



**Fraunhofer**

**IBMT**

INSTITUT FÜR BIOMEDIZINISCHE TECHNIK

**JAHRESBERICHT  
ANNUAL REPORT**

**2016**

-----  
**25 JAHRE / 25 YEARS**

**FRAUNHOFER IBMT**  
-----





---

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR  
BIOMEDIZINISCHE TECHNIK

---

**JAHRESBERICHT**  
**ANNUAL REPORT**

**2016**

---



## VORWORT

Es fällt schwer, beim Jahr 2016 zuerst an wissenschaftliche Veränderungen zu denken – zu sehr war das Jahr geprägt von politischem Wandel im Vereinigten Königreich und in den Vereinigten Staaten. Dieser eingeleitete Wandel erfasst durchaus auch ein international bekanntes und insbesondere europäisch agierendes Institut wie das Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik. Bei allem Optimismus, der jedem Wissenschaftler ja zu eigen ist, sind die Gefahren einer zunehmenden – zunächst wirtschaftlichen – weltweiten Isolierung der Nationen mit Händen zu greifen.

In diesen Zeiten spielen Wissenschaft und Forschung eine kaum zu überschätzende Rolle. Wissenschaftlicher Austausch – sei es durch ausländische Praktikanten, Publikationen in internationalen Zeitschriften, multinationale Projekte oder Repräsentanzen in anderen Ländern – sind Garanten für eine hohe Innovationsfähigkeit und fördern aktiv das Verständnis für die nachfolgende Generation, andere Kulturen, (nur scheinbar) weit entfernte Konflikte und globale Veränderungen und Herausforderungen. Die global vernetzte Forschung und Wissenschaft ist daher vielleicht das mächtigste Werkzeug der Friedenspolitik.

Das Fraunhofer IBMT ist Teil dieser über Landesgrenzen vernetzten Wissensgesellschaft und wird weiterhin auch eine Rolle des Brückenbauers zu den oben genannten Nationen einnehmen. Der stetige und intensive Kontakt zu unseren vielen Partnern und Freunden, insbesondere im Vereinigten Königreich, bestärkt uns darin. Gleichzeitig sehen wir, dass das IBMT als ein zentrales Life Sciences-Institut in der Europäischen Union in Großprojekten (z. B. der European Bank for induced pluripotent Stem Cells – EBiSC) nun mehr Verantwortung übernehmen muss und auch übernehmen wird.

Neben der Änderung der politischen Rahmenbedingungen gibt es durchaus auch einen Wandel in den Gesundheitswissenschaften selbst. Disruptive Entwicklungen wie z. B. das mit CRISPR/Cas9 für »jeden« durchführbare Gene Editing erlauben völlig neue Krankheitsmodelle und werden die Medikamenten- und Therapieentwicklung stark beeinflussen. Zudem erfassen auch Trends wie die Biologisierung und Digitalisierung die Themen des IBMT. Biologisierte Implantate und die Verbindung zellbiologischer, genetischer und klinischer Daten sind am Fraunhofer IBMT als Kernthemen verankert und werden durch neue Arbeitsgruppen gestärkt. Auch die immer enger werdende Verzahnung zwischen dem klassisch medizintechnischen Ultraschall am IBMT und den zellbiologischen Themen und Gruppen ist Teil der »Biologisierung« des IBMT und ermöglicht z. B. neuartige Formen der Zellmanipulation.

Der zunehmenden Reife der biomedizinischen Themen verschließt sich das IBMT nicht. In einem einzigartigen und spannenden Translationsprojekt wird momentan eine gemeinsame Arbeitsgruppe – geleitet von einem praktizierenden Kliniker – zwischen der Augenklinik in Sulzbach und dem IBMT das ehrgeizige, aber greifbare Ziel funktionaler zellbasierter Retinaimplantate



Scientific progress is not necessarily the first thing that comes to mind when we think of 2016 – the news was dominated throughout the year by the political changes in the United Kingdom and in the USA. Having been initiated, these changes are bound to affect an internationally known institute, particularly one working on the European level such as the Fraunhofer Institute for Biomedical Engineering. Despite all our optimism, a natural trait, after all, of every scientist, we have to actively address the dangers of an increasing – initially economic – worldwide isolation of the nations.

In such times, science and research play a role that cannot be overestimated. International scientific exchange – whether through foreign interns, publications in international journals, multinational projects or representations in other countries – is the guarantee of high innovative capacity, and actively promotes understanding for the next generation, other cultures, and for (only apparently) remote conflicts as well as global changes and challenges. Globally networked research and science could thus well be the most powerful tool of peace policy.

The Fraunhofer IBMT is part of this knowledge community networked across borders, and will continue to play a role as a bridge builder to the abovementioned nations. The constant and intensive contact to our many partners and friends, particularly in the United Kingdom, reinforces our faith in this. At the same time we can see that, as a central life sciences institute in the European Union, the IBMT will now have to assume more responsibility in major projects (e. g. the European Bank for induced pluripotent Stem Cells – EBiSC) and we are confident that we can do this.

Alongside the changes in the political situation, there are also changes in the health sciences themselves. Disruptive developments such as Gene Editing that can be carried out by "anyone" with CRISPR/Cas9 allow completely new disease models, and will have a major influence on the development of medication and therapy. Trends such as biologisation and digitalization will also affect the themes dealt with by the IBMT. Biologised implants and the linking up of cell-biological, genetic and clinical data are anchored as core themes at the Fraunhofer IBMT, and are being reinforced with new working groups. Even the ever-closer interlocking between classical medical ultrasound at the IBMT and the cell-biological themes and groups is part of the "biologisation" of the IBMT, and will allow, for example, innovative forms of cell manipulation.

The growing maturity of the biomedical themes is something the IBMT is keenly aware of. In a unique and exciting translation project, a joint working group between the eye clinic in Sulzbach and the IBMT – headed up by a practising clinician – will pursue the ambitious but achievable goal of functional cell-based retina implants and establish the translation up to the patient in the institute. This working group will be a valuable complement to the long-term and successful cooperation with the University Clinic of Homburg and other university clinics. With

angehen und die Translation bis zum Patienten im Institut etablieren. Diese Arbeitsgruppe wird eine schlüssige Ergänzung der langjährigen und erfolgreichen Kooperation zum Universitätsklinikum Homburg und anderen Unikliniken bilden. Im Hinblick auf die Translation kann auch das IBMT mit seiner Ausrichtung eine Schlüsselstellung in der Kooperation mit anderen Forschungsgesellschaften und -gemeinschaften einnehmen. Nur wenn beispielsweise Institute aus der Fraunhofer-Gesellschaft und der Helmholtz-Gemeinschaft gemeinsam und verzahnt agieren, kann die nächste Generation der Medizin entwickelt werden. Dabei sollte man entspannt mit Überschneidungen von Themen umgehen und die jeweils eigenen Stärken in die Kooperation einbringen.

Es sind spannende Zeiten und die Herausforderungen sind groß. An einem Institut müssen die notwendigen Veränderungen von den Mitarbeitern getragen werden – und hier hat das IBMT einen herausragenden Vorteil einer hoch motivierten und hoch kompetenten, interdisziplinären Mannschaft mit der nötigen Erfahrung. Dieser Belegschaft möchte die Institutsleitung an dieser Stelle sehr herzlich danken – ebenso wie unseren Kunden und Auftraggebern, ohne die unser Bemühen um eine verbesserte Medizin nicht möglich wäre.

Sulzbach, im März 2017



Prof. Dr. Heiko Zimmermann  
Institutsleiter des Fraunhofer IBMT



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

regard to the translation, with its orientation the IBMT can also play a key role in cooperation with other research societies and communities. Only if, for example, institutes from the Fraunhofer-Gesellschaft and the Helmholtz Association of German Research Centres work together in an interlocked manner will it be possible to develop the next generation of medicine. We have to maintain an open mind regarding overlaps of themes and seek to contribute the respective strengths to the cooperation.

We are living in interesting times and the challenges are great. In any institute, the necessary changes have to be borne by the personnel – and here the IBMT has the outstanding advantage of a highly motivated and highly competent, interdisciplinary team with the necessary experience. The management of the institute would like to take this opportunity to thank the staff, as well as our customers and clients without whom our efforts to achieve improvements in medicine would not be possible.

Sulzbach, March 2017



Prof. Dr. Heiko Zimmermann  
Head of the Fraunhofer IBMT



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

Vorwort	2
<hr/>	
<b>UNSER PROFIL</b>	9
<hr/>	
Portfolio	11
Chronologie – 25 Jahre Fraunhofer IBMT	14
Kurzportrait	34
Einbindung in Universitäten und Hochschulen	38
Einbindung in die Fraunhofer-Gesellschaft	40
Kuratorium	42
Das Institut in Zahlen	44
Organisation und Ansprechpartner	46
<hr/>	
<b>MENSCHEN UND MOMENTE</b>	57
<hr/>	
Wissenschaftliche Ereignisse und Preise	58
<hr/>	
<b>DER KUNDE IM MITTELPUNKT</b>	71
<hr/>	
Das Forschungs- und Dienstleistungsangebot	72
<hr/>	
<b>UNSERE EINSATZBEREICHE – GESCHÄFTSFELDER</b>	79
<hr/>	
Geschäftsfeld Labortechnologie	80
Geschäftsfeld Theranostik	82
Geschäftsfeld Medizintechnik	84
<hr/>	
<b>UNSERE KOMPETENZEN / UNSER AN- GEBOT – AUSGEWÄHLTE FORSCHUNGS- ERGEBNISSE UND ANWENDUNGEN</b>	86
<hr/>	
<b>Medizinische Biotechnologie</b>	89
<hr/>	
Von Algen zu innovativen Biopolymeren für die regenerative Medizin	100
Deutsche Umweltstudie zur Gesundheit, GerES 2014-2017	112

<b>Ultraschall</b>	117
<hr/>	
IACOBUS – Kombination von Ultraschall und Optoakustik zur Arthritis-Diagnose an Fingergelenken	124
Ultraschallcharakterisierung musealen Kulturerbes	130
Sensor- und Trägersystem für die automatisierte Vermessung von Flachwasserarealen	136
<hr/>	
<b>Biomedizintechnik</b>	145
<hr/>	
»UTE« – Ultraschallbasierte Energieversorgung und Signalübertragung für hermetisch gekapselte Miniatur-Implantate	154
»iManageCancer« – Innovative Gesundheitsapps für Krebskranke	162
<hr/>	
<b>FAKTENTEIL</b>	167
<hr/>	
<b>Messe- und Veranstaltungsspiegel</b>	168
<hr/>	
<b>Wissenschaftliche Veröffentlichungen</b>	169
<hr/>	
Promotionen, Diplom-, Master- und Bachelorarbeiten	169
<hr/>	
<b>Wissenschaftliche Publikationen und Vorträge</b>	172
<hr/>	
Patente	177
<hr/>	
Anfahrt	178
Impressum	180



Foreword	3
<hr/>	
<b>OUR PROFILE</b>	9
<hr/>	
Portfolio	12
Chronology – 25 years Fraunhofer IBMT	14
Brief portrait	35
Integration in universities and colleges	39
Integration in the Fraunhofer-Gesellschaft	41
Advisory board	42
The institute in facts and figures	44
Organization and contacts	46
<hr/>	
<b>PEOPLE AND MOMENTS</b>	57
<hr/>	
Scientific events and awards	59
<hr/>	
<b>THE CUSTOMER AT THE CENTRE</b>	71
<hr/>	
The research and service offers	73
<hr/>	
<b>OUR OPERATING FIELDS – BUSINESS AREAS</b>	79
<hr/>	
Business area Laboratory Technology	81
Business area Theranostics	83
Business area Medical Engineering	85
<hr/>	
<b>OUR COMPETENCES/OUR OFFERS – SELECTED RESEARCH RESULTS AND APPLICATIONS</b>	86
<hr/>	
<b>Medical biotechnology</b>	89
<hr/>	
From algae to innovative biopolymers for regenerative medicine	101
German Environmental Study on Health, GerES 2014-2017	113

