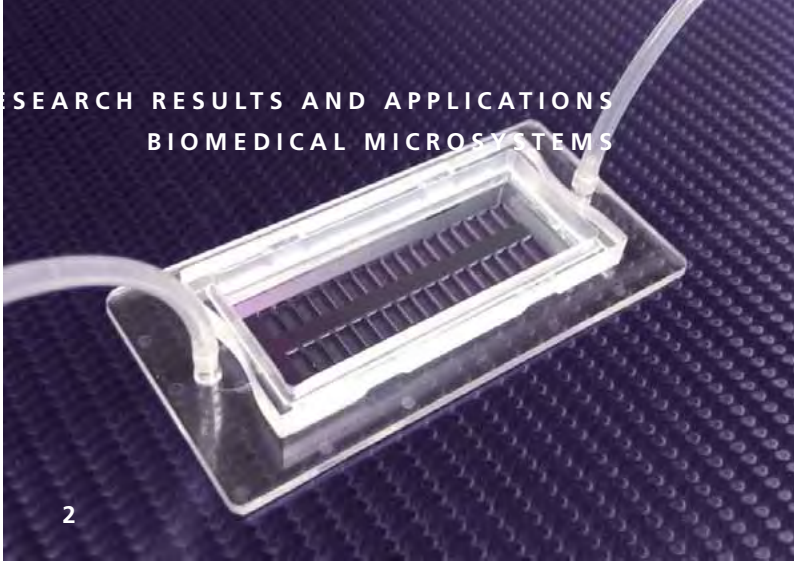
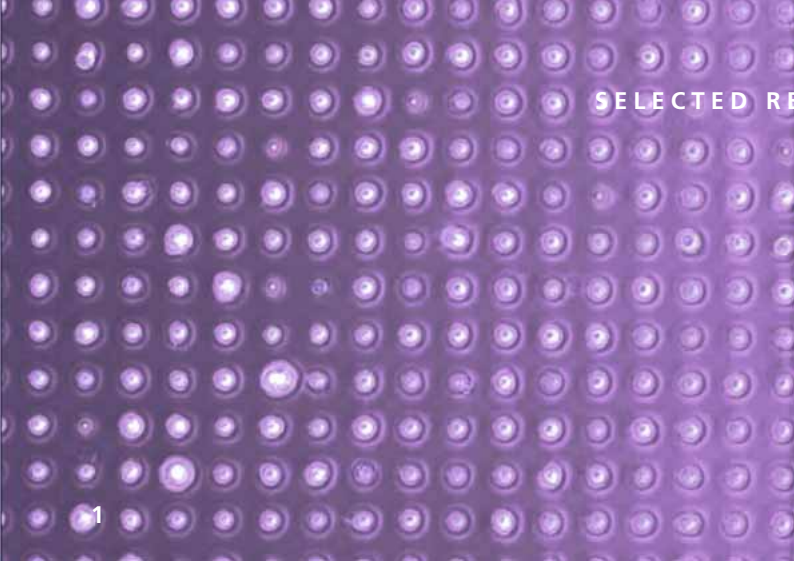
Dipl.-Ing. Thorsten Knoll

Telefon: +49 (0) 6894/980-350

thorsten.knoll@ibmt.fraunhofer.de

1 *Mikroskopaufnahme von positionierten Zellen.*

2 *Mikrochip in Spritzgusskassette mit Fluidikanschlüssen.*



PROJECT EXAMPLE: "RAMANCTC" – IDENTIFICATION AND CHARACTERIZATION OF BLOOD-CIRCULATING TUMOUR CELLS

Starting situation

For many cell-diagnostic investigations, an individual-cell diagnosis is necessary. These investigations are particularly challenging when they involve a large number of cells. An application example addressed within the framework of the project "RamanCTC" is the recognition and counting of circulating tumour cells in a defined quantity of blood. The quantitative change of tumour cells in the peripheral blood over time is an important indicator for the evaluation of the success of tumour therapy and for the estimation of a prognosis for the patient. Today there is a wide range of modern methods and high-throughput processes in molecular biology, microscopy and molecular imaging for the individual cell analysis.

However, before the cells can be investigated, it is necessary to isolate individual cells. The standard methods for qualitative and quantitative determination of the cells include cell sorters with and without fluorescence activation. These methods do not, however, deliver satisfactory results for tumour cells circulating in the blood.

Solution

Within the framework of the project "RamanCTC" the identification of tumour cells is being carried out with the aid of Raman spectroscopy. For this purpose the Fraunhofer IBMT has provided new microchips that make a high cell throughput possible by allowing the precise positioning of a very high number of cells and thus their quasi-parallel investigation. Chips are currently being used with which around 200,000 cells can be arranged in less than two minutes in a regular, two-dimensional grid. The exactly positioned individual cells

are on a transparent membrane of silicon nitride which is about 1 μm thick. Studies have shown that these membranes are ideal for Raman spectroscopy. In the Raman spectrum they generate only a very weak and barely structured background which can be easily filtered out of the Raman spectrum.

Potential

With the microchips described, tumour cells can be isolated and arranged directly after the erythrocyte removal from blood with unprecedented speed and precision. This leads to a reduction in the costs for diagnosis and therapy as the quantification and characterization of the circulating cells allows prompt adjustment of the therapy. As the cell positioning does not cause any damage, the technique can also be used to take individual cells from the chip after characterization for further use or investigation.

Project funding

BMBF 13N12687
Project partner: TILL I.D. GmbH, Institut für Photonische Hochtechnologien e.V., Universitätsklinikum Jena, ALS Automated Lab Solutions GmbH, microfluidic ChipShop GmbH, Fraunhofer IBMT.

Contact

Dipl.-Ing. Thorsten Knoll
Telephone: +49 (0) 6894/980-350
thorsten.knoll@ibmt.fraunhofer.de

1 Microscope image of positioned cells.

2 Microchip in injection moulding case with fluidic connections.

AUSSTATTUNG

Mikrosystemtechnik

Designwerkzeuge

- Designwerkzeuge für Maskenlayout
- 3D-Konstruktion
- Schaltungslayout für Siebdruck

Beschichtung/Mikrostrukturierung

- Vollständige Fotolithographie mit Resistprozessor und doppelseitigem Mask Aligner für die Mikrostrukturierung
- Trockenätzanlage (RIE) für Siliziumwafer sowie auch für Kunststoffsubstrate
- Prozessanlage für anisotropes Ätzen von Silizium
- Dünnfilmprozessanlagen (Sputtern, PECVD)
- Abscheideanlage für Parylene C
- Laser zum Bohren und Schneiden (z. B. von Silizium oder Aluminiumoxid-Keramik)
- Labor für Replikationstechnologien (Silikonabformung)
- Zugriff auf 3D-Rapid-Prototyping

Aufbau- und Verbindungstechnik

- Die-Bonder
- Ball-Wedge-Bonder
- anodischer Bonder
- Hybrid-Laborlinie

Messtechnik/Analytik

- Rasterelektronenmikroskop (REM, EDX)
- Rastersondenmikroskop (SPM, AFM)
- 3D-Konfokalmikroskop
- Impedanzmessplatz mit Solartron SI 1260, SI 1287, SI 1294

Folienbasierte Mikrosystemtechnik

- Heißpräganlage
- Anlage zum rotativen Heißprägen großflächiger Folien (Rolle-zu-Rolle)
- Anlage zum rotativen Drucken von Proteinen (Rolle-zu-Rolle)
- Folienlaminator

Biotelemetrie/Elektronik/Soft- und Firmware

- Telemetrie-Labor mit der Ausstattung zur professionellen Elektronikentwicklung und Vermessung, wie digitale HF-Oszilloskope, programmierbare Netzgeräte, Spektrumanalysatoren, Präzisionsmultimeter, etc.
- Entwurfswerkzeuge zur Entwicklung elektronischer Schaltungen (Mentor Graphics, OrCAD, Solid Works)
- Entwicklungswerkzeuge zur Programmierung verschiedener 8-, 16-, und 32-bit-Microcontroller und FPGAs
- Softwarelabor
- Simulationswerkzeuge zur Simulation elektromagnetischer Systeme
- Zugriff auf Finepitch-SMD-Bestückung und Dampfphasenlötanlage

Teststände zur Charakterisierung aktiver Implantate

- Teststände zum Erfassen des Einflusses von Gewebe auf die drahtlose Kommunikation und die drahtlose Energieübertragung
- kalibrierte Messgeräte
- Kooperationen mit Testhäusern
- Aufbau spezieller Teststände

EQUIPMENT

Microsystem Technology

Design tools

- design tools for mask layout
- 3D construction
- circuit layout for screen printing

Coating/microstructuring

- complete photolithography with resist processor and double-sided mask aligner for microstructuring
- dry etching (RIE) of silicon wafers as well as for plastic substrates
- process equipment for anisotropic etching of silicon
- thin film process plant (sputtering, PECVD)
- Parylene C coater
- laser for drilling and cutting (e. g. silicon or aluminium oxide ceramics)
- laboratory for replication technologies (silicone moulding)
- access to 3D rapid prototyping

Assembly and packaging technologies

- die bonder
- ball-wedge bonder
- anodic bonder
- hybrid laboratory line

Measurement Technology/Analysis

- scanning electron microscope (SEM, EDX)
- scanning probe microscope (SPM, AFM)
- 3D confocal microscope
- impedance measurement station with Solartron SI 1260, SI 1287, SI 1294

Foil-based Microsystem Technology

- hot embossing equipment
- equipment for rotative hot embossing of large area foils (reel to reel)
- equipment for rotative printing of proteins (reel to reel)
- foil laminator

Biotelemetry/Electronics/Software and Firmware

- telemetry lab equipped with instrumentation for professional electronics development and measurement, e.g. digital HF oscilloscopes, programmable power supply units, spectrum analyzers, precision multimeters, etc.
- design tools for the development of electronic circuits (Mentor Graphics, OrCAD, Solid Works)
- development tools for the programming of various 8, 16 and 32-bit microcontrollers and FPGAs
- software laboratory
- simulation tools for simulation of electromagnetic systems
- access to fine pitch SMT assembly and vapour phase soldering system

Test Stands for Characterization of Active Implants

- test stands for detecting the effect of tissue on wireless communication and wireless energy transmission
- calibrated measuring instruments
- cooperation with test institutes
- setup of special test stands

AUSGEWÄHLTE FORSCHUNGSERGEBNISSE UND ANWENDUNGEN

Smartphone-App im Projekt iManageCancer (Foto: Bernd Müller).

Smartphone app in the project iManageCancer (Photo: Bernd Müller).