<b>Ultrasound</b>	117
<hr/>	
IACOBUS – Combination of ultrasound and optoacoustics for arthritis diagnosis in finger joints	125
Ultrasound characterization of museum cultural heritage	131
Sensor and carrier system for the automated analysis of shallow water areas	137
<hr/>	
<b>Biomedical engineering</b>	145
<hr/>	
"UTE" – Ultrasound-based energy supply and signal transmission for hermetically encapsulated miniature implants	155
"iManageCancer" – Innovative health apps for cancer patients	163
<hr/>	
<b>FACTS SECTION</b>	167
<hr/>	
<b>Fairs and events</b>	168
<hr/>	
<b>Scientific publications</b>	169
<hr/>	
Doctorates, diploma, master and bachelor theses	169
<hr/>	
<b>Publications and presentations</b>	172
<hr/>	
Patents	177
<hr/>	
How to find us	178
Imprint	180

*Arbeiten im Reinraumcontainer: Prozessierung von Wafern für Mikroimplantate des Fraunhofer IBMT (Foto: Bernd Müller).*

*Working in the clean room container: processing wafers for microimplants of the Fraunhofer IBMT (Photo: Bernd Müller).*



---

# UNSER PROFIL

# OUR PROFILE

---

## **Portfolio**

**Chronologie – 25 Jahre Fraunhofer IBMT**

**Kurzportrait**

**Einbindung in Universitäten und Hochschulen**

**Einbindung in die Fraunhofer-Gesellschaft**

**Kuratorium**

**Das Institut in Zahlen**

**Organisation und Ansprechpartner**

## **Portfolio**

**Chronology – 25 years Fraunhofer IBMT**

**Brief portrait**

**Integration in universities and colleges**

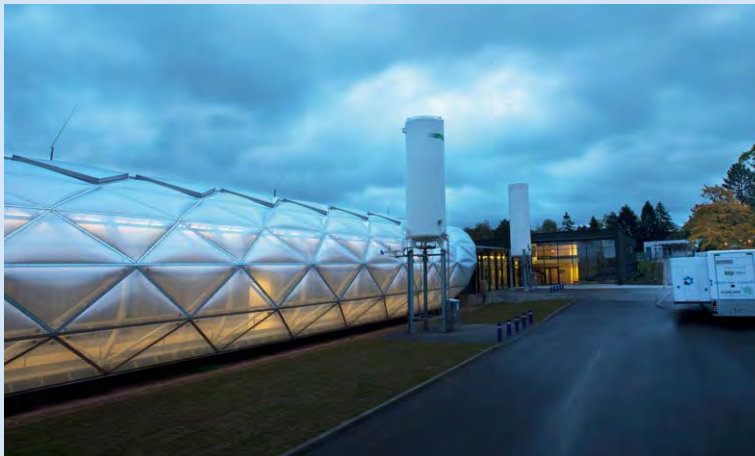
**Integration in the Fraunhofer-Gesellschaft**

**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).*



*Kontaktbüro Berlin.  
Liaison Office Berlin.*

## 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), (medizinische) 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, Sonare, 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
- biomedizinische und technische Ultraschallanwendungen
- Sonartechnologien
- 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

---

## PORTFOLIO

---

Begleitung von Start-up-Unternehmen dar. Das IBMT ist im Saarland sowie seit Anfang 2012 auch in Nordrhein-Westfalen in Münster tätig. Im Jahr 2013 wurde in Kooperation mit Fraunhofer Chile und der Universidad Católica del Norte ein Labor im Bereich der Forschung an Algen für biomedizinische Zwecke in Chile eröffnet. 2014 wurde darüber hinaus in Zusammenarbeit mit Fraunhofer UK und der schottischen Firma »Roslin Cell Science« auf dem Babraham Research Campus, Cambridge, Großbritannien, ein Kooperationslabor gestartet, mit dem Ziel, Produkte – unter anderem für die Pharmaindustrie – basierend auf induziert pluripotenten Stammzellen (iPS) zu entwickeln. 2015 kam ein Kontaktbüro in Berlin im Fraunhofer-Forum Berlin hinzu. 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, vom Ultraschall, 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 67 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), (medical) biotechnology, implants, cryotechnology, biobanks and stem cell research. Trend-setting automated laboratory technologies, the development of mobile special laboratories (S3, GMP, GLCP, 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, sonars, 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 Institute to import and use human embryonic stem cells for scientific purposes. In recent years this has been extended to the production and characteriza-

tion/expansion of induced pluripotent stem cells (iPSCs). The institute is involved as part of a major European project in building an international iPS 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 cryoprocedures 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
- biomedical and technical ultrasound applications
- sonar technologies
- 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 customers' 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). A laboratory for research on algae for biomedical purposes was opened in Chile in 2013 in cooperation with Fraunhofer Chile and the Universidad Católica del Norte. In 2014, in cooperation with Fraunhofer UK and the Scottish company "Roslin Cell Science", a cooperation laboratory went into operation on the Babraham Research Campus, Cambridge, United Kingdom, with the aim of developing products – including for the pharmaceuticals industry – based on induced pluripotent stem cells (iPSCs). 2015 saw the addition of a liaison office in the Fraunhofer-Forum Berlin. 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 ultrasound, 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 45<sup>th</sup> institute in the community of now 67 Fraunhofer institutes and research units.



1987

1 *Gründungsdirektor Prof. Dr. Klaus Gersonde (\*20.05.1934 – †09.01.2010).*

*Founding director Prof. Dr. Klaus Gersonde (\*20.05.1934 – †09.01.2010).*

## CHRONOLOGIE

### 25 Jahre Fraunhofer IBMT (1992 bis 2016)

| 1987 |

Prof. Dr. Klaus Gersonde folgt dem Ruf auf den neu eingerichteten Lehrstuhl für Medizintechnik im Fachbereich Klinische Medizin der Medizinischen Fakultät der Universität des Saarlandes und übernimmt zugleich als Ko-Direktor des Fraunhofer-Instituts für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP die Leitung des Vorläufers des Fraunhofer IBMT, der Hauptabteilung Medizintechnik des IZFP, in St. Ingbert. Die Regierung des Saarlandes und die Fraunhofer-Gesellschaft zielen mit der Gründung dieser Hauptabteilung darauf ab, die 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 den Instituten der Helmholtz- und der Leibniz-Gemeinschaft sowie der Max-Planck-Gesellschaft voranzutreiben und zu intensivieren.

1 *Gründungsdirektor Prof. Dr. Klaus Gersonde (\*20.05.1934 – †09.01.2010). 1963 Promotion auf dem Gebiet der Physiologischen Chemie und Physikochemie; 1973 Ruf an die Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen; Professur für Biochemie und Biophysik in der Medizinischen Fakultät; 1987 Berufung auf den neu eingerichteten Lehrstuhl für Medizintechnik an der Medizinischen Fakultät der Universität des Saarlandes und gleichzeitige Leitung der Hauptabteilung Medizintechnik des Fraunhofer-Instituts für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP in St. Ingbert; Institutsleiter des Fraunhofer IBMT bis 01.04.2001.*

## CHRONOLOGY

### 25 years Fraunhofer IBMT (1992 to 2016)

| 1987 |

Prof. Dr. Klaus Gersonde follows 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, takes 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. With the foundation of this main department, the Government of Saarland and the Fraunhofer-Gesellschaft aim to intensify and advance natural science and engineering research, modern technology and 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.

1 *Founding director Prof. Dr. Klaus Gersonde (\*20.05.1934 – †09.01.2010). 1963 doctorate in the field of physiological chemistry and physicochemistry; 1973 call to the RWTH Aachen University; professorship for Biochemistry and Biophysics in the Medical Faculty; 1987 appointment to the newly installed Department for Medical Engineering at the Medical Faculty of the University of Saarland and simultaneous management of the main department Medical Engineering of the Fraunhofer Institute for Non-destructive Testing (IZFP) in St. Ingbert; Head of Institute of the Fraunhofer IBMT until 01.04.2001.*





1989

*Institutsgebäude in der Ensheimer Straße 48 in St. Ingbert (historische Aufnahme Stadtarchiv St. Ingbert).*

*Institute building at Ensheimer Strasse 48 in St. Ingbert (historic photograph from the St. Ingbert Municipal Archive).*

1989

Die Hauptabteilung Medizintechnik des Fraunhofer IZFP bezieht als Vorläufer des Fraunhofer-Instituts für Biomedizinische Technik IBMT das Bürogebäude der Moeller & Neumann GmbH in der Ensheimer Straße 48 in St. Ingbert.

Am 24.05.1989 erfolgt die Einweihung der Hauptabteilung, deren Kernexpertisen zu Beginn im Bereich des Ultraschalls und der Magnetischen Resonanz liegen.

1990

Mit dem Beginn der vierjährigen Laufzeit der 1. Forschungsstiftung »Mikrosystemtechnik« der saarländischen Wirtschaft wird die Basis für die Integration der Mikrosystemtechnik und Neuroprothetik in das Portfolio des Fraunhofer IBMT gelegt.

»Das IBMT dankt der Saarländischen Wirtschaft, insbesondere dem Verband der Metall- und Elektroindustrie, der Industrie- und Handelskammer, der Vereinigung der Kreditinstitute, der Versicherungswirtschaft, den Saarbergwerken, der Vereinigten Saar-Elektrizitäts AG und der Saar Ferngas AG für die Initiative zum Aufbau einer Mikrosystemtechnik im Saarland und das großzügige finanzielle Engagement.«

1989

The Main Department Medical Engineering of the Fraunhofer IZFP, the predecessor of the Fraunhofer Institute for Biomedical Engineering IBMT, moves into the office building of Moeller & Neumann GmbH in Ensheimer Strasse 48 in St. Ingbert.

The Main Department, whose core expertise initially lies in the area of ultrasound and magnetic resonance, is inaugurated on 24.05.1989.

1990

With the start of the four-year term of the 1st research foundation "Microsystems Engineering" of the Saarland business community, the basis is laid for the integration of microsystems engineering and neuroprosthetics in the portfolio of the Fraunhofer IBMT.

"The IBMT is grateful to the Saar economy, particularly the Verband der Metall- und Elektroindustrie, the Industrie- und Handelskammer, the Vereinigung der Kreditinstitute, the Versicherungswirtschaft, the Saarbergwerken, the Vereinigten Saar-Elektrizitäts AG and the Saar Ferngas AG (association of metal and electrical industry, the Chamber of Industry and Commerce, the Association of Banks, the insurance business, the Saar mines, the United Saar Electricity AG and SaarFerngas AG) for the initiative to build microsystems technology in Saarland and the generous financial commitment."



1992

*Fassade des Institutsgebäudes in der Ensheimer Straße 48 in St. Ingbert im Jahr 1992.*

*Façade of the institute building at Ensheimer Strasse 48 in St. Ingbert in 1992.*

1992

Die Hauptabteilung Medizintechnik des Fraunhofer IZFP wird in das eigenständige Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik IBMT überführt. Die Fraunhofer-Gesellschaft kauft das Institutsgebäude mit einer Büro-/Nutzfläche von 4 500 qm in der Ensheimer Straße 48 in St. Ingbert.

1993

Die IHK des Saarlandes gründet die Gesellschaft zur Förderung der Mikrosystemtechnik im Saarland GEMITEC als einen Zusammenschluss saarländischer Unternehmen auf dem Gebiet der Mikrosystemtechnik und Elektrotechnik mit dem Ziel, Systemlösungen mit den Forschungsinstitutionen INM (Material), Fraunhofer IBMT (Mikrosensoren, Signalverarbeitung) und D\*ASS (Dienstleistungszentrum Neue Aktoren mit Mikrosystem- und Signalverarbeitungskonzepten) gemeinsam umzusetzen.

1994

Im Industriegebiet Sulzbach/Saar wird beginnend mit der Arbeitsgruppe Sensorfertigung die IBMT-Außenstelle Sulzbach auf einer Fläche von ca. 1 000 qm im Sinne einer konsequenten Weiterentwicklung des praktizierten Technologietransfers gegründet. Heute arbeiten hier Biobanken-, Kryoelektronik- und Geräteentwicklungsgruppen Seite an Seite mit Immunologen, Molekularbiologen und Biophysikern.

Im gleichen Jahr starten erste IBMT-Aktivitäten auf dem Gebiet der Medizintechnik am Standort St. Ingbert.