MEDIZINTECHNIK & NEUROPROTHETIK

MEDICAL ENGINEERING & NEUROPROSTHETICS

Angebote, Ergebnisse und Produkte der Arbeitsgruppen

Neuromonitoring
Neuroprothetik
Silikontechnologie
Gesundheitsinformationssysteme

Projektbeispiel: »Fatigue Risk« – Smartes Sensornetzwerk zur Vigilanzanalyse von Piloten bei Langstreckenflügen

Ausstattung

Offers, results and products of the working groups

Neuromonitoring
Neuroprosthetics
Silicone Technology
Health Information Systems

Project example: "Fatigue Risk" – Smart sensor network for vigilance analysis of pilots on long-distance flights

Equipment

Die Kernkompetenzen der Abteilung Medizintechnik & Neuroprothetik liegen auf den Gebieten der Entwicklung, Fertigung und Anwendung intelligenter implantierbarer Assistenzsysteme einschließlich komplexer Gesundheitsinformationssysteme. Sie bietet damit den gesamten Bereich von der implantierbaren Mikroelektrode bis hin zu IKT-Infrastrukturen an, wobei in diesem Gesamtangebot Fragen des Regulatory Affairs einschließlich eines entwicklungsbegleitenden Risikomanagements eingeschlossen sind. Alle erforderlichen technologischen Voraussetzungen und Labore sind vorhanden.

Der Fokus der Arbeitsgruppe Neuromonitoring liegt in der Gerätetechnik und Methodik der messtechnischen Erfassung, Konditionierung und Übertragung bioelektrischer Potenziale. Einbezogen werden auch Vitalparameter, die durch neuronale Strukturen beeinflussbar sind (wie z. B. Temperatur, Blutdruck, Atmung, Augenbewegungen, Hautleitwert usw.). Damit ergeben sich Fragestellungen im Bereich der Sensorik, Signalverarbeitung, Datenübertragung und Signalanalyse. Ein weiterer Ansatz liegt bei der Einbeziehung geeigneter Stimulatoren für den Aufbau von Closed-Loop-Systemen. So lassen sich auch Netzwerke unterschiedlicher energieautarker verteilter Aktuatoren und Sensoren aufbauen, beispielsweise für die Vigilanzanalyse von Piloten bei Langstreckenflügen (KF2267414GM2) oder für das Intraoperative Neuromonitoring (01EZ0722).

Zu den Forschungsarbeiten der Arbeitsgruppe Neuroprothetik zählen die Entwicklung, Fertigung und Charakterisierung implantierbarer Mikroelektroden, deren Anwendung neue Felder der Neuroprothetik zu erschließen hilft. Die Anwendung der Mikrosystemtechnik ermöglicht die Herstellung ultraleichter, flexibler Mikroimplantate aus biokompatiblen Materialien zur Multikontaktierung von Nerven und zur Ansteuerung implantierbarer Assistenzsysteme. So entstanden in der Arbeitsgruppe beispielsweise Interfaces zur Stimulation der Retina (01IN501H4), des vestibulären Systems (EU225929) sowie für bidirektionale Anwendungen zur intuitiven motorischen Steuerung von Handprothesen einschließlich eines sensorischen Feedbacks (16SV3697).

Der Schwerpunkt der Arbeitsgruppe Silikontechnologie liegt auf der Optimierung und Funktionalisierung von PDMS-Strukturen. Damit werden Aktuatoren und Sensoren für die Medizintechnik mit völlig neuen Eigenschaften und Applikationen möglich. Beispiele hierfür sind All-Polymer-Elektroden, die sich aufgrund der optimierten mechanischen Eigenschaften besonders für den Einsatz in der Muskulatur eignen (16SV5367).

Die Arbeitsgruppe Gesundheitsinformationssysteme entwickelt persönliche Gesundheitssysteme und intelligente Assistenten für Senioren und chronisch Kranke, Telemedizinssysteme und Disease-Management-Plattformen mit integrierter Entscheidungsunterstützung sowie innovative IKT-Infrastrukturen für die klinische Forschung und Big-Data-Anwendungen zur semantischen medizinischen Informationsextraktion und -analytik. Beispiele erfolgreicher Entwicklungen der Gruppe bilden der »Personal Health Manager« für chronisch Kranke, die Biobanksystemlösung »eurocryoDB« zum Management von Biomaterialressourcen oder das ontologiebasierte Studienmanagementsystem »ObTiMA«. Ferner arbeitet die Arbeitsgruppe an intelligenten, ad-hoc vernetzten, plug-and-play-fähigen Medizingeräten und Sensoren und repräsentiert das Institut in der Fraunhofer-Allianz Big Data.

Ansprechpartner

Prof. Dr. Klaus-Peter Hoffmann
Telefon: +49 (0) 6894/980-401
klaus-peter.hoffmann@ibmt.fraunhofer.de

Sekretariat
Frau Sonja Pontius
Telefon: +49 (0) 6894/980-402
sonja.pontius@ibmt.fraunhofer.de

The core competences of the Medical Engineering & Neuroprosthetics Department lie in the fields of development, manufacturing and application of intelligent, implantable assistance systems including complex health information systems. It thus offers the whole range, from the implantable microelectrode, right up to IKT infrastructures, whereby this overall offer also covers Regulatory Affairs including a development-accompanying risk management system. All of the necessary technologies and laboratories are available.

The focus of the working group Neuromonitoring lies in device technology and methodology for the measurement, conditioning and transmission of bioelectric potentials. This also includes vital parameters that can be influenced by neuronal structures (e. g., temperature, blood pressure, breathing, eye movements, skin conductance etc.). This gives rise to questions in the area of sensors, signal processing, data transmission and signal analysis. Another approach involves the use of suitable stimulators to build up closed-loop systems. This will allow the development of different energy-autonomous networks of distributed actuators and sensors, for example for the vigilance analysis of pilots on long-distance flights (KF2267414GM2) or for intraoperative neuromonitoring (01EZ0722).

The research work of the working group Neuroprosthetics includes the development, manufacturing and characterization of implantable microelectrodes, whose use will open up new fields in neuroprosthetics. The use of microsystems technology allows the production of ultralight, flexible microimplants made of biocompatible materials for multicontacting of nerves and for the control of implantable assistance systems. The working groups developed, for example, interfaces for the stimulation of the retina (01IN501H4), and of the vestibular system (EU225929) as well as for bidirectional applications for the intuitive motor control of hand prostheses including sensor feedback (16SV3697).

The focus of the working group Silicone Technology lies in the optimization and functionalization of PDMS structures, This will make actuators and sensors for medical engineering possible with completely new properties and applications. Examples of this include all-polymer electrodes, whose optimized mechanical properties make them especially suitable for use in the musculature (16SV5367).

The working group Health Information Systems develops personal health systems and intelligent assistants for senior citizens and chronically ill persons, telemedicine systems and disease management platforms with integrated decision support, as well as innovative IKT infrastructures for clinical research, and big-data applications for semantic medical information extraction and analysis. Examples of successful developments of the group include the "Personal Health Manager" for the chronically ill, the biobank system solution "eurocryoDB" for the management of biomaterial resources, or the ontology-based study management system "ObTiMA". The working group is also working on intelligent, ad-hoc, networked, plug and play-capable medical devices and sensors, and represents the institute in the Fraunhofer alliance Big Data.

Contact

Prof. Dr. Klaus-Peter Hoffmann
Telephone: +49 (0) 6894/980-401
klaus-peter.hoffmann@ibmt.fraunhofer.de

Secretary
Ms. Sonja Pontius
Telephone: +49 (0) 6894/980-402
sonja.pontius@ibmt.fraunhofer.de

ANGEBOTE, ERGEBNISSE UND PRODUKTE DER ARBEITSGRUPPEN

Technologie

- Kundenspezifisches Design, Fertigung und Charakterisierung flexibler implantierbarer Mikroelektroden aus Polyimid unterschiedlichster Bauform (z. B. Cuff, Schaft, Sieb, Faden, Array) und Anwendung (z. B. peripherer Nerv, ECoG, Retina, Vestibularis, Muskulatur)
- Beschichtung der Elektrodenoberfläche zur Verringerung der Impedanz und Erhöhung der maximal übertragbaren Ladung
- Evaluierung der Langzeitzuverlässigkeit von Implantaten (Kapselungsmaterialien, Elektrodenschichten und Zuleitungen)
- Hybridassemblierung und Kapselung biomedizinischer Mikroimplantate
- Maskendesign für 2D- und 3D-Mikroelektroden
- Fertigung von Mikroimplantaten mit integrierter Elektronik
- Entwicklung trockener Oberflächenelektroden inklusive Materialtests und Untersuchungen bzgl. des Übertragungsverhaltens
- Design und Herstellung von Ableitungs- und Stimulations-schaltungen
- Kapselung beliebiger Strukturen und Geometrien mit Parylen
- Rapid Prototyping (3D-Drucker, 3D-Scanner)
- Entwicklung und Fertigung autarker verteilter Sensoren und Aktuatoren

Methodik

- Aufbau kundenspezifischer Messplätze zum Nachweis der Langzeitstabilität implantierbarer Strukturen
- Eye-Tracking für Usability-Untersuchungen und Leseverhalten (Highspeed- und helmbasiertes System)
- Erfassung und Analyse von Augenbewegungen, Blickpfad und Fixationsdauer für unterschiedliche Anwendungen (z. B. während des Fahrens von Fahrzeugen, Werbung, Design, etc.)

- Methoden- und Geräteentwicklung für die klinische Neurophysiologie und Psychologie einschließlich neuer Verfahren der Signalanalyse wie z. B. Online-Beat-to-Beat-Bestimmung der Pulswellenlaufzeit, Herzfrequenzvariabilität, usw.
- Systementwurf von Neuroprothesen
- Thermographie bei technischer und biologischer Fragestellung
- Vigilanzuntersuchungen und Erfassung von Gefühlen im Fahrsimulator
- Untersuchung von Implantatmaterialien unter physiologischen Bedingungen und beschleunigter Alterung
- Entwicklung von Stimulationsmustern, Ableitsystemen, Materialtests
- Charakterisierung von Mikroelektroden, Materialeigenschaften von Oberflächenelektroden, Langzeitverhalten von Oberflächenelektroden

Beratung

- Beratung bezüglich biokompatibler Beschichtungs- und Kapselungsmaterialien (Polyimid, Parylen, Silikon) und organischer Elektrodenmaterialien
- technische Assistenz für elektrophysiologische Messungen in vitro, in vivo und human
- Untersuchungen zur funktionellen Elektrostimulation und Neuromodulation an peripheren Nerven
- Implantattechnologie und Erstellung von Implantationstools für Mikroimplantate
- Risikomanagement, Qualitätssicherung sowie Nachweis der Biokompatibilität und Langzeitstabilität
- Vorbereitung und Betreuung klinischer Studien

OFFERS, RESULTS AND PRODUCTS OF THE WORKING GROUPS

Technology

- customer-specific design, manufacturing and characterization of flexible, implantable polyimide microelectrodes in a wide range of construction forms (e. g., cuff, shaft, sieve, thread, array) and application (e. g., peripheral nerve, ECoG, retina, vestibularis, musculature)
- coating of the electrode surface to reduce impedance and increase the reversible charge injection capacity
- evaluation of the long-term reliability of implants (encapsulation materials, electrode layers and supply lines)
- hybrid assembly and encapsulation of biomedical microimplants
- mask design for 2D and 3D microelectrodes
- manufacturing of microimplants with integrated electronics
- development of dry surface electrodes including material tests and investigations of the transmission behaviour
- design and manufacturing of recording and stimulation circuits
- encapsulation of random structures and geometries with parylene
- rapid prototyping (3D printer, 3D scanner)
- development and manufacturing of autonomous, distributed sensors and actuators

Methodology

- development of customer-specific measurement stations for the verification of the long-term stability of implantable structures
- eye-tracking for usability tests and reading behaviour (high-speed and helmet-based system)
- registration and analysis of eye movements, vision path and fixation duration for different applications (e. g., while driving vehicles, advertising, design etc.)

- development of methods and equipment for clinical neurophysiology and psychology including new methods of signal analysis such as online beat-to-beat determination of the pulse transit time, heart rate variability etc.
- system design of neuroprostheses
- thermography in the case of technical and biological issues
- vigilance investigations and registration of emotions in the drive simulator
- examination of implant materials under physiological conditions and accelerated aging
- development of stimulation patterns, recording systems, material tests
- characterization of microelectrodes, material properties of surface electrodes, long-term behaviour of surface electrodes

Consulting

- consulting on biocompatible coating and encapsulation materials (polyimide, parylene, silicone) and organic electrode materials
- technical assistance for electrophysiological measurements in vitro, in vivo and human
- investigations on functional electrostimulation and neuromodulation at peripheral nerves
- implant technology and elaboration of implantation tools for microimplants
- risk management, quality assurance and verification of the biocompatibility and long-term stability
- preparation and monitoring of clinical studies

ANGEBOTE, ERGEBNISSE UND PRODUKTE DER ARBEITSGRUPPEN

Gesundheitsinformationssysteme

- Semantische Integration von heterogenen biomedizinischen Datenquellen
- Langzeitarchivierungslösungen für die digitale Medizin
- semantische Suchmaschinen in der Medizin
- biomedizinische Big-Data-Anwendungen
- klinische Expertensysteme, Entscheidungsunterstützungssysteme, multivariante Datenanalyse und Biostatistik
- Telemedizinplattformen für unterversorgte, ländliche Regionen und Epidemiologie
- Informationssysteme für Biobanken und deren Vernetzung
- integrierte Informationssysteme für klinische und epidemiologische Studien
- Disease Management-Systeme für die häusliche und mobile Gesundheitsversorgung von Risikopatienten, älteren und behinderten Menschen
- gesundheitliche Präventions- und Rehabilitationssysteme
- smarte, vernetzte medizinische Geräte und intelligente Umgebungen
- medizinische Kommunikationsstandards (HL7, POCT1A, ICD10, XML, CDISK, etc.)
- Nahfeldortungs- und Lokalisierungssysteme, Asset-Tracking und -Management
- biomedizinische Computer-Vision-Lösungen

Ansprechpartner

Neuromonitoring

Dipl.-Ing. Roman Ruff
Telefon: +49 (0) 6894/980-176
roman.ruff@ibmt.fraunhofer.de

Neuroprothetik

Dr. Wigand Poppendieck
Telefon: +49 (0) 6894/980-170
wigand.poppendieck@ibmt.fraunhofer.de

Silikontechnologie

Prof. Dr. Klaus-Peter Hoffmann
Telefon: +49 (0) 6894/980-401
klaus-peter.hoffmann@ibmt.fraunhofer.de

Gesundheitsinformationssysteme

Dipl.-Inform. Stephan Kiefer
Telefon: +49 (0) 6894/980-156
stephan.kiefer@ibmt.fraunhofer.de

OFFERS, RESULTS AND PRODUCTS OF THE WORKING GROUPS

Health Information Systems

- semantic integration of heterogeneous biomedical data sources
- long-term archiving solutions for digital medicine
- semantic search engines in medicine
- biomedical big data applications
- clinical expert systems, decision-supporting systems, multi-variant data analysis and biostatistics
- telemedicine platforms for underserved, rural regions and epidemiology
- information systems for biobanks and their networking
- integrated information systems for clinical and epidemiological studies
- disease management systems for domestic and mobile healthcare provision for risk patients, elderly and disabled persons
- health prevention and rehabilitation systems
- smart, networked medical devices and intelligent environments
- medical communication standards (HL7, POCT1A, ICD10, XML, CDISK, etc.)
- near field location and localization systems, asset tracking and management
- biomedical computer vision solutions

Contact

Neuromonitoring

Dipl.-Ing. Roman Ruff
Telephone: +49 (0) 6894/980-176
roman.ruff@ibmt.fraunhofer.de

Neuroprosthetics

Dr. Wigand Poppendieck
Telephone: +49 (0) 6894/980-170
wigand.poppendieck@ibmt.fraunhofer.de

Silicone Technology

Prof. Dr. Klaus-Peter Hoffmann
Telephone: +49 (0) 6894/980-401
klaus-peter.hoffmann@ibmt.fraunhofer.de

Health Information Systems

Dipl.-Inform. Stephan Kiefer
Telephone: +49 (0) 6894/980-156
stephan.kiefer@ibmt.fraunhofer.de

PROJEKTBEISPIEL: »FATIGUE RISK« – SMARTES SENSOR- NETZWERK ZUR VIGILANZANALYSE VON PILOTEN BEI LANGSTRECKENFLÜGEN

Ausgangssituation

Eine Umfrage der Pilotenvereinigung ECA unter 6 000 europäischen Piloten ergab, dass mehr als ein Drittel der Piloten im Cockpit vor Erschöpfung geschlafen hat. Wenn man bedenkt, dass 70-80 % der Piloten aus Angst vor Disziplinarmaßnahmen ihre Flugunfähigkeit in einem »Fatigue report« nicht angeben würden, ergibt sich angesichts der Zahlen die Notwendigkeit, die subjektiven Verfahren zu objektivieren. Im Bereich der kommerziellen Luftfahrt fordert der Gesetzgeber ein »Fatigue Risk Management« zur Beurteilung der Vigilanz von Piloten. Der Einsatz herkömmlicher Messtechnik ist hierbei wegen der Bewegungseinschränkung der Piloten und der Notwendigkeit für medizinisches Begleitpersonal weder ökonomisch noch praktikabel.

Lösung

Ein smartes Sensornetzwerk zur Schlaf- und Vigilanzanalyse von Piloten bei Langstreckenflügen wurde gemeinsam mit den Partnern SIGMA Medizin-Technik GmbH, DeMeTec GmbH und der Cargolux Airlines International SA im Rahmen des Projekts »Fatigue Risk« (BMWl, FKZ KF2267414GM2) entwickelt und unter einsatznahen Bedingungen evaluiert. Anhand der Erfassung müdigkeitsrelevanter Parameter kann eine objektive Beurteilung der Vigilanz der Piloten erfolgen. Da die Vigilanz entscheidend die Leistungsfähigkeit beeinflussen kann, ist ihr Monitoring von großer Bedeutung und kann damit einen wesentlichen Beitrag zur Erhöhung der Flugsicherheit darstellen. Das am Fraunhofer IBMT hierzu entwickelte kabellose

Sensornetzwerk besteht aus drei Sensorknoten zur Erfassung der Aktivität sowie der Vital- und Umgebungsparameter. Funkbasiert werden die Daten zeitsynchron zu einem Master (z. B. Tablet) übermittelt, der die Verarbeitung, Analyse, Darstellung und Speicherung übernimmt und eine Intervention, wie z. B. die Ausgabe eines Wecksignals, auslösen kann. Die Übertragung erfolgt konform dem Bluetooth Low Energy (BLE) Standard.

Potenzial

Das System zur Erfassung und Bewertung der Vigilanz im Cockpit ist konkurrenzlos, da kein vergleichbares Produkt auf dem Markt erhältlich ist. Einschlafen im Cockpit kann zu fatalen Unfällen führen. Ein Monitoring und eine frühe Rückmeldung solcher Aufmerksamkeitsveränderungen können helfen, Unfälle und entsprechende Folgen zu vermeiden. Ein einfaches und artefaktsicheres Monitoring ist hierfür bisher nicht verfügbar. Die vorgestellte Sensornetzwerk-Infrastruktur kann auch für weitere Anwendungsbereiche angepasst werden. Hierzu zählen das Ambient Assisted Living, der Home Care-Sektor sowie die Mensch-Technik-Interaktion. Ziel wird es sein, ein völlig rückwirkungsfreies Monitoringsystem bei gleichzeitig zuverlässiger Interpretation der Signale und einer hohen Usability im Langzeiteinsatz bereitzustellen.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Roman Ruff
Telefon: +49 (0) 6894/980-176
roman.ruff@ibmt.fraunhofer.de

1 Evaluierung des Messsystems zur Erfassung und Bewertung der Vigilanz bei Piloten im Cockpit.

2 Messungen auf dem Rollfeld zur Beurteilung der Stabilität der Funkverbindung im Sensornetzwerk unter anwendungsnahen Bedingungen.



PROJECT EXAMPLE: "FATIGUE RISK" – SMART SENSOR NETWORK FOR VIGILANCE ANALYSIS OF PILOTS ON LONG-DISTANCE FLIGHTS

Starting situation

A survey carried out by the European Cockpit Association (ECA) on 6,000 European pilots showed that more than one third of the pilots had fallen asleep in the cockpit due to exhaustion. If one considers that 70-80% of the pilots would not file a fatigue report or declare to be unfit to fly for fear of disciplinary action, the figures show the necessity of objectivising the subjective procedures. In the commercial aviation sector the legislator demands a "Fatigue Risk Management" system to assess the vigilance of pilots. The use of conventional measurement technology is neither economically feasible nor practicable due to the restrictions it would put on pilots' movements and the necessity of accompanying medical personnel.

Solution

A smart sensor network for sleep and vigilance analysis of pilots on long-distance flights was developed in collaboration with the partners SIGMA Medizin-Technik GmbH, DeMeTec GmbH and Cargolux Airlines International SA within the framework of the project "Fatigue Risk" (BMW, FKZ KF2267414GM2) and evaluated under realistic conditions. By registering tiredness-relevant parameters it is possible to make an objective assessment of the pilots' vigilance. As vigilance can have a decisive influence on performance, vigilance monitoring is very important and can make a major contribution towards increasing flight safety. The wireless sensor network developed for this purpose at the Fraunhofer IBMT is made up of three sensor nodes to register activity as well as the vital and environmental parameters. The data are transmitted wirelessly on a time-synchronized basis to a master (e. g. tablet)

which carries out the processing, analysis, representation and storage, and can trigger an intervention, e.g. a wake-up alarm. The transmission takes place in conformance with the Bluetooth Low Energy (BLE) standard.