1994

*Gebäude in der Industriestraße 5 in Sulzbach/Saar vor der Rekonstruktion.*

*Building at Industriestrasse 5 in Sulzbach/Saar before reconstruction.*

1992

The Main Department Medical Engineering of the Fraunhofer IZFP is merged with the independent Fraunhofer Institute for Biomedical Engineering IBMT. The Fraunhofer-Gesellschaft purchases the institute building with an office/useable area of 4,500 m<sup>2</sup> at Ensheimer Strasse 48 in St. Ingbert.

1993

The Saarland Chamber for Industry and Commerce founds the Society for the Promotion of Microsystems Technology in Saarland GEMITEC as a merger of Saarland companies in the field of microsystems technology and electrical engineering with the aim of implementing system solutions with the research institutions INM (materials), Fraunhofer IBMT (microsensors, signal processing) and D\*ASS (Dienstleistungszentrum Neue Aktoren mit Mikrosystem- und Signalverarbeitungskonzepten/ Service Center New Actuators with Microsystems and Signal Processing Concepts).

1994

Starting with the working group Sensor Manufacturing Technologies, the IBMT branch Sulzbach is founded in the Sulzbach/Saar Industrial Estate on an area of around 1,000 m<sup>2</sup> as part of the uncompromising further development of practiced technology transfer. Today biobanks, cryoelectronics and device manufacturing groups work side by side here with immunologists, molecular biologists and biophysicists.

In the same year, IBMT activities begin in the field of medical telematics at the St. Ingbert location.



**1995**

*Nachbargebäude in der Ensheimer Straße 50 in St. Ingbert, die sogenannte »Villa«, nach der Rekonstruktion im Jahr 2004.*

*Adjacent building at Ensheimer Strasse 50 in St. Ingbert, the so-called "villa" after the refurbishment in 2004.*

*Gebäude der IBMT-Außenstelle Hialeah FTech, Miami, USA.*

*Building of the IBMT branch Hialeah FTech, Miami, USA.*

**1995**

Der IBMT-Standort in Sulzbach wird durch die auf vier Jahre angelegte 2. Forschungsstiftung »Sensor-Fertigungstechnik« des Saarlandes befördert.

Die Fraunhofer-Gesellschaft kauft das Nachbargebäude in der Ensheimer Straße 50 in St. Ingbert hinzu, in das später die IBMT-Abteilung Mikrosysteme/Lasermedizin einzieht.

Das Fraunhofer IBMT ist Mitinitiator bei der Ansiedlung des KIST Europe (Korean Institute of Science and Technology Europe), das die bereits bestehenden Expertisen im Bereich der Umwelttechnik im Saarland bereichert.

**1996**

Am 01.10.1996 erweitert sich das Fraunhofer IBMT international und gründet die IBMT-Außenstelle in Hialeah als Fraunhofer-IBMT Technology Center Hialeah (FTech) in den USA (Miami, Florida). Es handelt sich um das ursprüngliche Firmengebäude der Coulter-Brüder, die weltbekannte und verbreitete Zell- und Partikelzählgeräte entwickelt und auf den Markt gebracht haben.

**1997**

Am 01.10.1997 gründen das Fraunhofer IBMT und das Centro Nacional de Microelectrónica (CNM), Barcelona, Spanien, am Standort Sulzbach/Saar das European Center of Competence for Biomedical Microdevices (MEDICS). MEDICS wird gefördert durch die Europäische Initiative »Europractice« und bietet Dienstleistungen in den Bereichen Information, Beratung und Technologie an.

**1995**

The IBMT location in Sulzbach is funded by the four-year 2<sup>nd</sup> Research Foundation "Sensor Manufacturing Technology" of Saarland.

The Fraunhofer-Gesellschaft purchases the neighbouring building at Ensheimer Strasse 50 in St. Ingbert, which the IBMT department for Microsystems/Laser Medicine later moves into.

The Fraunhofer IBMT is co-initiator for the settlement of the KIST Europe (Korean Institute of Science and Technology Europe), which enriches the existing expertise in the field of environmental technology in Saarland.

**1996**

On 01.10.1996 the Fraunhofer IBMT expands internationally with the foundation of the branch in Hialeah as the Fraunhofer IBMT Technology Center Hialeah (FTech) in the USA (Miami, Florida). It is located the original company building of the Coulter Brothers, who developed and sold well-known and widely used devices for counting cells and particles.

**1997**

On 01.10.1997 the Fraunhofer IBMT and the Centro Nacional de Microelectrónica (CNM), Barcelona, Spain, found the European Center of Competence for Biomedical Microdevices (MEDICS) at the Sulzbach/Saar location. MEDICS is funded by the European Initiative "Europractice", and offers services in the areas of information, consulting and technology.



## 1998

*IBMT-Repräsentanz Shenzhen FTeCS, Guandong, China.  
IBMT representative office in Shenzhen FTeCS, Guandong, China.*

*Gebäude der IBMT-Arbeitsgruppe Molekulare Bioanalytik in Bergholz-Rehbrücke, Brandenburg.  
Building of the IBMT working group Molecular Bioanalytics in Bergholz-Rehbrücke, Brandenburg.*

### 1998

Als weiterer Bestandteil des globalen IBMT-Netzwerks erfolgt am 01.10.1998 die Gründung der IBMT-Repräsentanz China in Shenzhen, Guandong (FTeCS), welche Verbindungen zu Provinzregierungen und Industrie in China initiiert. Das IBMT ist ein Vorreiter beim Aufbau guter wissenschaftlicher und ökonomischer Kontakte zur neuen, aufstrebenden Wirtschaft an der Ostküste Chinas.

Durch die Gründung der Arbeitsgruppe Molekulare Bioanalytik in Potsdam-Rehbrücke als einer neuen Außenstelle des Fraunhofer IBMT in Brandenburg wird im November 1998 der Bereich der Biotechnologie am IBMT etabliert. Die Standortwahl erfolgt aufgrund der Nähe zum Institut für Biochemie der Universität Potsdam, an dem bereits erfolgreich Biosensoren zur Marktreife entwickelt werden, und zum schnell wachsenden Markt der Biotechnologie im Raum Berlin-Brandenburg.

### 2000

Das Fraunhofer IBMT und die Laser- und Medizintechnologie gGmbH (LMTB) in Berlin formieren im März 2000 das überregionale Medizintechnische Kompetenzzentrum für Miniaturisierte Monitoring- und Interventionssysteme (MOTIV) mit Geschäftsstelle in Sulzbach. MOTIV bündelt seine dual-regionale technische Infrastruktur und Kompetenz mit überregionalen Kooperationsstrukturen, um innovative medizintechnische Projekte mit großem Marktpotenzial zu identifizieren und nachhaltig zu fördern. Es hat sich die Aufgabe gestellt, Therapie und Therapiekontrolle zu verbessern, intelligente Mikroimplantate zu entwickeln und innovative Telematikkonzepte für die häusliche Versorgung von Patienten aufzubauen.

### 1998

As a further component in the global IBMT network, the IBMT representative office for China is founded on 01.10.1998 in Shenzhen, Guandong (FTeCS), establishing links to provincial governments and industry in China. The IBMT is a pioneer in the development of good scientific and commercial contacts to the new, thriving economy on the east coast of China.

The field of biotechnology is established at the IBMT with the foundation of the working group Molecular Bioanalytics in Potsdam-Rehbrücke as a new branch of the Fraunhofer IBMT in Brandenburg. The location was chosen due to the proximity to the Institute of Biochemistry of the University of Potsdam, where for many years biosensors have been developed successfully for the market, and to the fast-growing biotechnology market in the Berlin-Brandenburg region.

### 2000

In March 2000 the Fraunhofer IBMT and the company Laser and Medical Technology gGmbH (LMTB) in Berlin form the supraregional Medical Technology Center of Competence for Miniaturized Monitoring and Intervention Systems (MOTIV) with offices in Sulzbach. MOTIV bundles its dual-regional technical infrastructure and competence with supraregional cooperation structures in order to identify and sustainably promote innovative medical engineering projects with high market potential. It has taken on the task of improving therapy and therapy control, developing intelligent microimplants, and providing innovative telematic concepts for the home care of patients.



## 2001

2 *Institutsleiter Prof. Dr. Günter Rolf Fuhr.*

*Head of Institute Prof. Dr. Günter Rolf Fuhr.*

Die Aktivitäten des IBMT in China werden durch das Fraunhofer-IBMT Technology Center in Xiamen (FTeCX) abgerundet. Bis zum Jahr 2015 entwickeln sich Kooperationsbeziehungen mit vielen chinesischen Partnern, sodass der Übergang in direkte Kooperationen erfolgt. Ein Representative Office der Fraunhofer-Gesellschaft in Peking übernimmt die Vermittlung der Partner und Forschungsaufgaben.

Die IBMT-Arbeitsgruppe Molekulare Bioanalytik in Potsdam-Rehbrücke entwickelt sich zur Abteilung Molekulare Bioanalytik & Bioelektronik.

## | 2001 |

Prof. Dr. Günter Rolf Fuhr übernimmt zum 01.04.2001 die Institutsleitung und wechselt 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) auf den C4-Lehrstuhl für Biotechnologie und Medizintechnik an der Medizinischen Fakultät der Universität des Saarlandes. Er ist Mitglied 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.

2 *Institutsleiter Prof. Dr. Günter Rolf Fuhr.*

*1981 Promotion auf dem Gebiet der Pflanzenphysiologie (Photomorphogenese höherer Pflanzen); 1985 Habilitation in der Biophysik; 1993 C4-Professur im Institut für Biologie der Humboldt-Universität zu Berlin; 1994-1996 Prodekan der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät I; 1999 Gründung des Zentrums für Biophysik und Bioinformatik an der Humboldt-Universität zu Berlin; erster geschäftsführender Direktor bis zum Eintritt in die Fraunhofer-*

The activities of the IBMT in China are rounded off by the Fraunhofer IBMT Technology Center in Xiamen (FTeCX). Cooperation relationships with many Chinese partners are developed up to 2015, so that the transition to direct cooperation can be made. A Representative Office of the Fraunhofer-Gesellschaft in Beijing acts as a broker for partners and research tasks.

The IBMT Working Group Molecular Bioanalytics in Potsdam-Rehbrücke develops to become the Department for Molecular Bioanalytics & Bioelectronics.

## | 2001 |

Prof. Dr. Günter Rolf Fuhr assumes the management of the institute as of 01.04.2001 and switches on the same date from the Faculty for Membrane Physiology at the Humboldt University of Berlin (since 1993, with parallel representation of the Faculty for Experimental Biophysics since 2000) to the C4 Chair of Biotechnology and Medical Engineering at the Medical Faculty of the University of Saarland. He is a member of the Medical Faculty and co-opted in the Faculty for Physics and Mechatronics, member of the Center for Bioinformatics as well as co-opted member of the Faculty of Mathematics and Science of the Humboldt University in Berlin.

2 *Head of Institute Prof. Dr. Günter Rolf Fuhr.*

*1981 doctorate in the field of plant physiology (photomorphogenesis in higher plants); 1985 habilitation in biophysics; 1993 C4 Chair at the Institute for Biology of the Humboldt University Berlin; 1994-1996 Vice Dean of the Faculty for Mathematics and Science I; 1999 foundation of the centre for Biophysics and Bioinformatics at the Humboldt University; first executive director until joining the Fraun-*



*Sitz der Arbeitsgruppe Medizinische Biotechnologie & Biochips;  
IBMT-Außenstelle an der Humboldt-Universität zu Berlin.  
Building of the working group for Medical Biotechnology &  
Biochips; IBMT branch office at the Humboldt University Berlin.*

*Europäische Zellbank mit Zentrum für Kryobiotechnologie in  
Sulzbach/Saar.  
European cell bank with Center for Cryobiotechnology in  
Sulzbach/Saar.*

*Gesellschaft im Jahr 2001; Institutsleiter des Fraunhofer IBMT vom  
01.04.2001 bis 31.03.2017.*

*hofer-Gesellschaft in 2001; Head of Institute of the Fraunhofer IBMT  
from 01.04.2001 to 01.03.2017.*

Die Abteilung Molekulare Bioanalytik & Bioelektronik in Potsdam-Rehbrücke wird mit der vom Lehrstuhl des neuen Institutsleiters, Prof. Dr. Günter R. Fuhr, 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 vereinigt.