Potential

The system for monitoring and evaluation of vigilance in the cockpit is unrivalled as there is no comparable product on the market. Falling asleep in the cockpit can lead to fatal accidents. Monitoring and early reporting of such changes in alertness can help to avoid accidents and the related consequences. Up to now there is no simple and reliable system available for this. The sensor network infrastructure presented can also be adapted for other applications. This includes Ambient Assisted Living, the Home Care sector as well as man-machine interaction. The aim will be to provide a completely non-reactive monitoring system with reliable interpretation of the signals and high usability in long-distance operation.

Contact

Dipl.-Ing. Roman Ruff
 Telephone: +49 (0) 6894/980-176
 roman.ruff@ibmt.fraunhofer.de

1 Evaluation of the measurement system for the monitoring and evaluation of vigilance of pilots in the cockpit.

2 Measurements on the manoeuvring area to assess the stability of the wireless connection in the sensor network under realistic conditions.

AUSSTATTUNG

Technologie

- Entwurfswerkzeuge zur Entwicklung flexibler Substrate mit integrierten Elektroden für Neuroimplantate (CAD: LASI, elektromechanische Simulation: FlexPDE)
- Mitnutzung des institutseigenen Reinraums zur Fertigung und Assemblierung von Neuroimplantaten mit minimaler Strukturgröße von ca. 5 µm (Lithographie, Metallabscheidung, reaktives Ionenätzen, Polyimidofen, Parylene C-Abscheidung, Bonder)
- Labor zur Assemblierung
- Kapselung (Parylene, Silikon) von Elektroden, Kabeln und Implantaten; Herstellung von Gussformen
- messtechnisches Labor zur elektrochemischen, optischen und mechanischen Charakterisierung von Elektroden, insbesondere Untersuchung von Feldverteilungen bei Mikroelektroden, elektrische Impedanzspektroskopie, Stabilität unter mechanischer Belastung und Aufnahme von Leckströmen
- elektrotechnisches Labor zur Entwicklung und Fertigung verteilter Sensorik und Aktuatorik einschließlich Entwurfswerkzeuge zur Entwicklung analoger und digitaler Schaltungen und Systeme für die physiologische Messtechnik und Elektrostimulation
- »Rapid Prototyping« mittels 3D-Drucker und 3D-Scanner
- Labor zur Be- und Verarbeitung von Silikonstrukturen einschließlich der gezielten Optimierung von deren Eigenschaften durch biologische Funktionalisierung der Oberflächen und das Einbringen spezieller Füllstoffe

Methodik

- Labor zur Entwicklung und Anwendung von Geräten und Methoden der klinischen Neurophysiologie einschließlich Eye-Tracking und Thermographie
- Fahrsimulator zur Beurteilung des Fahrverhaltens und des Zustands eines Fahrzeugführers über die Dynamik erfasster Vitalparameter
- 3D-Messplatz zur Erfassung und Beurteilung von Bewegungsabläufen einschließlich 16-kanaliger Erfassung des EMG und dessen drahtloser Übertragung
- Mikrocontroller-Entwicklungsplätze
- Entwicklungsumgebungen für funkbasierte Ortungssysteme
- Softwareentwicklungswerkzeuge für PC- und Handy-/PDA-Anwendungen in Java, C/C++/C#; Datenbankenentwicklungstools (Oracle, SQL-Server, Intersystems Caché)
- Geräte und Kommunikationseinrichtungen zum drahtlosen kontinuierlichen Patienten-Monitoring
- Server und Datenbanken
- kryptografische Anwendungen

EQUIPMENT

Technology

- design tools for development of flexible substrates with integrated electrodes for neural implants (CAD: LASI, electromechanical simulation: FlexPDE)
- co-utilization of the IBMT clean room for fabrication and assembly of neuroimplants with minimum structural size of approx. 5 μm (lithography, metal deposition, reactive ion etching, polyimide oven, parylene C deposition, bonder)
- laboratory for assembly
- encapsulation (parylene, silicone) of electrodes, cables and implants; fabrication of moulds
- measurement laboratory for electrochemical, optical and mechanical characterization of electrodes, particularly investigation of field distributions for microelectrodes, electrical impedance spectroscopy, stability under mechanical stress and leakage current measurement
- electrotechnical laboratory for development and fabrication of distributed sensors and actuators, including design tools for development of analogue and digital circuits and systems for physiological measurement technology and electrical stimulation
- rapid prototyping with 3D printer and 3D scanner
- laboratory for processing of silicone structures including directed optimization of their properties by biological surface functionalization and integration of special filling materials

Methodology

- laboratory for development and application of devices and methods of clinical neurophysiology including eye-tracking and thermography
- drive simulator for evaluation of driving behaviour and condition of the driver using dynamically acquired vital parameters
- 3D measurement station for acquisition and evaluation of motion sequences including 16-channel recording of the EMG with wireless transmission
- microcontroller development stations
- development environments for wireless-based positioning systems
- software development tools for PC and smart phones applications in Java, C/C++/C#; database development tools (Oracle, SQL server, InterSystems Caché)
- devices and communication facilities for wireless, continuous patient monitoring
- servers and databases
- cryptographic applications

Automatisiertes Arbeiten an Zellkulturen (Foto: Bernd Müller).

Automated work on cell cultures (Photo: Bernd Müller).



FAKTENTEIL

FACTS SECTION

Personalia

Messe- und Veranstaltungsspiegel

Wissenschaftliche Veröffentlichungen

Promotionen, Diplom-, Master- und Bachelorarbeiten
Wissenschaftliche Publikationen und Vorträge
Patente

Staff

Fairs and events

Scientific publications

Doctorates, diploma, master and bachelor theses
Publications and presentations
Patents

PERSONALIA STAFF

Nachruf Stefan Lessel

Das Fraunhofer IBMT musste im Jahr 2015 den Tod seines langjährigen Mitarbeiters Herrn Stefan Lessel beklagen. Stefan Lessel verstarb am 29. April 2015 völlig unerwartet im Alter von 49 Jahren. Er hinterlässt eine Tochter und einen Sohn. Herr Lessel hat in den fast 20 Jahren in unserem Hause die uneingeschränkte Achtung und Anerkennung seiner Vorgesetzten und Kollegen erworben. Wir haben ihn als einen kompetenten, zuverlässigen, sehr hilfsbereiten, ehrlichen und freundlichen Kollegen kennengelernt und sein plötzlicher Tod macht uns sehr traurig. Das Fraunhofer IBMT wird ihn als überaus sympathischen Kollegen in Erinnerung behalten.



Obituary Stefan Lessel

In 2015 the Fraunhofer IBMT lost a long-term colleague, Mr. Stefan Lessel due to death. Stefan Lessel died unexpectedly on the 29th of April 2015 at the age of 49. He is survived by a daughter and son. In almost 20 years with the Fraunhofer IBMT, Mr. Lessel enjoyed the unrestricted respected recognition of his superiors and colleagues. We came to know him as a competent, reliable, very helpful, honest and friendly colleague, and his sudden death makes us very sad. The Fraunhofer IBMT will remember him as an extremely valuable and likeable colleague.

MESSE- UND VERANSTALTUNGSSPIEGEL FAIRS AND EVENTS

ArabLab 2015

23.-26.03.2015, Dubai, Vereinigte Arabische Emirate
Stand 537, THIEMT
Labor der Zukunft/Fraunhofer IBMT auf Messestand THIEMT

Hannover Messe 2015

13.-17.04.2015, Hannover
Halle 13 Stand E30
Fraunhofer IBMT auf dem Fraunhofer-Gemeinschaftsstand
Maritime Technologien

"Business Meets Research"-Forum 2015

Luxinnovation
21.05.2015, Esch-Belval, Luxemburg
Labor der Zukunft/Fraunhofer IBMT

ACHEMA 2015

15.-19.06.2015, Frankfurt
Halle 5.1 Stand D89 und im Freigelände F1 vor Halle 4
Fraunhofer IBMT auf dem Saarland-Gemeinschaftsstand der
saar.is – saarland.innovation & standort e.V.
und im Freigelände F1 vor Halle 4

66. IAA PKW 2015

17.-27.09.2015, Frankfurt
Halle 4.0 Stand D27
Fraunhofer IBMT auf dem Stand Technologiemarketing
Saarland

2015 IEEE International Ultrasonics Symposium (IUS)

21.-24.10.2015, Taipei, Taiwan
Taipei International Convention Center (TICC)

MEDICA 2015

16.-19.11.2015, Düsseldorf
Halle 10 Stand F05
Fraunhofer IBMT auf dem Fraunhofer-Gemeinschaftsstand

WISSENSCHAFTLICHE VERÖFFENTLICHUNGEN SCIENTIFIC PUBLICATIONS

Promotionen, Diplom-, Master-, Bachelorarbeiten Doctorates, diploma, master and bachelor theses

Promotionen / Doctorates

Dörr, Daniel

»Laseroptische Methoden zur Untersuchung von intra- und extrazellulären Eisbildungsprozessen im Hinblick auf Schädigungsmechanismen bei der Kryokonservierung therapeutisch relevanter Zellen«

Universität des Saarlandes

Masterarbeiten / Master theses

Angel, Stephanie

»Simulation von suboptimalen Lagerungsbedingungen und deren Einfluss auf die mononukleären Zellen des peripheren Blutes«

Hochschule Kaiserslautern

Amelin, Dmitry

»Design and Evaluation of a Closed-loop Controller for an Inductive Transcutaneous Energy Supply of a Myoelectric Prosthetic Implant«

Fachhochschule Lübeck

Elberskirch, Linda

»Photodynamische Therapie des Gallengangkarzinoms – Ein neuer nanopartikulärer Ansatz«

Hochschule Kaiserslautern

Jungmann, Markus

»Entwicklung und Fertigung von All-Polymer-Elektroden«

Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes

Reuther, Andrea

»Modelle zur Simulation der elektrischen Eigenschaften von biologischen Geweben in ausgewählten Frequenzbereichen«

Hochschule RheinMain Rüsselsheim

Rustemeier, Julia

»Endosomolytische HSA-Nanopartikel zum Virus-freien Gentransfer«

Universität des Saarlandes

Bachelorarbeiten / Bachelor theses

Babicz, Heiko

»Etablierung eines Tumormodells auf der Chorion-Allantois-Membran des Hühnerembryos«

Hochschule Kaiserslautern

Herzog, Marius

»Augmented Reality-basierte Anwendung zur Medikamentenverwaltung durch Patienten und medizinisches Personal«

Hochschule Kaiserslautern

Mathei, Laura

»Aufbau und Evaluierung eines automatisierten Messplatzes zur Erfassung der Charge Injection Capacity«

Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes

Rohe, Jan Eric

»Entwurf und Aufbau eines Messadapters für das Großsignalverhalten von Feldeffekttransistoren«

Hochschule Kaiserslautern

Scheffe, Nina

»Vergleichende Untersuchungen zur Interaktion von polymeren Nanopartikeln mit Epithelzellen«

Hochschule Mannheim

Schwarz, Michael

»Rolle-zu-Rolle-Druck von wässrigen biokompatiblen Substanzen auf Kunststoffolie«

Hochschule Kaiserslautern

Timmermann, Maria

»Dickschichttechnologie auf Silikonsubstraten für die Implantatherstellung«

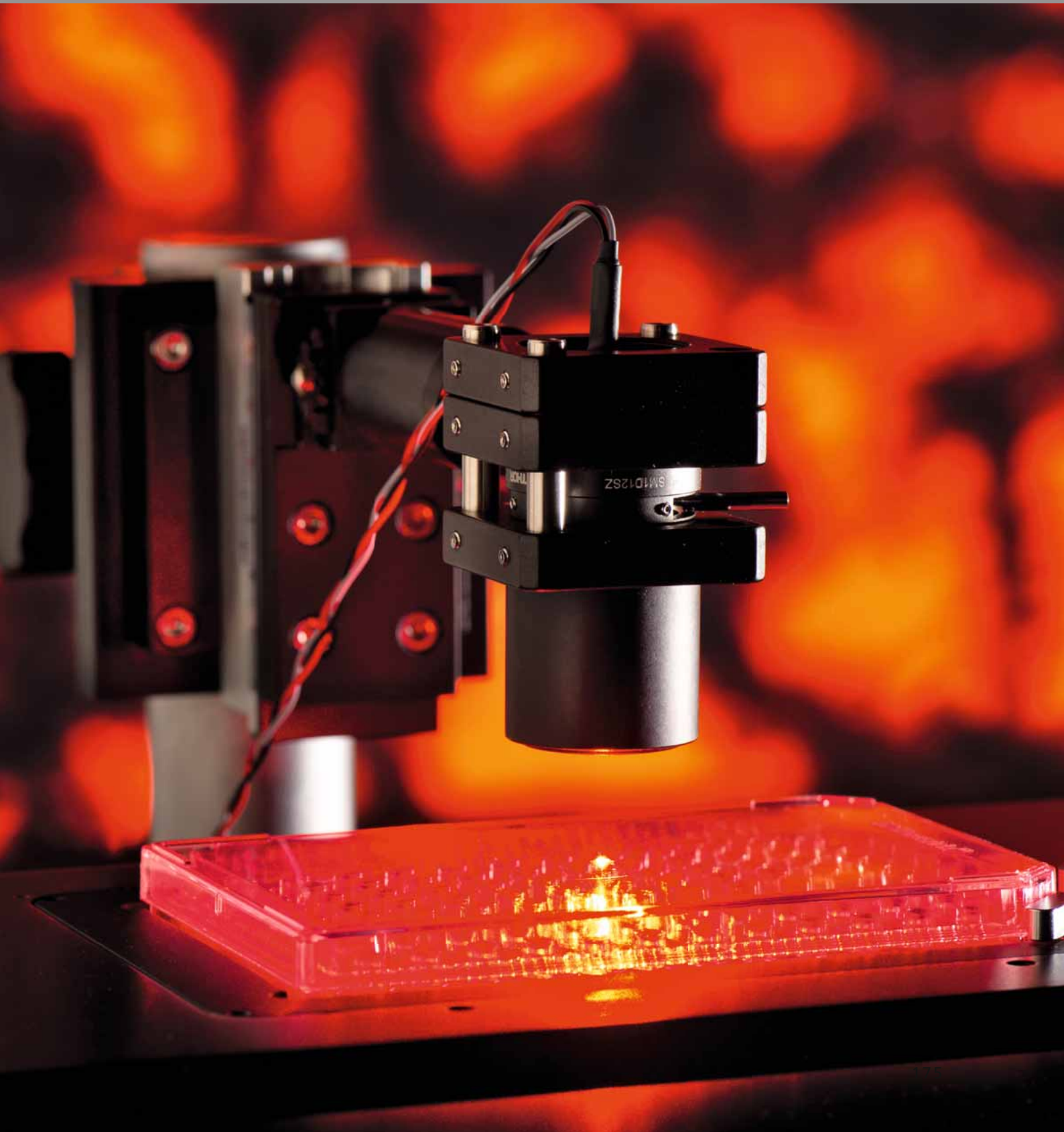
Hochschule Kaiserslautern

In der Summe wurden am IBMT 1 Promotion, 6 Masterarbeiten sowie 7 Bachelorarbeiten abgeschlossen.

In total, 1 doctorate, 6 master theses and 7 bachelor theses were completed at the IBMT.

*Gerät zur Untersuchung von kontrahierenden Kardiomyozyten-
sphäroiden basierend auf der Analyse von Speckle-Mustern
(Foto: Bernd Müller).*

*Cardiomyocyte body contraction reader based on speckle analysis
(Photo: Bernd Müller).*



WISSENSCHAFTLICHE PUBLIKATIONEN UND VORTRÄGE

PUBLICATIONS AND PRESENTATIONS

1. Beiträge in Fachzeitschriften

Articles in journals

- Abuja, P. M.; Ehrhart, F.; Schön, U.; Schmidt, T.; Stracke, F.; Dallmann, G.; Friedrich, T.; Zimmermann, H.; Zatloukal, K.
„Alterations in Human Liver Metabolome during Prolonged Cryostorage“.
BIOCRATES LifeSciences AG, J. Proteome Res., 14 (7), 2758–2768 (2015)
DOI: 10.1021/acs.jproteome.5b00025
- Beyer, S.; Moosmann, A.; Kahnt, A. S.; Ulshöfer, T.; Parnham, M. J.; Ferreirós, N.; Wagner, S.; Wacker, M. G.
„Drug Release and Targeting: The Versatility of Polymethacrylate Nanoparticles for Peroral Administration Revealed by Using an Optimized In Vitro-Toolbox“.
Pharmaceutical Research 32:3986-3998 (2015)
DOI: 10.1007/s11095-015-1759-2
- Berger, S.; Wallat, K.; Gepp, M. M.; Le Harzic, R.; Zimmermann, H.; Stracke, F.; Epple, M.
„Alginat-Hydrogele, beschichtet mit Calcium-phosphat-Nanopartikeln durch elektrophoretische Abscheidung“.
BioNanoMaterials 16, 102 (2015)
DOI: 10.1515/bnm-2015-9005
- Borgognoni, C. F.; Mormann, M.; Qu, Y.; Schäfer, M.; Langer, K.; Öztürk, C.; Wagner, S.; Chen, C.; Zhao, Y.; Fuchs, H.; Riehemann, K.
„Reaction of Human Macrophages on Protein Corona covered TiO₂ Nanoparticles“.
Nanomedicine, 11, 275-282 (2015)
- Djuzenova, C.; Fiedler, S. V.; Memmel, S.; Katzer, A.; Hartmann, S.; Krohne, G.; Zimmermann, H.; Scholz, C.-J.; Polat, B.; Flentje, M.; Sukhorukov, V. L.
„Actin Cytoskeleton Organization, Cell Surface Modification and Invasion Rate of 5 Glioblastoma Cell Lines differing in PTEN and p53 Status“.
Experimental Cell Research 330 (2), 346-357 (2015)
DOI: 10.1016/j.yexcr.2014.08.013
- Fournelle, M.; Tretbar, S.
„Optoakustische Bildgebung“.
Der Radiologe, Ausgabe 11 (2015)
- Garmendia, L.; Izagirre, U.; Soto, M.; Lermen, D.; Koschorreck, J.
„Combining Chemical and Biological Endpoints, a Major Challenge for Twenty-first Century's Environmental Specimen Banks“.
Environmental science and pollution research international: ESPR 22 (3), 1631-1634 (2015)
- Hoffmann, K.-P.; Abu-Saleh, L.; Cardona Audi, J. M.; Dietl, H.; Frank, H.; Gail, A.; Kaniusas, E.; Krautschneider, W. H.; Lewis, S.; Meiners, T.; Ruff, R.; Russold, M. F.; Schroeder, D.; Westendorff, S.
„Implantierbares myoelektrisches Assistenzsystem zur intuitiven Steuerung einer bionischen Handprothese“.
Orthopädie Technik 05/15, 36-40 (2015)
- Ihmig, F. R.; Shirley, S. G.; Zimmermann, H.
„Batch Screening of Commercial Serial Flash-memory Integrated Circuits for Low-temperature Applications“.
Cryogenics, Volume 71, October, 39-46 (2015)
DOI: 10.1016/j.cryogenics.2015.05.005
- Latorre, I.; Leidinger, P.; Backes, C.; Domínguez, J.; Souza-Galvão, M. L. de; Maldonado, J.; Prat, C.; Ruiz-Manzano, J.; Sánchez, F.; Casas, I.; Keller, A.; von Briesen, H.; Knobel, H.; Meese, E.; Meyerhans, A.
„A Novel Whole-blood miRNA Signature for a Rapid Diagnosis of Pulmonary Tuberculosis“.
European Respiratory Journal 45 (4), 1173-1176 (2015)
- Linz, U.; Hupert, M.; Santiago-Schübel, B.; Wien, S.; Stab, J.; Wagner, S.
„Transport of Treosulfan and Temozolomide across an In-Vitro Blood-Brain-Barrier Model“.
Anticancer Drugs, Aug, 26(7):728-36 (2015)
DOI: 10.1097/CAD.0000000000000238
- Look, J.; Wilhelm, N.; von Briesen, H.; Noske, N.; Günther, C.; Langer, K.; Gorjup, E.
„Ligand-modified Human Serum Albumin Nanoparticles for Enhanced Gene Delivery“.
Molecular Pharmaceutics (2015)
DOI: 10.1021/acs.molpharmaceut.5b00153
- Meiser, I.; Müller, S. C.; Ehrhart, F.; Shirley, S. G.; Zimmermann, H.
„A New Validation Method for Clinical Grade Micro-encapsulation: Quantitative High-speed Video Analysis of Alginate Capsule“.
Microsystem Technologies 21 (1), 75-84 (2015)
- Mettler, E.; Zimmermann, U.; Hansen, T.; Ehrhart, F.; Zimmermann, H.; Weber M. M.
„Poloxamer 188 as a Supplement to Barium Cross-linked Ultra-high Viscosity Alginate for Immunoisolation of Transplanted Islet Cells“.
Metabolomics 5: 157 (2015)
DOI:10.4172/2153-0769.1000157
- Mohrhardt, E.; Schmitt, D.; Gorjup, E.; Howitz, S.; Zimmermann, H.; Fuhr, G.
„A Novel Fully Automated Incubation, Manipulation and Documentation System for the Avian Embryogenesis“.
J Biotechnol Biomater 5, 202, 30.09.2015
DOI:10.4172/2155-952X.1000202
- Moszkowski, T.; Poppendieck, W.; Hoffmann, K.-P.
„Automatic Detection of Charge Injection Capacity in Platinum Electrodes based on the Shape of Electrode Potential“.
Current Directions in Biomedical Engineering [Issue], Proceedings 1-2 (2015)
- Muceli, S.; Poppendieck, W.; Negro, F.; Yoshida, K.; Hoffmann, K.-P.; Butler, J. E.; Gandevia, S. C.; Farina, D.
„Accurate and Representative Decoding of the Neural Drive to Muscles in Humans with Multi-Channel Intramuscular Thin-Film Electrodes“.
The Journal of Physiology, Vol. 593, Issue 17, 3789-3804 (2015)
- Öri, M.; Bost, W.; Fournelle, M.
„Analytical Calibration of Linear Transducer Arrays for Photoacoustic Tomography“.
Proc. of SPIE, Vol. 9539 (2015)
- Pielot, R.; Kohl, S.; Manz, B.; Rutten, T.; Weier, D.; Tarkowska, D.; Rolcik, J.; Strnad, M.;