The department of Molecular Bioanalytics & Bioelectronics in Potsdam-Rehbrücke is merged with the working group Medical Biotechnology & Biochips under the new institute director, Prof. Dr. Günter R. Fuhr, at the Humboldt University of Berlin (embedded in the Center for Biophysics and Bioinformatics) to form the Working Group Medical Biotechnology (AMBT) of the Fraunhofer-Gesellschaft.

Das Fraunhofer IBMT ist Gründungsmitglied des im September 2001 gegründeten Fraunhofer-Verbunds Life Sciences.

The Fraunhofer IBMT is a founding member of the Fraunhofer Group "Life Sciences" founded in September 2001.

Am 19.09.2001 gründen das saarländische Wirtschaftsministerium und die Fraunhofer-Gesellschaft die »Europäische Zellbank mit Zentrum für Kryobiotechnologie« in Sulzbach. Am Fraunhofer IBMT kommen somit zu den bereits etablierten Feldern der Medizintechnik und Mikrosystemtechnik neue Felder der molekularen und zellulären Biotechnologie hinzu.

On 19.09.2001 the Saarland Ministry for the Economy and the Fraunhofer-Gesellschaft found the "European Cell Bank with Center for Cryobiotechnology" in Sulzbach. New fields in molecular and cellular biotechnology are thus added to the established fields of medical engineering and microsystems engineering at the Fraunhofer IBMT.

Zum Jahreswechsel 2001/2002 erfolgt der Ankauf des ersten Gebäudekomplexes am Standort Sulzbach. Es beginnt die Innensanierung des Bürotrakts im 1. Obergeschoss und der Halle, die Dachfläche und Außenwände/Fenster der Halle werden erneuert, die Kryolagerhalle wird eingerichtet, die Infrastruktur zum Betrieb von bis zu 200 Kryolagerbehältern wird geschaffen und sicherheitstechnische Einrichtungen (Leitwarte, Einbruchmeldeanlage, Videoüberwachungssystem) werden installiert.

The first building complex at the Sulzbach location is purchased at the turn of the year 2001/2002. Work begins on the refurbishment of the office tract on the first floor and the hall, the roof and exterior walls/windows of the hall are restored, the cryobank is set up, the infrastructure for the operation of up to 200 cryostorage tanks is put in place, and safety facilities (control room, burglar alarm, video monitoring system) are installed.



## 2002

### 3 Vertragsunterzeichnung der »Trilateralen Initiative« am 29.10.2002 in der saarländischen Staatskanzlei.

*Signing the contract for the "Trilateral Initiative" on 29.10.2002 in the Saarland State Chancellery.*

## 2002

Die »Trilaterale Initiative für die Biotechnologie« startet am 29.10.2002 als Forschungsbündnis zwischen der Universität des Saarlandes, der Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes, der saarländischen Landesregierung und dem Fraunhofer IBMT (Fraunhofer-Gesellschaft) mit dem Ziel der Förderung der molekularen und zellulären Biotechnologie im Saarland.

**3 Vertragsunterzeichnung der »Trilateralen Initiative« am 29.10.2002 in der saarländischen Staatskanzlei. V. l. n. r.: Prof. Dr. Wolfgang Cornetz (Rektor der Hochschule für Technik und Wirtschaft), Jürgen Schreier (Minister für Bildung, Wissenschaft und Kultur des Saarlandes), Prof. Dr. Hans-Jürgen Warnecke (Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft), Dr. Hanspeter Georgi (Wirtschaftsminister des Saarlandes), Prof. Dr. Margret Wintermantel (Präsidentin der Universität des Saarlandes).**

## 2003

Am 09.09.2003 erfolgt die Einweihung und Inbetriebnahme der Kryoforschungsbank »Eurocryo« in Sulzbach auf 1 200 qm. Nach dem Zentrum für Kryobiotechnologie & Kryobiophysik wird damit eine zweite Einheit zur Entwicklung einer den Anforderungen der zukünftigen Biotechnologie und Medizin entsprechenden Technologieplattform, der »Europäischen Kryoforschungsbank« (dem heutigen »Fraunhofer BioArchiv«), in Betrieb genommen. Sie dient der Unterstützung und Anlage wertvoller und einzigartiger Zellsammlungen (Bioressourcen) aus verschiedensten Bereichen der Biowissenschaften, der Entwicklung moderner automatisierbarer Kryolagertechnologien und zielt auf deren Demonstration und Bereitstellung in angewandter Form für dritte Nutzer ab.

## 2003

### *Blick in die erste Kryoforschungsbank in Sulzbach/Saar.*

*View into the first cryo research bank in Sulzbach/Saar.*

## 2002

The "Trilateral Initiative for Biotechnology" starts on 29.10.2002 as a research alliance between the University of Saarland, the Saarland University of Applied Sciences, the Saarland Government and the Fraunhofer IBMT (Fraunhofer-Gesellschaft) with the aim of promoting molecular and cellular biotechnology in Saarland.

**3 Signing the contract for the "Trilateral Initiative" on 29.10.2002 in the Saarland State Chancellery. From left to right: Prof. Dr. Wolfgang Cornetz (Rector of the University of Applied Sciences), Jürgen Schreier (Saarland Minister for Education, Science and Culture), Prof. Dr. Hans-Jürgen Warnecke (President of the Fraunhofer-Gesellschaft), Dr. Hanspeter Georgi (Saarland Minister for the Economy), Prof. Dr. Margret Wintermantel (President of the University of Saarland).**

## 2003

The inauguration and start-up of the cryo research bank "Eurocryo" takes place on 09.09.2003 in Sulzbach on an area of 1,200 m<sup>2</sup>. After the Center for Cryobiotechnology & Cryo-physics, this is a second unit for the development of a technology platform to meet the needs of future biotechnology and medicine, the "European Cryo Research Bank" (the current "Fraunhofer BioArchive"). It serves to support and store valuable and unique cell collections (bioresources) from numerous areas of life science, to develop modern, automatable cryo-storage technologies, and to demonstrate and provide them in applied form for third party users.



## 2004

*Standort der Fraunhofer-Einrichtung für Marine Biotechnologie EMB im Jahr 2004.*

*Location of the Fraunhofer Research Establishment for Marine Biotechnology EMB in 2004.*

## 2005

*Richtfest des Neubaus der IBMT-Außenstelle Potsdam-Golm.*

*Topping out ceremony for the new building of the IBMT branch in Potsdam-Golm.*

### 2004

Das Fraunhofer-IBMT Technology Center Hialeah (FTeCH) wird nach erfolgreichem Wachstum am 01.10.2004 ausgegliedert und in die wirtschaftliche Selbstständigkeit unter der Schirmherrschaft der City of Hialeah überführt.

An der Universität zu Lübeck erfolgt die Gründung der externen IBMT-Arbeitsgruppe »Zelldifferenzierung & Zelltechnologie«, die sich vor allem mit der medizinischen Nutzung adulter Stammzellen beschäftigt. Über diese Kooperation mit der Universität zu Lübeck steigen das IBMT und die Fraunhofer-Gesellschaft in die Stammzellforschung ein, mit Blick auf die regenerative Medizin und das Tissue Engineering. Weitere Forschungsinhalte stellen der Einstieg in die Gewinnung von Stammzellen aus marinen Organismen, die Entwicklung von Zelldifferenzierungsprotokollen und neue Formen der Aquakultur dar. Das Land Schleswig-Holstein und die Fraunhofer-Gesellschaft vereinbaren eine Keimzelle für ein Institut der »Marinen Biotechnologie« an der Lübecker Universität.

Am 30.08.2004 wird mit dem Spatenstich die Grundlage für den Institutsneubau der IBMT-Außenstelle in Potsdam-Golm gelegt.

### 2005

Das Richtfest des Neubaus der IBMT-Außenstelle Potsdam-Golm wird am 22.06.2005 begangen. Im Neubau werden die beiden Außenstellen des IBMT in Potsdam-Nuthetal (Molekulare Bioanalytik & Bioelektronik) und in Berlin (Zelluläre Biotechnologie & Biochips an der Humboldt-Universität zu Berlin) zusammengeführt. Eine dritte Abteilung befindet sich im Auf-

### 2004

After successful growth, the Fraunhofer IBMT Technology Center Hialeah (FTeCH) is outsourced on 01.10.2004 and becomes commercially independent under the auspices of the City of Hialeah.

The external IBMT working group "Cell Differentiation & Cell Technology" is founded at the University of Lübeck specifically for research on the medical use of adult stem cells. Via this cooperation with the University of Lübeck, the IBMT and the Fraunhofer-Gesellschaft enter the field of stem cell research with a view to regenerative medicine and tissue engineering. Other research themes include the recovery of stem cells from marine organisms, the development of cell differentiation protocols and new forms of aquaculture. The government of Schleswig-Holstein and the Fraunhofer-Gesellschaft agree to sow the seeds for an Institute of "Marine Biotechnology" at Lübeck University.

The sod-turning ceremony for the new building of the IBMT branch Potsdam-Golm takes place on 30.08.2004.

### 2005

The topping out ceremony for the new building of the IBMT branch Potsdam-Golm takes place on 22.06.2005. The two branches of the IBMT in Potsdam-Nuthetal (Molecular Bioanalytics & Bioelectronics) and in Berlin (Cellular Biotechnology & Biochips at the Humboldt University Berlin) are merged in the new building. A third department is being developed, aimed at cell technologies involving the use of stem cells for regenerative medicine.





**2006**

*Einweihung der neuen Laserlabore im Kellergeschoss in St. Ingbert im Beisein der Politik.*

*Inauguration of the new laser labs in the basement in St. Ingbert with political representatives.*

*Neubau des Fraunhofer IBMT, Institutsteil Potsdam-Golm, in Brandenburg.*

*New building of the Fraunhofer IBMT branch Potsdam-Golm in Brandenburg.*

bau, die auf Zelltechnologien im Hinblick auf eine Nutzung von Stammzellen für die regenerative Medizin abzielt.

Im Dezember 2005 initiiert das Fraunhofer IBMT die Gründung der »Gemeinschaft Deutscher Kryobanken (GDK) e. V.« als eine Plattform zur Etablierung einer virtuellen Kryobank in Deutschland. Der Zweck des Vereins ist die Förderung interdisziplinärer Forschung und Entwicklung sowie die Standardisierung auf den Gebieten der Kryobiologie, Kryomedizin und Kryobiotechnologie. Prof. Dr. Günter R. Fuhr wird zum ersten Vorsitzenden des GDK e. V. gewählt.

**2006**

Am 09.01.2006 wird der neue Laborbereich für die Lasermedizin in St. Ingbert eröffnet. Nach dem im Jahr 2005 begonnenen Ausbau unter Angleichung der Fußbodenhöhen des bis dahin als Keller genutzten linken Flügels der Ebene 0 dient die neu gewonnene Erweiterungsfläche von ca. 510 qm als Büro- und Laborbereich für die Abteilungen Kryobiophysik & Kryotechnologie, Mikrosysteme/Lasermedizin und Medizintechnik & Neuroprothetik.

Die langjährigen US-Erfahrungen und -Kontakte des IBMT resultieren im ersten Großprojekt der Bill & Melinda Gates Foundation. Gegenwärtig bearbeitet das Fraunhofer IBMT bereits das vierte Projekt der Gates-Stiftung bei einem Gesamtfördervolumen von über 15 Mio. US-Dollar.

Nach zweijähriger Bauzeit erfolgt am 11.10.2006 die Übergabe des Institutsteil-Neubaus der Fraunhofer-Gesellschaft in Potsdam-Golm an das Fraunhofer IBMT. Das dreistöckige

In December 2005 the Fraunhofer IBMT initiates the foundation of the "Gemeinschaft Deutscher Kryobanken (GDK) e. V." (Association of German Cryobanks) as a platform for the establishment of a virtual cryobank in Germany. The purpose of the association is the promotion of interdisciplinary research and development as well as standardization in the fields of cryobiology, cryomedicine and cryobiotechnology. Prof. Dr. Günter R. Fuhr is elected first chairman of the GDK e. V.

**2006**

The new lab centre for laser medicine is opened on 09.01.2006 in St. Ingbert. Reconstruction work begins in 2005, including the realignment of the floor levels in the left wing of Level 0, which formerly served as the cellar, and the newly gained space of around 510 m<sup>2</sup> serves as an office and laboratory area for the departments Cryobiophysics & Cryotechnology, Microsystems/Laser Medicine and Medical Engineering & Neuroprosthetics.

The IBMT's many years of experience and contacts in the US result in the first major project with the Bill & Melinda Gates Foundation. The Fraunhofer IBMT is currently working on the fourth project of the Gates Foundation with a total funding volume of more than 15 million US\$.

After two years of construction time, the new Fraunhofer institute building in Potsdam-Golm is handed over to the Fraunhofer IBMT on 11.10.2006. The three-storey building with its characteristic façade accommodates the departments Molecular Bioanalytics & Bioelectronics and Cellular Biotechnology & Biochips on an area of almost 4,000 m<sup>2</sup>.



2007

*Blick aus der Vorhalle auf die S3-Labore der Kryobank für die Bill & Melinda Gates Foundation am Standort Sulzbach.*

*View from the entrance hall at the S3 laboratories of the cryobank for the Bill & Melinda Gates Foundation at the Sulzbach location.*

Gebäude mit seiner charakteristischen Fassadenform beherbergt auf knapp 4 000 qm die Abteilungen Molekulare Bioanalytik & Bioelektronik und Zelluläre Biotechnologie & Biochips.

| 2007 |

Im Frühjahr 2007 erfolgt der Ankauf des restlichen Gebäudekomplexes in Sulzbach.

Die IBMT-Außenstelle Potsdam-Golm wird am 09.05.2007 feierlich eingeweiht. Das Forschungs- und Entwicklungsspektrum der Arbeitsgruppe Medizinische Biotechnologie des IBMT an diesem Standort bildet ein Kompetenz-Cluster für Biochip-systeme und Nanobiotechnologie mit dem Fokus auf den Gebieten der molekularen und zellulären Biotechnologie und beherbergt eine Kultursammlung kryophiler Süßwassermikroalgen (Schneealgen) »CCCryo«.

Im Laufe des Jahres 2007 wird der Institutsteil Potsdam-Golm um die Abteilung Nanobiotechnologie & Nanomedizin, die BMBF-Nachwuchsgruppe Biomimetische Materialien & Systeme sowie die vom RZPD übernommene Arbeitsgruppe Biodatenbanken/CRIP erweitert.

Am IBMT-Standort Sulzbach/Saar beginnt in einem zweiten Kryohallenteil die Konzeption einer weiteren Kryobank für die Bill & Melinda Gates-Stiftung, die am 14.09.2007 nach nur einem Jahr Projekt- und Bauzeit in Betrieb genommen werden kann. Die am AIDS-Programm der Gates Foundation beteiligten Wissenschaftler aus aller Welt können Bioreagenzien für die Entwicklung von HIV-Impfstoffen in einer tiefgekühlten Bibliothek ablegen und sich bei Bedarf zuschicken lassen.

| 2007 |

The rest of the building complex at the Sulzbach location is purchased in spring of the year 2007.

The inauguration ceremony for the IBMT branch Potsdam-Golm takes place on 09.05.2007. The research and development spectrum of the IBMT Working Group Medical Biotechnology at this location constitutes a competence cluster for biochip systems and nanobiotechnology with the focus on the fields of molecular and cellular biotechnology, and includes a culture collection of cryophilic fresh water micro-algae (snow algae) "CCCryo".

In the course of the year 2007, the Potsdam-Golm branch is extended by the department for Nanobiotechnology & Nanomedicine, the BMBF young scientist group Biomimetic Materials & Systems, as well as the working group Biodatabanks/CRIP which was taken over by the RZPD.

In a second cryo hall section at the IBMT location in Sulzbach/Saar, the planning for another cryobank for the Bill & Melinda Gates Foundation begins, and it is started up on 14.09.2007 after just one year of project and construction time. The scientists from all over the world involved in the AIDS program of the Gates Foundation can store bioreagents for the development of HIV vaccines in a deep-freeze library and have them sent to them as required.



2008

*Ultraschallmessbecken und Hallenbau am Standort St. Ingbert.*

*Ultrasound measurement basin and hall building at the St. Ingbert location.*

2008

Im Januar 2008 gehen die für die Erweiterung des industriellen Hallenkomplexes in Sulzbach in ein »Zentrum für Biomaterialbanken & medizinische Diagnostik« notwendigen Erweiterungsflächen und Hallenteile in den Bestand der Fraunhofer-Gesellschaft über. Das Konzept eines Zentrums für medizinisch ausgerichtete Biotechnologie ermöglicht den Aufbau einer langfristigen und nachhaltigen Biotechnologieinfrastruktur im Kernbereich Europas in enger Zusammenarbeit des Saarlandes mit der Fraunhofer-Gesellschaft.

Im August 2008 werden die Bauarbeiten an einer Zusatzhalle auf dem Institutsgelände in St. Ingbert abgeschlossen und ein Ultraschall-Spezialmessbecken zur Kalibrierung und Charakterisierung hochauflösender Ultraschallsensoren und Sonarsysteme für die Unterwasserexploration und -inspektion, Sicherheitstechnik und Navigation wird in Betrieb genommen. Das Becken misst 6 m x 8 m Grundfläche bei 6 m Tiefe und ist akustisch durch spezielle Dämpfungsschichten vom umgebenden Untergrund entkoppelt, sodass im Wasservolumen im interessierenden Frequenzbereich absolute Stille herrscht. Damit wird die fast 30-jährige Expertise des IBMT im Bereich des Ultraschalls als größter Ultraschallforschungseinheit in Europa um den Bereich der Sonartechnologie ergänzt.

Prof. Dr. Günter Fuhr übernimmt im Auftrag des Vorstands der Fraunhofer-Gesellschaft für einen Zeitraum von 5 Jahren die parallele Leitung einer neuen Fraunhofer-Einrichtung für Marine Biotechnologie EMB in Lübeck.

2008

In January 2008 the areas and hall sections necessary for the conversion of the industrial hall complex in Sulzbach to a "Centre for Biomaterial Banks & Medical Diagnostics" are handed over to the Fraunhofer-Gesellschaft. The concept of a centre for medically oriented biotechnology allows the development of a long-term and sustainable biotechnology infrastructure at the core of Europe in close collaboration between the government of Saarland and the Fraunhofer-Gesellschaft.

In August 2008 construction work is completed on an additional hall on the institute grounds in St. Ingbert, and a special ultrasound measurement basin for calibration and characterization of high-resolution ultrasound sensors and sonar systems for underwater exploration and inspection, safety technology and navigation is started up. The basin has a surface area of 6 m x 8 m and a depth of 6 m, and is acoustically decoupled from the surrounding floor by special sound-absorbent layers so that there is absolute silence in the volume of water in the respective frequency range. This adds the field of sonar technology to the almost 30 years of expertise of the IBMT in the field of ultrasound as the largest ultrasound research unit in Europe.

By commission of the Board of the Fraunhofer-Gesellschaft, Prof. Dr. Günter Fuhr assumes the parallel directorship of a new Fraunhofer Research Establishment for Marine Biotechnology EMB in Lübeck for a period of 5 years.



2009

- 4 *Übergabe des Zuwendungsbescheids am 14.01.2009 am Standort Sulzbach.*  
*Approval of funding on 14.01.2009 at the Sulzbach location.*

## | 2009 |

Das Fraunhofer IBMT erhält am 14.01.2009 die Förderzusage des Saarlandes über Landes- und EU-Fördermittel zum weiteren Ausbau seines Standorts in Sulzbach. Das IBMT betreibt am Standort Sulzbach vier große Biobanken («CRYO-BREHM, Zellbank für Wildtiere«, die Ablagebank der Gates Foundation für die HIV-Impfstoffentwicklung, eine weltweit einzigartige Schneeaalgensammlung »CCCrysto« und eine Stammzellsammlung) sowie die industrielle Fertigungsstrecke des medizinischen Ultraschalls. Das Wachstum dieser Bereiche lässt eine Erweiterung notwendig werden.

4 *Übergabe des Zuwendungsbescheids am 14.01.2009 am Standort Sulzbach. V. l. n. r.: Prof. Dr. Hans-Jörg Bullinger, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, Hans-Werner Zimmer, Bürgermeister der Stadt Sulzbach, Joachim Rippel, Minister für Wirtschaft und Wissenschaft des Saarlandes, Prof. Dr. Günter R. Fuhr, Direktor Fraunhofer IBMT.*

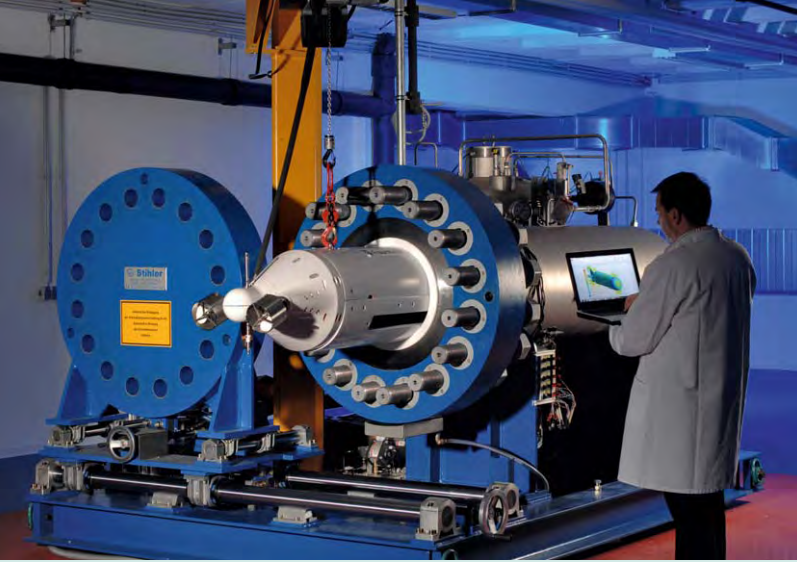
Die Vergabeverfahren für die Architektenleistungen und Ingenieurdienstleistungen des Erweiterungsbaus in Sulzbach-Neuweiler beginnen. Im vierten Quartal 2009 erfolgen erste Planungsgespräche mit den im Vergabeverfahren ermittelten Büros. Unter ca. 50 Bewerbungen wird der Entwurf des Architekturbüros hammeskrause, Stuttgart, zur Realisierung ausgewählt. Durch eine transparente und, trotz der Größe, geradezu filigrane Fassadenstruktur auf der dem Besucher zugewandten Front, wird der zuvor nüchterne Sechziger-Jahre-Industriebau in ein, seiner Funktion und dem institutionellen Inhalt geschuldetes, modernes Gebäude überführt. Die übrigen Ansichten behalten ihren nüchternen, klar strukturierten Industriehallencharakter, um das seit über 40 Jahren bestehende Ortsbild nicht grundlegend zu verändern.

## | 2009 |

On 14.01.2009 the Fraunhofer IBMT receives the approval of the Saarland Government for state and EU funding for the further expansion of its location in Sulzbach. At the Sulzbach location the IBMT operates four large biobanks ("CRYO-BREHM, cell bank for wild animals", the cryobank of the Gates Foundation for HIV-vaccine development, a globally unique snow algae collection "CCCrysto", and a stem cell collection) as well as the industrial manufacturing line for medical ultrasound. The growth of these areas means that an extension is necessary.

4 *Approval of funding on 14. 01.2009 at the Sulzbach location.*  
*From left to right: Prof. Dr. Hans-Jörg Bullinger, President of the Fraunhofer-Gesellschaft, Hans-Werner Zimmer, Mayor of the City of Sulzbach, Joachim Rippel, Minister of Economics and Science of the Saarland, Prof. Dr. Günter R. Fuhr, Head of Institute of the Fraunhofer IBMT.*

The tendering procedures begin for the architectural and engineering services for the extension building in Sulzbach-Neuweiler. Initial planning discussions take place in the fourth quarter of 2009 with the architects' offices selected in the tendering procedure. From around 50 applications, the design by the Stuttgart-based architects' office hammeskrause is selected for implementation. Due to a transparent and, despite its size, almost filigree facade structure on the front area facing the visitor, the previously sober industrial building from the 1960s has been converted into a modern building in line with its function and institutional content. The other views retain their sober, clearly structured industrial-hall character in order not to intrude on the townscape as it has been for more than 40 years.