Volke, F.; Weber, H.; Weschke, W.
„Hormone-mediated Growth Dynamics of the Barley Pericarp as revealed by Magnetic Resonance Imaging and Transcript Profiling“.
Journal of Experimental Botany Advance Access, Aug, 14: 1-17 (2015)
DOI: 10.1093/jxb/erv397

Poppendieck, W.; Muceli, S.; Dideriksen, J.; Rocon, E.; Pons, J. L.; Farina, D.; Hoffmann, K.-P.
„A New Generation of Double-Sided Intramuscular Electrodes for Multi-Channel Recording and Stimulation.“
37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, Proceedings, 7135-7138 (2015)
978-1-4244-9270-1/15

Stracke, F.; Kreiner-Möller, A.; Zimmermann, H.
„Laser Scanning Microscopy in Cryobiology“.
Cryopreservation and Freeze-Drying Protocols, 3rd edition, Vol. 1257 (2015)
DOI: 10.1007/978-1-4939-2193-5_8

2. Weitere Publikationen (u. a. Rezensionen, Lexikon-, Konferenzbeiträge, Vorträge, Abstracts, Poster), nicht peer-reviewed
Further publications (including reviews, lexicon and conference contributions, presentations, abstracts, posters) not peer-reviewed

Afshar, M.; Leber, M.; Poppendieck, W.; König, K.; Seidel, H.; Feili, D.
„On-Chip Impedance Trimming of Transparent and Flexible ITO Electrodes by Laser Induced Nanocuts“.
Poster anlässlich des MikroSystemTechnik Kongresses
in Karlsruhe (Baden-Württemberg),
26.-28.10.2015

Berger, S.; Wallat, K.; Gepp, M. M.; Le Harzic, R.; Zimmermann, H.; Stracke, F.; Epple, M.
„Alginate Hydrogels, Coated with Calcium Phosphate Nanoparticles by an Electrophoretic Deposition Method“.

Vortrag anlässlich der 27. European Conference on Biomaterials
in Krakau (Polen), 30.08.-03.09.2015

Berger, S.; Wallat, K.; Gepp, M. M.; Le Harzic, R.; Zimmermann, H.; Stracke, F.; Epple, M.
„Alginate-Hydrogele, beschichtet mit Calciumphosphat-Nanopartikeln durch elektrophoretische Abscheidung“.
Vortrag anlässlich der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Biomaterialien
in Freiburg (Baden-Württemberg),
12.-14.11.2015

Conrad, A.; Schröter-Kermani, C.; Rüther, M.; Uhlig, S.; Bartel-Steinbach, M.; Lermen, D.; Göen, T.; Kolossa-Gehring, M.
„The German Environmental Specimen Bank – Further Insight into Inter-individual Variation in Human Biomonitoring Data“.
Beitrag anlässlich des 25th Annual Meeting of the International Society for Exposure Science
in Henderson (Nevada/USA), 18.-22.10.2015

Daumann, S.; Wallat, K.; Gepp, M.; Le Harzic, R.; Zimmermann, H.; Stracke, F.; Epple, M.
„Alginate Hydrogels, Coated with Calcium Phosphate Nanoparticles“.
Poster anlässlich der DGBM Jahrestagung
in Freiburg (Baden-Württemberg),
12.-14.11.2015

Degel, C.; Somogy, G.; Becker, F.-J.; Bost, W.; Fournelle, M.; Tretbar, S.; Speicher, D.
„Radial-looking Endoscopic Probe Based on Annular-Ring Transducer Arrangement for Optoacoustic and Ultrasound Imaging“.
Vortrag anlässlich des International Congress on Ultrasonics
in Metz (Frankreich), 11.-14.05.2015

Diesing, J. P.; Moszkowski, T.; Ruff, R.; Mertins, A.
„Evaluation of a Skin-to-Electrode Impedance Measuring System“.
Vortrag anlässlich der Studierendentagung Medizintechnik auf dem BioMedTec Wissenschaftscampus
in Lübeck (Schleswig-Holstein) 2015

Dorner, S.; Schröter-Kermani, C.; Lermen, D.; Bartel-Steinbach, M.; Kolossa-Gehring, M.; Göen, T.
„Zeitliche Entwicklung und aktueller Stand der Bleibelastung junger Erwachsener in Deutschland“.
Poster und Vortrag anlässlich der 55. Wissenschaftlichen Jahrestagung DGAUM
in München (Bayern), 18.-20.03.2015

Ehrhardt, M.; Becker, F.-J.; Motzki, F.; Speicher, D.; Degel, C.
„Concept for a High-resolution Real-time Capable 3D Sonar Camera for Deep Sea Operation“.
Vortrag anlässlich der Underwater Acoustics Conference 2015
in Platania (Griechenland), 21.-26.06.2015

Fischer, B.; Gepp, M. M.; Schulz, A.; Zimmermann, H.; Gentile, L.
„Towards a Novel Alginate-based Scaffold System for Cardiac Tissue Engineering“.
Vortrag anlässlich der World Conference on Regenerative Medicine
in Leipzig (Sachsen), 21.-23.10.2015

Fournelle, M.
„Aktuelle Entwicklungen in der Optoakustik“.
Vortrag anlässlich der Radiology Round am DKFZ
in Heidelberg (Baden-Württemberg), 23.01.2015

Fournelle, M.; Bost, W.; Tretbar, S.
„Combined Real-time Ultrasound Plane Wave Compounding and Linear Array Optoacoustics“.
Vortrag anlässlich der ECBO 2015
in München (Bayern), 21.-25.06.2015

Fournelle, M.; Bost, W.; Tretbar, S.
„Optoacoustic Systems and Applications“.
Vortrag anlässlich der DGBMT Annual Conference
in Lübeck (Schleswig-Holstein), 16.-18.09.2015

Gepp, M. M.
„Hydrogel-based Interfaces for the Cultivation of Human Stem Cells for Applications in Tissue Engineering“.
Vortrag anlässlich des Symposiums Cells meet Surface 3
in Braunschweig (Niedersachsen), 06.-07.05.2015

Gepp, M. M.; Meiser, I.; Fischer, B.; Zimmermann, H.:
„Integration von Automatisierungshardware in zellbiologischen Workflows im Kontext der regenerativen Medizin“.

Vortrag anlässlich des 20-jährigen Firmenjubiläums der GeSiM mbH
in Dresden (Sachsen), 29.-30.09.2015

Günther, M.; Bartscherer, T.; Georgii, J.; Hewener, H.; Kipshagen, T.; Ojdanic, D.; Kocev, B.; Lotz, J.; Olesch, J.; Rothlübbers, S.; Schwenke, M.; Speicher, D.; Tretbar, S.
„Towards MR-guided Biopsy outside the MR-Scanner: Information Fusion Based on Simultaneous Ultrasound-MR Imaging and Real-time Motion Tracking“.

Vortrag anlässlich der CURAC 2015 -Jahrestagung CURAC – Deutsche Gesellschaft für Computer- und Roboterassistierte Chirurgie e. V.
in Bremen (Bremen), 17.-19.09.2015

Hewener, H.; Tretbar, S.
„Mobile Ultrasound Plane Wave Beamforming on iPhone or iPad using Metal-based GPU Processing“.

Vortrag anlässlich des International Congress on Ultrasonics 2015
in Metz (Frankreich), 11.-14.05.2015

Hoffmann, K.-P.
„Biologisch-technische Schnittstellen in der Neuroprothetik“.
Vortrag anlässlich des Neujahrseminars 2015 als öffentlicher medizinisch-technischer Themenabend, VDE und VDI Köln
in Köln (Nordrhein-Westfalen), 19.01.2015

Jakob, A.; Rohrbach, D.; Tretbar, S.; Mamou, J.
„500MHz Micro-machined Single-element Transducer for Acoustic Microscopy of Biological Tissue“.
Vortrag anlässlich des International Congress on Ultrasonics 2015
in Metz (Frankreich), 11.-14.05.2015

Jenne, J.; Rothlübbers, S.; Schwaab, J.; Tretbar, S.; Günther, M.
„Ultrasound and MR-Tracking for Intra-fractional Motion Compensation in Radiation Therapy“.

Vortrag anlässlich des 4D Treatment Planning Workshop 2015, 7th International Workshop for Planning and Delivery of Radiotherapy to Non-static Targets
in Dresden (Sachsen), 26.-27.11.2015

Keminer, O.; Neubauer, J.; Meiser, I.; Leu, J.; Braendl, B.; Prondzynski, M.; Fischer, R.; Müller, F. J.; Gribbon, P.; Zimmermann, H.; Pless, O.
„An Automated iPSC-based Test Platform (DropTech®) for Toxicity Assessment of Small Molecule Compounds in Early Stage Drug Discovery“.
Poster anlässlich der ISSCR 2015
in Stockholm (Schweden), 24.-27.06.2015

Knoll, T.; Bergmann, A.; Nußbaum, D.
„Fabrication of Microfluidic Chips using Lithographic Patterning and Adhesive Bonding of the Thick Negative Photoresist AZ 125 nXT“.
Poster und Proceedings anlässlich der Konferenz 7th SPIE Microtechnologies, Conference 9517A Smart Sensors, Actuators and MEMS VII
in Barcelona (Spanien), 04.-06.05.2015

Kohl, Y.; Wick, P.; Ellinger, B.; Büchel, C.; Apel, P.; Emmerling, C.; Boariu, A.; Bürki-Turnherr, T.; Aengenheister, L.; Schmidt, M.; Scholz, F.; Straskraba, S.; Grün, A. L.; Diehl, P.; Greupner, M.; von Briesen, H.; Klein, T.; Meier, F.
„NanoUmwelt: Risk Analysis of Engineered Nanomaterials in the Environment“.
Poster anlässlich des NanoCARE Clustertreffens
in Frankfurt/Main (Hessen), 19.-20.05.2015

Kohl, Y.; Radauer-Preiml, I.; Boariu, A.; Duschl, A.; von Briesen, H.
„Non-invasive Real-time Immunotoxicity Assessment of Silver Nanoparticles“.
Poster anlässlich des NanoCARE Clustertreffens
in Frankfurt/Main (Hessen), 19.-20.05.2015

Loza, K.; Berger, S.; Wallat, K.; Gepp, M. M.; Le Harzic, R.; Zimmermann, H.; Stracke, F.; Epple, M.
„Electrophoretic Deposition of Calcium Phosphate Nanoparticles on Nanostructured Silicon Surfaces“.