*Druckkammer des Fraunhofer IBMT in Sulzbach zum Test von Komponenten und Modulen für den Einsatz in der Tiefsee bei 600 bar Außendruck.*

*Pressure chamber at the Fraunhofer IBMT in Sulzbach for testing components and modules for deep-sea applications at 600 bar outer pressure.*

Im Rahmen der strategischen Investition »Unterwasser-Inspektion (UWASI)« wird am Fraunhofer IBMT eine Prüfkammer in Auftrag gegeben und am Standort Sulzbach aufgebaut. Mit Hilfe dieser Kammer können Druckbelastungen von Bauteilen und Baugruppen bis 600 bar, entsprechend einer Wassertiefe von 6 000 m, durchgeführt werden. Die Kammer besteht aus massivem Edelstahl und hat einen nutzbaren Innendurchmesser von 43 cm bei einer Länge von 2,20 m. Elektrische Durchführungen erlauben den Betrieb des Objekts unter Druck oder die Durchführung von Messungen an Bauteilen oder Materialien unter Druck. Mit Hilfe dieser Druckkammer können wertvolle Erkenntnisse für die Entwicklung von Geräten – insbesondere für den Bereich Tiefsee – gewonnen werden.

Im Rahmen der Fortentwicklung der Labortechnologie am Fraunhofer IBMT wird das weltweit erste mobile BSL3-Labor entwickelt und als Sattelzugfahrzeug auf die Straße gebracht.

## | 2010 |

In der IBMT-Außenstelle Potsdam-Golm erfolgt die Inbetriebnahme des Laborkomplexes zur Entwicklung der »Zellfreien Biotechnologie« über eine Nachwuchsforschergruppe, die sich in Folge zu einer eigenständigen Abteilung mit drei Arbeitsgruppen entwickelt. Dieses Zukunftsfeld der Bioproduktion fokussiert auf die Herstellung maßgeschneiderter löslicher als auch membranständiger Proteine nicht in Zellen, sondern in speziell präparierten Zytoplasmafractionen.

*Mobiles BSL3-Labor des Fraunhofer IBMT im Einsatz in Südafrika.*

*Mobile BSL 3 laboratory of the Fraunhofer IBMT in operation in South Africa.*

Within the framework of the strategic investment "Underwater Inspection (UWASI)" a test chamber is commissioned at the Fraunhofer IBMT and built at the Sulzbach location. With the aid of this chamber, components and assemblies can be tested at pressures up to 600 bar, equivalent to a water depth of 6,000 m. The chamber is made of solid stainless steel and has a useable inner diameter of 43 cm and a length of 2.20 m. Electric ducts allow operation of the object under pressure or the execution of measurements on components or materials under pressure. This pressure chamber will help us to gain useful insights for the development of devices – in particular for the deep-sea sector.

In the course of further development of laboratory technology at the Fraunhofer IBMT, the world's first mobile BSL3 lab is developed and goes on the road as a trailer vehicle.

## | 2010 |

The IBMT branch in Potsdam-Golm sees the start-up of a laboratory complex for the development of "Cell-free Biotechnology" by a young researcher group which later becomes a separate department with three working groups. This future-oriented field of bioproduction focuses on the production of customized soluble but also membranous proteins not in cells, but in specially prepared cytoplasm fractions.



2012

*Biobankstandort im Bunker in Münster/Wolbeck.  
Biobank location in the bunker in Münster/Wolbeck.*

*Mobiles epiLab des Fraunhofer IBMT.  
Mobile epiLab of the Fraunhofer IBMT.*

2011

Das Fraunhofer IBMT bewirbt sich um die vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) ausgeschriebene Umweltprobenbank (Humane Proben) und erhält den Zuschlag für die Langzeitlagerung des humanen Probenbestandes.

Im Oktober 2011 beginnen die Abrissarbeiten und der Aufbau der neuen Räumlichkeiten im zweiten Gebäudeabschnitt am Standort Sulzbach-Neuweiler.

2012

Ein zweiter Biobankstandort mit großer Lagerkapazität in Münster/Wolbeck wird im Rahmen der IBMT-Projektgruppe Umweltprobenbank – Humanproben im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) in Betrieb genommen. Ab Januar 2012 erfolgt die jährliche Sammlung mittels des mobilen epiLabs des IBMT an vier Standorten in der Bundesrepublik (Münster, Halle, Ulm, Greifswald) im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA).

Im November 2012 beruft der Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft Prof. Dr. Heiko Zimmermann in Vorbereitung der Übernahme der IBMT-Führung nach dem altersbedingten Ausscheiden von Professor Fuhr zum zweiten Institutsleiter des IBMT.

2011

The Fraunhofer IBMT applies for the Environmental Specimen Bank (Human Samples) tendered by the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety (BMUB), and is awarded the contract for the long-term storage of human samples.

Demolition work and the construction of the new premises in the second building section begin in October 2011 at the Sulzbach-Neuweiler location.

2012

A second biobank location with large storage capacity goes into operation in Münster/Wolbeck within the framework of the IBMT project group Environmental Specimen Bank – Human Samples by commission of the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety (BMUB). Starting in January 2012, there is an annual collection carried out by the IBMT's mobile epiLab at four locations in Germany (Münster, Halle, Ulm, Greifswald) by commission of the Federal Environment Agency (UBA).

In November 2012 the Board of the Fraunhofer-Gesellschaft appoints Prof. Dr. Heiko Zimmermann as second head of institute of the IBMT in preparation for the assumption of IBMT leadership after the retirement of Professor Fuhr.



5 *Institutsleiter Prof. Dr. Heiko Zimmermann.*  
*Head of Institute Prof. Dr. Heiko Zimmermann.*

*IBMT-Forschungsschiff »Joseph-von-Fraunhofer« am*  
*Liegeplatz in Lübeck.*

*IBMT research ship "Joseph von Fraunhofer" docked*  
*in Lübeck.*

5 *Institutsleiter Prof. Dr. Heiko Zimmermann. 2001 Promotion auf dem Gebiet der Experimentellen Biophysik; 2002 Leiter der IBMT-Arbeitsgruppe Kryobiotechnologie; 2003 Leiter der IBMT-Abteilung Kryobiophysik & Kryotechnologie; 2004 Juniorprofessur an der Universität des Saarlandes; 2008 Leiter der IBMT-Hauptabteilung Kryophysik & Kryotechnologie; 2008 Berufung auf W3-Professur an der Universität des Saarlandes, Lehrstuhl Biotechnologie/Nanotechnologie (Fakultät für Chemie, Pharmazie, Bio- und Werkstoffwissenschaften); 2011 stellvertretender Institutsleiter; 2012 Berufung zum Institutsleiter; ab 2015 geschäftsführender Institutsleiter.*

5 *Head of Institute Prof. Dr. Heiko Zimmermann. 2001 doctorate in the field of Experimental Biophysics; 2002 head of the IBMT working group Cryobiotechnology; 2003 head of the IBMT department Cryobiophysics & Cryotechnology; 2004 junior professorship at the University of Saarland; 2008 head of the IBMT main department Cryophysics & Cryotechnology; 2008 appointment to W3 professorship at the University of Saarland, Department for Biotechnology/ Nanotechnology (Faculty for Chemistry, Pharmacy, Life Sciences and Material Sciences); 2011 Deputy Head of Institute; 2012 appointment as Head of Institute; from 2015 Managing Head of Institute.*

Die Fraunhofer-Gesellschaft kauft das Forschungsschiff »Joseph von Fraunhofer«, das im Sinne der Vereinszwecke der Fraunhofer-Gesellschaft gemeinsam vom Fraunhofer IBMT und der Fraunhofer EMB betrieben und für kooperative Forschungs- und Entwicklungsarbeiten genutzt wird, z. B. für Tests der am Fraunhofer IBMT entwickelten Spezialsonare (Fächerecholote, Sidescanner, Sediment-Sonare) und Wasserfahrzeuge sowie mariner Biotechnologienentwicklungen. Das Schiff aus dem Jahr 2007 vom Typ Baltic Trawler 42 ist 14 m lang und mit modernstem technischen Equipment ausgestattet. Es dient als Labor für Forschungsfahrten zunächst auf der Ostsee. Ein am Heck angebauter Spezialkran dient zur Wässerung des technischen Equipments (Sonare, Tauchfahrzeuge (AUVs) sowie Oberflächenfahrzeuge). Das Schiff hat seinen Liegeplatz im Lübecker Hafen.

The Fraunhofer-Gesellschaft purchases the research ship "Joseph von Fraunhofer" to be operated jointly by the Fraunhofer IBMT and the Fraunhofer EMB for the purposes of the Fraunhofer-Gesellschaft, and used for cooperative research and development work, e. g. for testing the special sonars developed at the Fraunhofer IBMT (multibeam echo sounder, side scanner, sediment sonar) and water vehicles as well as marine biotechnology developments. The ship is a Baltic Trawler 42 built in 2007. It is 14 m long and equipped with state of the art technical equipment. It is initially used for research expeditions in the Baltic Sea. A special crane at the stern is used for lowering the technical equipment into the water (echosounders, diving vehicles (AUVs) and surface vehicles). The ship is docked in Lübeck Harbour.



2013

*Neubau der Fraunhofer-Einrichtung für Marine Biotechnologie EMB in Lübeck.*

*New building of the Fraunhofer Research Establishment for Marine Biotechnology EMB in Lübeck.*

*Sitz des Forschungslabors in Coquimbo, Chile.*

*Research laboratory in Coquimbo, Chile.*

2013

Nach achtjähriger Aufbauphase erfolgt die Übergabe der Leitung der Fraunhofer-Einrichtung für Marine Biotechnologie EMB in Lübeck und das Fraunhofer EMB wird in die Eigenständigkeit überführt. Der Institutsneubau auf dem Universitäts-campus der Universität zu Lübeck wird begonnen.

Das Fraunhofer IBMT eröffnet in Kooperation mit Fraunhofer Chile und der Universidad Católica del Norte ein Labor in Chile im Bereich der Forschung an Algen für biomedizinische Zwecke.

Am 15.11.2013 startet unter Federführung des Fraunhofer IBMT das Fraunhofer-Leitprojekt »Theranostische Implantate«. Theranostische Implantate umfassen in einem einzigen System Diagnostik und Therapie. Über vier Jahre entwickelt das Projektkonsortium drei Technologieplattformen zur Bearbeitung von Krankheitsbildern, die in Deutschland einen hohen Kostenanteil am Gesundheitssystem verursachen, wie kardiovaskuläre Erkrankungen, Krankheiten des Nervensystems und des Skeletts.

2014

Am 03.02.2014 wird der Verein »Labor der Zukunft e. V.« auf Initiative des Fraunhofer IBMT unter Vorsitz von Prof. Dr. Heiko Zimmermann gegründet. Die Landesregierung dokumentiert durch die Ehrenmitgliedschaft des Saarlandes im Verein ihr nachhaltiges Interesse an der Weiterentwicklung innovativer Labortechnologien für biologische, medizinisch-analytische, chemische und physikalische Labore und den damit verbundenen Perspektiven für den saarländischen Technologie- und Innovationsstandort. Grundlage für die Vereinsgründung ist

2013

After an eight-year development phase, handover of the direction of the Fraunhofer Research Establishment for Marine Biotechnology EMB in Lübeck, and the Fraunhofer EMB becomes independent. Construction work begins on the new institute building on the campus of Lübeck University.

In cooperation with Fraunhofer Chile and the Universidad Católica del Norte, the Fraunhofer IBMT opens a laboratory in Chile to carry out research on algae for biomedical purposes.

On 15.11.2013 the Fraunhofer key project "Theranostic Implants" starts up under the auspices of the Fraunhofer IBMT. Theranostic implants combine diagnostics and therapy in a single system. Over four years the project consortium develops three technology platforms to process disease profiles that constitute a high proportion of the costs in the German healthcare system, such as cardiovascular disorders, disorders of the nervous system and of the skeleton.

2014

The association Laboratory of the Future ("Labor der Zukunft e. V.") is founded on 03.02.2014 at the initiative of the Fraunhofer IBMT under the direction of Prof. Dr. Heiko Zimmermann. With its honorary membership of the association, the Saarland government documents its sustained interest in the further development of innovative technologies for biological, medical-analytical, chemical and physical laboratories, and the related perspectives for Saarland as a technology and innovation location. The basis for the foundation of the association is





## 2014

**6** Gründungsakt am 03.02.2014 in der Staatskanzlei, Palais Röder, Saarbrücken.  
 Foundation act on 03.02.2014 in State Chancellery, Palais Röder, Saarbrücken.

**6** Kooperationslabor in Babraham, Meditrina Building, Cambridge, Großbritannien.

Cooperation laboratory in Babraham, Meditrina Building, Cambridge, UK.

das von der Staatskanzlei seit dem Jahr 2010 über vier Jahre unterstützte Projekt »Labor der Zukunft« des Fraunhofer IBMT.

**6** Gründungsakt am 03.02.2014 in der Staatskanzlei, Palais Röder, Saarbrücken. Am Tisch v. l. n. r.: Jürgen Lennartz, Chef der Staatskanzlei, Prof. Dr. Heiko Zimmermann, Institutsleiter Fraunhofer IBMT und Vorsitzender des Vereins Labor der Zukunft e. V. Hintere Reihe v. l. n. r.: Karl-Josef Schmitt, Technischer Leiter Woll Maschinenbau, Bernd Pfeil, Vice President Sales & Marketing Central Europe EBV, Bernd Bischoff, Geschäftsführer Bischoff + Scheck, Volker Scheck, Geschäftsführer Bischoff + Scheck, Dr. Reinhard Stute, Ärztlicher Leiter MVZ Saar, Jochen Flackus, Geschäftsführer ZeMA, Georg Brenner, Hauptgeschäftsführer Handwerkskammer, Daniel Schmitt, Fraunhofer IBMT, Gerhard Schirra, Geschäftsführer CETECOM ICT, Heribert Hess, Tecan Deutschland, Dr. Vincent von Walcke-Wulffen, Geschäftsführer BioKryo GmbH.

Um die regional an den Standorten Leipzig, Halle und Golm vorhandenen Fraunhofer-Kompetenzen im Bereich der Life Sciences synergetisch zu konzentrieren, beschließt der Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft, die Forschungsaktivitäten des Fraunhofer IBMT am Standort Potsdam-Golm zum 01.07.2014 in das Fraunhofer IZI mit Hauptsitz in Leipzig zu integrieren.

Das Fraunhofer IBMT eröffnet ein Kooperationslabor in Zusammenarbeit mit Fraunhofer UK und der schottischen Firma »Roslin Cell Science« auf dem Research Campus Babraham, Cambridge, Großbritannien, mit dem Ziel, Produkte – unter anderem für die Pharmaindustrie – basierend auf induziert pluripotenten Stammzellen (iPS) zu entwickeln.

the Fraunhofer IBMT project "Laboratory of the Future" supported by the State Chancellery over four years from 2010.

**6** Foundation act on 03.02.2014 in State Chancellery, Palais Röder, Saarbrücken. At the table from left to right: Jürgen Lennartz, Head of the State Chancellery, Prof. Dr. Heiko Zimmermann, Head of Institute of the Fraunhofer IBMT and Chairman of the association Labor der Zukunft e. V. Back row from left to right: Karl-Josef Schmitt, Technical Director Woll Maschinenbau, Bernd Pfeil, Vice President Sales & Marketing Central Europe EBV, Bernd Bischoff, Managing Director Bischoff + Scheck, Volker Scheck, Managing Director Bischoff + Scheck, Dr. Reinhard Stute, Medical Director MVZ Saar, Jochen Flackus, Managing Director ZeMA, Georg Brenner, Managing Director Chamber of Crafts and Trades, Daniel Schmitt, Fraunhofer IBMT, Gerhard Schirra, Managing Director CETECOM ICT, Heribert Hess, Tecan Deutschland, Dr. Vincent von Walcke-Wulffen, Managing Director BioKryo GmbH.

In order to take advantage of synergies by concentrating the regionally available Fraunhofer competences in the field of life sciences at the locations Leipzig, Halle and Golm, the Board of the Fraunhofer-Gesellschaft decides to integrate the research activities of the Fraunhofer IBMT at the Potsdam-Golm location as of 01.07.2014 in the Fraunhofer IZI based in Leipzig.

The Fraunhofer IBMT opens a cooperation laboratory in collaboration with Fraunhofer UK and the Scottish company "Roslin Cell Science" on the Research Campus Babraham, Cambridge, United Kingdom with the aim of developing products – for example for the pharmaceuticals industry – based on induced pluripotent stem cells (iPSCs).



## 2015

**7** *IBMT-Hauptsitz Joseph-von-Fraunhofer-Weg 1, 66280 Sulzbach*

*IBMT headquarters Joseph-von-Fraunhofer-Weg 1, 66280 Sulzbach.*

*Außenansicht des Hauptsitzes in Sulzbach-Neuweiler, Joseph-von-Fraunhofer-Weg 1.*

*Exterior view of the headquarters in Sulzbach-Neuweiler, Joseph-von-Fraunhofer-Weg 1.*

## 2015

Am 01.01.2015 geht die geschäftsführende Institutsleitung des Fraunhofer IBMT von Prof. Dr. Günter R. Fuhr an Prof. Dr. Heiko Zimmermann über. Das Institut wird bis zum altersbedingten Ausscheiden von Prof. Dr. Günter Fuhr am 31.03.2017 in einer Doppelspitze geleitet.

Die Umstrukturierung und der Erweiterungsbau in Sulzbach werden abgeschlossen. Die zusätzliche Nutzungsfläche von ca. 3 600 qm befördert die Entwicklung neuer Felder wie der Labortechnologie, dem klinischen Gerätebau und der Implantate sowie der standardisierten und automatisierten Zell- und Gewebekultur und des Tissue Engineering (Regenerative Medizin).

Auf Initiative des Bürgermeisters der Stadt Sulzbach wird am 24.02.2015 im Beisein geladener Gäste aus regionaler Politik und Wirtschaft sowie der Nachbarindustrie und Anwohnern die Institutsadresse am Standort Sulzbach von »Industriestraße 5« in »Joseph-von-Fraunhofer-Weg 1« umbenannt.

**7** *IBMT-Hauptsitz Joseph-von-Fraunhofer-Weg 1, 66280 Sulzbach (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), Dipl.-Ing. Otmar Schön (Kuratoriumsvorsitzender Fraunhofer IBMT)).*

## 2015

On 01.01.2015 the executive directorship of the Fraunhofer IBMT passes from Prof. Dr. Günter R. Fuhr to Prof. Dr. Heiko Zimmermann. The institute will have two heads of institute until Prof. Dr. Günter Fuhr retires on 31.03.2017.

The restructuring and the construction of the extension building in Sulzbach are completed. The additional useable area of around 3,600 m<sup>2</sup> promotes the development of new fields such as laboratory technology, clinical devices and implants as well as the standardized and automated cultivation of cells and tissue, and tissue engineering (regenerative medicine).

At the initiative of the Mayor of Sulzbach, the institute address at the Sulzbach location is changed from "Industriestraße 5" to "Joseph-von-Fraunhofer-Weg 1" on 24.02.2015 in the presence of invited guests from regional politics and business as well as the neighbouring industry and residents.

**7** *IBMT headquarters Joseph-von-Fraunhofer-Weg 1, 66280 Sulzbach*

*(From left to right: Dr. Hanspeter Georgi (former Saarland Minister for the Economy and Labor), Dr. Frank Obergrießer (Fraunhofer IBMT), Prof. Dr. Günter Fuhr (Head of Institute of the Fraunhofer IBMT), Michael Adam (Mayor of Sulzbach/Saar), Dipl.-Ing. Otmar Schön (Chairman of the Board of Trustees of the Fraunhofer IBMT)).*



*Blick in einen der Lichthöfe und Laborbereiche.  
View into one of the atriums and laboratory areas.*



OUR PROFILE

*Räume des IBMT-Kontaktbüros im  
Fraunhofer-Forum Berlin.  
Premises of the IBMT liaison office in  
the Fraunhofer Forum Berlin.*

Am 19.05.2015 erfolgt zum Abschluss der dreijährigen Bauzeit die Übergabe des Erweiterungsbaus in Sulzbach in Anwesenheit der Institutsleitung, von Repräsentanten der Bauabteilung der Fraunhofer-Gesellschaft, der Architekten sowie der Bauplaner. Damit stehen moderne Labor-, Büro- und Funktionsräumlichkeiten mit zeitgemäß offen-kommunikativer Struktur und Gesamtfläche von gut 3 000 qm zusätzlich zu den bereits vorhandenen 5 000 qm zur Verfügung, weitere 1 000 qm an nutzbarer Biobankfläche sowie universell einsetzbare Laboreinheiten der Klassen S1 bis S3.

Mitte des Jahres 2015 ziehen die Institutsleitung, die Verwaltung, die Personalabteilung und die Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit in den neuen IBMT-Hauptsitz in Sulzbach/Saar ein und die neu gegründete IBMT-Hauptabteilung Medizinische Biotechnologie mit ihren Abteilungen Kryo- & Stammzelltechnologie sowie Bioprozesse & Bioanalytik bezieht den neuen Laborbereich.

Das Fraunhofer IBMT mietet aus Gründen der Nähe zum Biotechnologiestandort Berlin-Brandenburg sowie zur Bundeshauptstadt mit ihren Ministerien, Forschungs- und Wirtschaftsansiedlungen in Berlin Räume im Fraunhofer-Forum Berlin an.

On the 19.05.2015, after three years construction time, the extension in Sulzbach is handed over in the presence of the heads of institute, representatives of the construction department of the Fraunhofer-Gesellschaft, the architects and planners. This means that modern laboratory, office and functional premises are now available with a modern, open, communicative structure and a total area of more than 3,000 m<sup>2</sup> in addition to the existing 5,000 m<sup>2</sup>, a further 1,000 m<sup>2</sup> of useable biobank area as well as universally applicable laboratory units of classes S1 to S3.

In the middle of 2015 the institute direction, the administration, the human resources department and the press and public relations offices move into the new IBMT headquarters in Sulzbach/Saar and the newly founded IBMT main department Medical Biotechnology with its departments Cryo & Stem Cell Technology as well as Bioprocesses & Bioanalytics moves into the new laboratory area.

In order to be near the biotechnology location Berlin-Brandenburg and to the federal capital itself with its ministries, research facilities and commercial activities, the Fraunhofer IBMT rents space in the Fraunhofer-Forum Berlin.

## 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 multiskalaren 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 Prozessüberwa-

chungstechnik, 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.

### »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).

## 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, microsystems technology (microsensors, micro actuators 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 pro-

cess 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 over 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.

### **"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).



Die Projektgruppe Umweltprobenbank – Humanproben des Fraunhofer-Instituts für Biomedizinische Technik IBMT sammelt 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 Probenahme für die Umweltprobenbank des Bundes im mobilen epidemiologischen Diagnostiklabor des Fraunhofer IBMT (Foto: Bernd Müller).*



2

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 Taking samples for the German Environmental Specimens Bank in the mobile epidemiological diagnostic laboratory of the Fraunhofer IBMT (Photo: Bernd Müller).*

# EINBINDUNG IN UNIVERSITÄTEN UND HOCHSCHULEN

## **Univ.-Prof. Dr. Heiko Zimmermann**

Universität des Saarlandes  
Fachrichtung Biowissenschaften  
(Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät)  
Lehrstuhl für Molekulare und Zelluläre Biotechnologie

## **Univ.-Prof. Dr. Günter R. Fuhr**

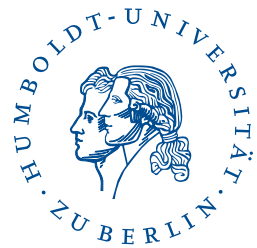
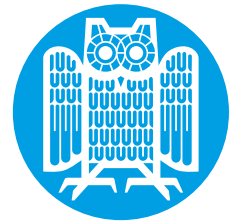
Universität des Saarlandes  
Fachbereich Klinische Medizin (Medizinische Fakultät)  
Kooptiertes Mitglied in der Naturwissenschaftlich-  
Technischen Fakultät  
Mitglied des Zentrums für Bioinformatik  
Lehrstuhl für Biotechnologie und Medizintechnik  
sowie  
Kooptiertes Mitglied der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen 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)  
Fakultät für Ingenieurwissenschaften  
Gründungsprofessur für Biomedizinische Technik



**htw saar**



# INTEGRATION IN UNIVERSITIES AND COLLEGES

## **Univ.-Prof. Dr. Heiko Zimmermann**

Saarland University  
Faculty of Life Sciences  
(Faculty of Natural Sciences and Technology)  
Chair of Molecular and Cellular Biotechnology

## **Univ.-Prof. Dr. Günter R. Fuhr**

Saarland University  
Faculty of Clinical Medicine (Medical Faculty)  
Co-opted member in the Faculty of Natural Science and Technology  
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 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 67 Institute und Forschungseinrichtungen. 24 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von mehr als 2,1 Milliarden Euro. Davon fallen über 1,8 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.