Vortrag anlässlich der RAINSAT-2015
in Chennai (Indien), 08.-10.07.2015

Moszkowski, T.; Marszałek, J.; Shepard, S.; Ruff, R.; Krüger, T.; Kneist, W.; Hoffmann, K.-P.
„Intelligent Technologies as Assistive Tools during Pelvic Intraoperative Neuromonitoring“.
Vortrag anlässlich der Technically Assisted Rehabilitation (TAR) Conference 2015
in Berlin (Berlin), 12.-13.03.2015

Moszkowski, T.; Poppendieck, W.; Hoffmann, K.-P.
„Automatic Detection of Charge Injection Capacity in Platinum Electrodes Based on the Shape of Electrode Potential“.
Poster anlässlich des 49th Annual Congress of the German Society for Biomedical Engineering
in Lübeck (Schleswig-Holstein), 16.-18.09.2015

Nguyen, T. A. K.; DiGiovanna, J.; Gong, W.; Haburcakova, C.; Poppendieck, W.; Micera, S.; Merfeld, D. M.
„Characterizing Vestibular Electrically Evoked Compound Action Potentials in Guinea Pigs“.
Poster anlässlich des 38th Annual MidWinter Meeting of the Association for Research in Otolaryngology
in Baltimore (USA), 21.-25.02.2015

Öri, M.; Bost, W.; Fournelle, M.
„Analytical Calibration of Linear Transducer Arrays for Photoacoustic Tomography“.
Vortrag anlässlich der European Conference on Biomedical Optics, World of Photonics
in München (Bayern), 23.06.2015

Poppendieck, W.; Muceli, S.; Dideriksen, J.; Rocon, E.; Pons, J. L.; Farina, D.; Hoffmann, K.-P.
„A New Generation of Double-sided Intramuscular Electrodes for Multi-channel Recording and Stimulation“.
Vortrag anlässlich der 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society
in Mailand (Italien), 25.-29.08.2015

Rothlübbers, S.; Schwaab, J.; Tretbar, S.; Günther, M.; Jenne, J.
„Ultrasonography-based Motion Tracking for

- MRGFUS".
Vortrag anlässlich der International Society for Therapeutic Ultrasound (ISTU) in Utrecht (Niederlande), 15.-16.04.2015
- Schulz, A.; Dobringer, J.; Gentile, L.; Vásquez, J. A.; Zimmermann, H.
„Control of Ultra-high Viscosity as a Powerful Parameter for Alginate Capsules“.
Vortrag anlässlich der 23th Int. Conference on Bioencapsulation in Delft (Niederlande), 02.-04.09.2015
- Speicher, D.; Bartscherer, T.; Becker, F.-J.; Jenne, J.-W.; Mrosk, K.; Degel, C.; Günther, M.; Tretbar, S.
„MRI-compatible Ultrasound for Transducers for Simultaneous Acquisition of Coregistered Ultrasound to MRI Data“.
Vortrag anlässlich des International Congress on Ultrasonics 2015 in Metz (Frankreich), 11.-14.05.2015
- Stab, J.; Zlatev, I.; Raudszus, B.; Meister, S.; Langer, K.; Wronski, R.; Windisch, M.; Ropele, S.; Schmidt, R.; Deutsch, M.; Pietrzik, C.; von Briesen, H.; Wagner, S.
„Nanoparticles against Neurodegeneration: Revisit Flurbiprofen as an Anti-Alzheimer's Disease Drug“.
Poster und Vortrag anlässlich der BioNanoMed 2015 in Graz (Österreich), 08.-10.04.2015
- Tiefensee, F.; Kaden, D.; Jakob, A.; Quenzer, H. J.; Jung, T.
„Gas Flow Sputtered Thick Layers of Columnar Lead Zirconate Titanate on Silicon Wafers for High-frequency Ultrasound Transducers“.
Vortrag anlässlich des International Congress on Ultrasonics 2015 in Metz (Frankreich), 11.-14.05.2015
- Tretbar, S.:
„Modulare Ultraschallplattform für die Therapiesteuerung und -kontrolle“.
Vortrag anlässlich des Innovationsforums QSonoMed in Halle (Sachsen-Anhalt), 06.-07.05.2015
- Tretbar, S.
„Advanced Technologies for Diagnostic and Therapeutic Ultrasound“.
Vortrag anlässlich des Futura Workshops, 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society in Mailand (Italien), 25.-29.08.2015
- Tretbar, S.
„Positionstracking für therapeutische US-Verfahren“.
Vortrag anlässlich des 39. Ultraschall-Dreiländertreffen 2015 in Davos (Schweiz), 23.-26.09.2015
- Tretbar, S.
„Ultraschall – Von der Zelle zum Sonar“.
Vortrag anlässlich des Arbeitskreises Medizin & Technik des VDE / VDI Nordbayern in Erlangen (Bayern), 12.11.2015
- Tretbar, S.; Risser, C.; Welsch, H.-J.; Fonfara, H.; Weber, S.; Hewener, H.
„Novel Ultrasound Research Platform for Biomedical Applications“.
Vortrag anlässlich der Jahrestagung der DGBMT - Deutsche Gesellschaft für Biomedizinische Technik im VDE in Lübeck (Schleswig-Holstein), 16.09.2015
- Velten T.
„High Resolution Roll-to-Roll Printing of Biocompatible Graphene/Protein Multilayers for Biomedical Applications“.
Vortrag anlässlich der M-ERA-NET Conference 2015 at the EMRS 2015 Fall Meeting in Warschau (Polen), 15.09.2015
- Voelker, M.; Nikas, A.; Zhou, H.; Hauer, J.; Ruff, R.; Hoffmann, K.-P.
„Implantable EMG Measuring System“.
Proceedings anlässlich der AMA Conferences 2015 – SENSOR 2015 and IRS2 2015 in Nürnberg (Bayern), 19.-21.05.2015
- Wagner, S.; Stab, J.; von Briesen, H.
„LRP1-mediated Uptake Mechanism of ApoE-modified Nanoparticles“.
Poster und Vortrag anlässlich der 2nd Zing Barriers of The CNS Conference 2015 in Oropesa (Spanien), 27.-30.09.2015
- Weber, P.; Konstantinos, K.; Stegiopoulos, S.; Sakas, G.; Wesarg, S.; Speicher, D.; Freibert, A.; Noll, M.
„Portable 3D/4D Ultrasound Diagnostic Imaging System (PUDIS)“.
S&T Organization
- Wilhelm, N.; Look, J.; Noske, N.; Günther, C.; Rodriguez, J. R.; Serra, M.; Carrondo, M.; Alves, P.; Prosper, F.; Langer, K.; von Briesen, H.; Gorjup, E.
„A Human Serum Albumin-based Gene Delivery System for the Safe Virus-free Application in Gene and Cell Therapy“.
Vortrag anlässlich der BioNanoMed 2015 in Graz (Österreich), 08.-10.04.2015
- Wilhelm, N.; Look, J.; Langer, K.; Rodriguez, J. R.; Prosper, F.; Serra, M.; Alves, P.; Noske, N.; Günther, C.; von Briesen, H.; Gorjup, E.
„A Human Serum Albumin-Based Gene Delivery System for the Safe Virus-Free Application in Gene and Cell Therapy“.
Poster anlässlich der Drug Discovery 2015 in Telford (Großbritannien), 02.-03.09.2015
- Zimmermann, H.
„Biobanking of Stem Cells: Improved Methods and Procedures for Pluripotent Stem Cell Preservation, Storage Stability and Validation“.
Vortrag anlässlich des Ingestem International Congress in Paris (Frankreich), 19.-20.11.2015

PATENTE
PATENTS

**3. Zeitschrift (Herausgeberschaft)
Journals (Editorship)**

Hoffmann, K.-P.
„Das Neurophysiologie Labor“.
Wissenschaftlicher Beirat

Hoffmann, K.-P.
„Frontiers in Computational Neuroscience,
Research Topic: Computation meets Emotional
Systems: a synergistic approach.“
[http://journal.frontiersin.org/researchtopic/3873/
computation-meets-emotional-systems-a-syner-
gistic-approach](http://journal.frontiersin.org/researchtopic/3873/computation-meets-emotional-systems-a-synergistic-approach)
Topic Editor(s): Jose Manuel Ferrandez, Eduardo
Fernandez, Klaus-Peter Hoffmann

**4. Bücher und Aufsätze in Büchern
Books and chapters**

Hoffmann, K.-P.
„Implantierbare Interfaces zur intuitiven Steu-
erung von bionischen Handprothesen“.
Festband 25 Jahre Forschung und Wissenstran-
sfer an der htw saar
ISBN 978-3-00-050489/1, 166-169 (2015)

Kraft, M.; Rossdeutscher, W.; Greitemann, B.;
Brückner, L.; Hoffmann, K.-P.; Boiten, H.;
Oehler, S.; Thiele, J.
„Gliedermaßen“.
In Biomedizinische Technik – Rehabilitationstech-
nik, Band 10, 105-212
DOI: 10.1515/9783110252262-008

Neubauer, J. C.; Beier, A. F.; Stracke, F.;
Zimmermann, H.
„Vitrification in Pluripotent Stem Cell Banking:
Requirements and Technical Solutions for Large-
scale Biobanks“.
Buchkapitel 24, Michael J. Tucker, Jürgen Lieber-
mann, Vitrification in Assisted Reproduction,
Second Edition, October 5, 2015 CRC Press,
ISBN 9781482242577 (2015)

Neubauer, J. C.; Beier, A. F.; Gejzen, N.; Zimmer-
mann, H.
„Efficient Cryopreservation of Human Pluripo-
tent Stem Cells by Surface-Based Vitrification“.
Buchkapitel 13, Willem F. Wolkes and Harriette
Oldenhof (eds.), Cryopreservation and Freeze-
Drying Protocols, Methods in Molecular Biology,
vol. 1257 (2015)
DOI: 10.1007/978-1-4939-2193-5_13, 321-328

Schauer, T.; Hoffmann, K.-P.; Szecsi, J.
„Funktionelle Elektro- und Magnetstimulation in
der Rehabilitation“.
In Biomedizinische Technik – Rehabilitationstech-
nik, Band 10, 395-444
DOI: 10.1515/9783110252262-013

Stracke, F.; Kreiner-Møller, A.; Zimmermann, H.
„Laser Scanning Microscopy in Cryobiology“.
Buchkapitel 8, Willem F. Wolkes and Harriette
Oldenhof (eds.), Cryopreservation and Freeze-
Drying Protocols, Methods in Molecular Biology,
vol. 1257 (2015)
DOI: 10.1007/978-1-4939-2193-5_8, 229-240

Wallat, K.; Gepp, M. M.; Le Harzic, R.;
Neubauer, J.; Zimmermann, H.; Stracke, F.;
Epple, M.
„Nanoparticle-loaded Bioactive Hydrogels“.
In Optically Induced Nanostructures. Biomedical
and Technical Applications
DOI: 10.1515/9783110354324-015

Zimmermann, H.
„Biobanken“.
Beitrag Nr. 14 im DGBMT/acatech Experten-
bericht Biomedizinische Technik, 16.12.2015,
35-37 (2015)

Müller, Carsten; Cardona Audí, Josep
„Element zur Energieversorgung und Datenüber-
tragung bei Implantaten“
Patentanmeldung: 10 2014 118 038.0
Prioritätstag: 05.12.2014, 14 F55489

Müller, Carsten; Koch, Timo
„Verfahren zur Bestimmung von Stimulations-
parametern in Implantaten“
Patentanmeldung: 10 2014 118 040.2
Prioritätstag: 05.12.2015, 14 F55530

Kiefer, Stefan; Schäfer, Michael; Orr, James
„Apparatus and method for remote monitoring
of a medical condition“
Britische Patentanmeldung: 14 14 895.1
Prioritätstag: 21.08.2014, 14 F55522

Von Briesen, Hagen; Meyerhans, Andreas;
Latorre, Irene; Meese, Eckart; Keller, Andreas;
Leidinger, Petra; Backes, Christina
„Micro-RNA-based diagnosis of tuberculosis“
EP-Patentanmeldung: 14 195 210.1
Prioritätstag: 28.11.2014, 14 F55664

Zimmermann, Heiko; Fuhr, Günter R.
„High speed-Kryobehandlung von Multiwell-
Substraten“
Patentanmeldung: 10 2014 018 308.4
Prioritätstag: 10.12.2014, 14 F55764

Zimmermann, Heiko; Stracke, Frank; Le Harzic,
Ronan
„Verfahren und Vorrichtung zur optischen
Detektion einer Bewegung in einer biologischen
Probe mit räumlicher Ausdehnung“
Patentanmeldung: 10 2015 003 019.1
Prioritätstag: 06.03.2015, 14 F55849

Fuhr, Günter R.
„Verfahren und Vorrichtung zur exkorporalen
Entwicklung von Organstrukturen eines nicht-
humanen Säugers, insbesondere unter Verwen-
dung von Embryo-Co-Kulturen“
Patentanmeldung: 10 2015 003 788.9
Prioritätstag: 23.03.2015, 15 F57241

IMPRESSUM

IMPRINT

**Fraunhofer-Institut
für Biomedizinische Technik (IBMT)
Fraunhofer Institute
for Biomedical Engineering (IBMT)**

Joseph-von-Fraunhofer-Weg 1
66280 Sulzbach
Telefon: +49 (0) 6897/9071-0
Fax: +49 (0) 6897/9071-490
info@ibmt.fraunhofer.de
Internet: <http://www.ibmt.fraunhofer.de> (deutsch/englisch)

Leitung / Head of Institute

Prof. Dr. Heiko Zimmermann
heiko.zimmermann@ibmt.fraunhofer.de
(geschäftsführend / managing)

Prof. Dr. Günter R. Fuhr
guenter.fuhr@ibmt.fraunhofer.de

**Presse- und Öffentlichkeitsarbeit / Redaktion
Press and Public Relations / Editing**

Dipl.-Phys. Annette Eva Maurer
Telefon: +49 (0) 6897/9071-102
Fax: +49 (0) 6897/9071-188
annette.maurer@ibmt.fraunhofer.de

Layout und Satz / Composition and layout

Stephan Scherer, Merchweiler

Lektorat / Proofreading

Gudrun M. Müller, Saarbrücken

Druck / Printing

Ottweiler Druckerei und Verlag GmbH
Johannes-Gutenberg-Straße 14
66564 Ottweiler

ANFAHRT HAUPTSITZ SULZBACH

HOW TO FIND OUR HEADQUARTERS IN SULZBACH

Mit dem Auto

Navigationssystem: Industriestraße 5, 66280 Sulzbach

Autobahn A 6: aus Richtung Saarbrücken sowie Autobahn A 6: aus Richtung Mannheim (Flughafen Frankfurt) Ausfahrt St. Ingbert-West, Hinweisschild: Richtung Sulzbach (ca. 6 km) folgen, vor Sulzbach Abfahrt »Industriegebiet Neuweiler« nehmen, dem Hinweisschild »Fraunhofer-Institut« folgend unter der Brücke durchfahren, nach ca. 50 m erste Möglichkeit rechts in die »Industriestraße« einbiegen, Hinweisschild »Fraunhofer-Institut«, nach 10 m rechts abbiegen, rechter Hand einbiegen in Joseph-von-Fraunhofer-Weg, flaches, schwarzes Gebäude, erste Einfahrt rechts durch blaues Doppelflügeltor.

Autobahn A 1: aus Norden kommend, die A 1 (aus Richtung Trier) zum Saarbrücker Autobahnkreuz nehmen; auf der A 8 in Richtung Karlsruhe/Mannheim bis zum Autobahnkreuz Neunkirchen und dort in Richtung Saarbrücken auf die A 6; dann wie oben (Autobahn A 6).

Autobahn A 8: von der A 8 kommend (aus Richtung Karlsruhe) bis zum Neunkircher Kreuz und dort in Richtung Saarbrücken auf die A 6; dann wie oben (Autobahn A 6).

Autobahn A 4: von der A 4 (aus Richtung Metz oder Straßburg) kommend, am Saarbrücker Autobahnkreuz Richtung Mannheim auf die A 6; dann wie oben (Autobahn A 6).

Mit der Bahn

Ungefähr 15 Minuten mit dem Taxi vom Saarbrücker Hauptbahnhof.

Mit dem Flugzeug

Ungefähr 15 Minuten mit dem Taxi vom Flughafen Saarbrücken-Ensheim.

By car

Navigation system: Industriestrasse 5, 66280 Sulzbach

Autobahn A 6: from the direction of Saarbrücken and Autobahn A 6: from the direction of Mannheim (Frankfurt Airport) Exit St. Ingbert-West, sign: proceed in the direction of Sulzbach (ca. 6 km), before Sulzbach take the exit "Industriegebiet Neuweiler", follow the sign "Fraunhofer-Institut" and drive under the bridge, after ca. 50 m take the first possible right into "Industriestraße", sign "Fraunhofer-Institut", after 10 m turn right into Joseph-von-Fraunhofer-Weg, flat, black building, first entrance on the right through the blue, double-wing gate.

Autobahn A 1: coming from the north, take the A 1 (from the direction of Trier) to the Saarbrücken motorway junction; take the A 8 in the direction of Karlsruhe/Mannheim to motorway junction Neunkirchen and then take the A 6 in the direction of Saarbrücken. Then as above (Autobahn A 6).

Autobahn A 8: coming from the A 8 (from the direction of Karlsruhe) drive to the Neunkirchen junction and then take the A 6 in the direction of Saarbrücken. Then as above (Autobahn A 6).

Autobahn A 4: coming from the A 4 (from the direction of Metz or Strasburg), join the A 6 at Saarbrücken motorway junction in the direction of Mannheim. Then as above (Autobahn A 6).

By rail

Approximately 15 minutes by taxi from Saarbrücken central railway station.

By air

5 to 10 minutes by taxi from Saarbrücken-Ensheim Airport.

ANFAHRT STANDORT ST. INGBERT

HOW TO FIND US IN ST. INGBERT

Mit dem Auto

Autobahn A 6/Ausfahrt St. Ingbert-West, links abbiegen in Richtung Flughafen Saarbrücken-Ensheim, nach der Ampel links abbiegen in Richtung St. Ingbert-Süd (Ensheimer Straße), im Kreisverkehr geradeaus, nach ca. 1,5 km liegt das Institut auf der linken Seite.

Autobahn A 1/bis Autobahnkreuz Saarbrücken, weiter Richtung Karlsruhe/Mannheim auf der A 8 bis Autobahnkreuz Neunkirchen, weiter in Richtung Saarbrücken auf der A 6 Autobahn A 8/bis Autobahnkreuz Neunkirchen, weiter in Richtung Saarbrücken auf der A 6 Autobahn A 4/bis Autobahnkreuz Saarbrücken, weiter in Richtung Mannheim auf der A 6.

Mit der Bahn

Ab Saarbrücken Hauptbahnhof mit dem Taxi ca. 15 Minuten; mit dem Bahnbus oder mit dem Zug bis Bahnhof St. Ingbert, von dort mit dem Taxi ca. 1 Minute oder zu Fuß ca. 5 Minuten.

Mit dem Flugzeug

Ab Flughafen Saarbrücken-Ensheim mit dem Taxi 5-10 Minuten.

By car

Autobahn A 6/exit St. Ingbert-West, turn left in the direction of Saarbrücken-Ensheim Airport, after the traffic lights left in the direction of St. Ingbert-Süd (Ensheimer Strasse), straight through the roundabout, the Institute is on the left after around 1.5 km.

Autobahn A 1/drive to Autobahn junction Saarbrücken, then continue in the direction of Karlsruhe/Mannheim on the A 8 to Autobahn junction Neunkirchen, then in the direction of Saarbrücken on the A 6.

Autobahn A 8/ drive to Autobahn junction Neunkirchen, then in the direction of Saarbrücken on the A 6. Autobahn A 4/to Autobahn junction Saarbrücken, then in the direction of Mannheim on the A 6.

By rail

From Saarbrücken-Hauptbahnhof (main station): either 15 minutes by taxi, or first by bus or train to St. Ingbert station, then 1 minute by taxi or approx. 5 minutes on foot.

By air

5 to 10 minutes by taxi from Saarbrücken-Ensheim Airport (SCN).