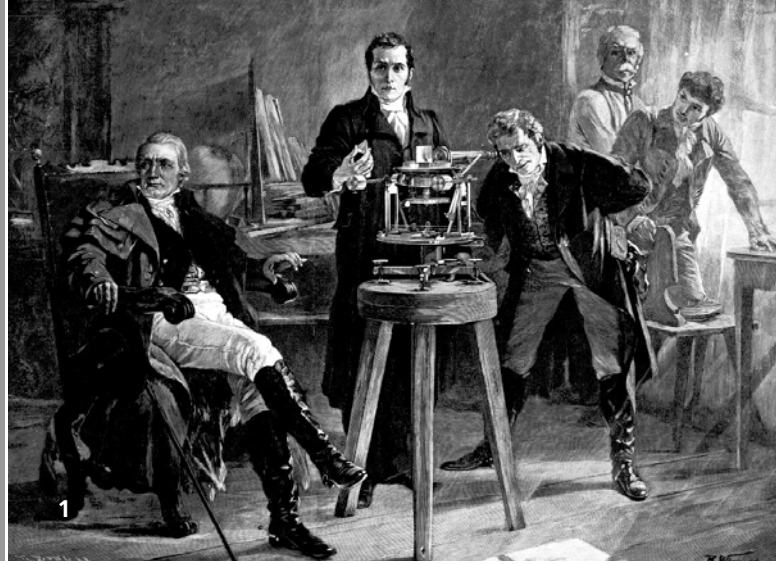
Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und innovativen Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Zugang zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

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.

<sup>1</sup> *Joseph von Fraunhofer (1787-1826) (Bildmitte).*



---

## 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 67 institutes and research units. The majority of the 24,000 staff are qualified scientists and engineers, who work with an annual research budget of more than 2.1 billion euros. Of this sum, more than 1.8 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.

1 *Joseph von Fraunhofer*  
(1787-1826) (centre).

## 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 (bis 30. Juni 2016)
- **Dr. med. Christine Günther**, Geschäftsführerin, apceth GmbH & Co. KG, München
- **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

**1 Überreichung der Ernennungsurkunde an die neu aufgenommene Kuratorin Frau Dr. med. Christine Günther, Geschäftsführerin apceth GmbH & Co. KG, München. V. l. n. r.: Prof. Dr. Hagen von Briesen, Lei-**

**ter Hauptabteilung Medizinische Biotechnologie, Dr. Christine Günther, Prof. Dr. Heiko Zimmermann, Institutsleiter Fraunhofer IBMT, Dr. Julia Neubauer, Leiterin der Abteilung Kryo- & Stammzelltechnologie.**

## 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 (until June, 30, 2016)
- **Dr. med. Christine Günther**, CEO, apceth GmbH & Co. KG, Munich
- **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



- **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
- **Dr. Hans-Ulrich Wiese**, ehemals Vorstandsmitglied der Fraunhofer-Gesellschaft, München

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

- **Dr. Hans-Ulrich Wiese**, former Board Member of the Fraunhofer-Gesellschaft, Munich

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

**1** Handover of the nomination certificate for the new member of the advisory board, Dr. med. Christine Günther, CEO apceth GmbH & Co. KG, Munich. From left to right: Prof. Dr. Hagen von Briesen, Head of the Main

Department of Medical Biotechnology, Dr. Christine Günther, Prof. Dr. Heiko Zimmermann, Head of Institute of the Fraunhofer IBMT, Dr. Julia Neubauer, Head of the Department of Cryo & Stem Cell Technology.

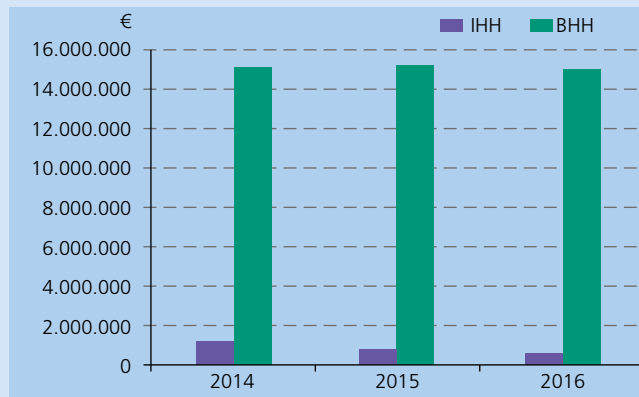
# DAS INSTITUT IN ZAHLEN

# THE INSTITUTE IN FACTS AND FIGURES

## Betriebsergebnis

Der IBMT-Gesamthaushalt betrug im Jahr 2016 15,6 Mio. €.

Entwicklung des Gesamthaushalts des Fraunhofer IBMT in Euro (BHH – Betriebshaushalt; IHH – Investitionshaushalt).



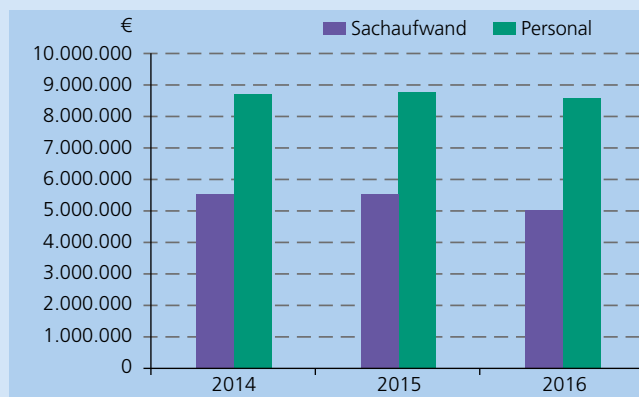
## Operative result

The total IBMT budget in 2016 amounted to € 15.6 million.

Development of the overall budget of the Fraunhofer IBMT in Euro (BHH – operating budget; IHH – investment budget).

## Personal- und Sachaufwand

Entwicklung des Personal- und Sachaufwands des Fraunhofer IBMT in Euro.

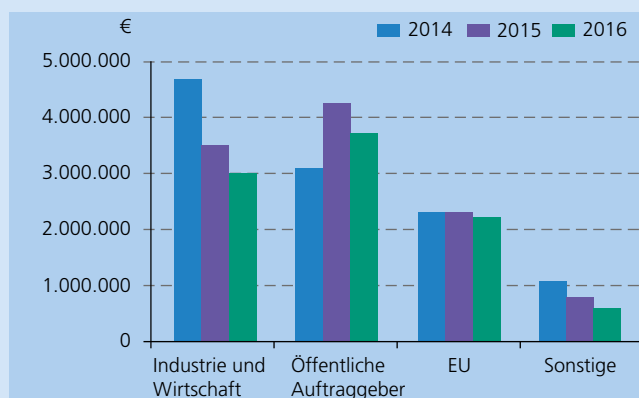


## Staff and Material Costs

Staff and material costs trend of Fraunhofer IBMT in Euro.

## Vertragsforschung

Entwicklung der Vertragsforschung am Fraunhofer IBMT in Euro.



## Contract Research

Trend for contract research at Fraunhofer IBMT in Euro.

## Verwaltungsleitung

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

## Head of Administration

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

*Blick in den Reinraum – Elektrodenfertigung für die Neuroprothetik am Standort St. Ingbert (Foto: Bernd Müller).*

*View into the clean room – electrode manufacturing for neuroprosthetics at the location in St. Ingbert (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 vier Abteilungen gegliedert:

Kryo- & Stammzelltechnologie, Bioprozesse & Bioanalytik, Biomedizinische Mikrosysteme und Medizintechnik & Neuroprothetik und innerhalb der Hauptabteilung Ultraschall in die drei Abteilungsgeschäftsfelder: Biomedizinischer Ultraschall, Technischer Ultraschall und Sonar. Die Abteilungen werden als eigenständige »Profit«- und »Cost«-Zentren geführt.

## Institutsleitung des IBMT / Head of the IBMT



Prof. Dr. Heiko Zimmermann  
(geschäftsführend/managing)

+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 four departments: Cryo

& Stem Cell Technologies, Bioprocessing & Bioanalytics, Biomedical Microsystems and Medical Engineering & Neuroprosthetics and within the main department Ultrasound in three departmental business areas: Biomedical Ultrasound, Technical Ultrasound and Sonar. 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 Bohnenberger  
+49 (0) 6897/9071-193  
stefanie.bohnenberger@ibmt.fraunhofer.de

#### Geschäftsfelder / Business Areas

##### Labortechnologie Laboratory Technology



Dipl.-Betriebsw. (FH) Markus Michel  
+49 (0) 6897/9071-111  
markus.michel@ibmt.fraunhofer.de

##### Theranostik Theranostics



Prof. Dr. Klaus-Peter Hoffmann  
+49 (0) 6897/9071-400  
klaus-peter.hoffmann@ibmt.fraunhofer.de

##### Medizintechnik Medical Engineering



Dipl.-Ing. (FH) Steffen Tretbar  
+49 (0) 6897/9071-300  
steffen.tretbar@ibmt.fraunhofer.de

**(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

**Kryobiotechnologie  
Cryobiotechnology**

Dr. Ina Meiser  
+49 (0) 6897/9071-166  
ina.meiser@ibmt.fraunhofer.de

**Biomonitoring & Biobanken  
Biomonitoring & Biobanks**

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

**Präklinische Nanomedizin  
Preclinical Nanomedicine**

Dr. Nadine Wilhelm  
+49 (0) 6897/9071-279  
nadine.wilhelm@ibmt.fraunhofer.de

**Biomedizinische Optik  
Biomedical Optics**

Dr. Frank Stracke  
+49 (0) 6897/9071-296  
frank.stracke@ibmt.fraunhofer.de

**Zelluläre Bioprozesse  
Cellular Bioprocessing**

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

**Nanotoxikologie  
Nanotoxicology**

Dr. Yvonne Lydia Kohl  
+49 (0) 6897/9071-256  
yvonne.kohl@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. (FH) Steffen Tretbar  
+49 (0) 6897/9071-300  
steffen.tretbar@ibmt.fraunhofer.de

**Geschäftsfeld Biomedizinischer Ultraschall**  
Business Area Biomedical Ultrasound



Dr. Marc Fournelle  
+49 (0) 6897/9071-310  
marc.fournelle@ibmt.fraunhofer.de

**Geschäftsfeld Technischer Ultraschall**  
Business Area Technical Ultrasound



Dipl.-Phys. Daniel Schmitt  
+49 (0) 6897/9071-320  
daniel.schmitt@ibmt.fraunhofer.de

**Geschäftsfeld Sonar**  
Business Area Sonar



Dipl.-Ing. Michael Ehrhardt  
+49 (0) 6897/9071-330  
michael.ehrhardt@ibmt.fraunhofer.de

**Simulation/Vorentwicklung**  
Simulation/Advance  
Development

Dipl.-Ing. Peter Weber  
+49 (0) 6897/9071-340  
peter.weber@ibmt.fraunhofer.de

**Softwareentwicklung/System-  
integration / Software Develop-  
ment/System Integration**

Dr. Holger Hewener  
+49 (0) 6897/9071-350  
holger.hewener@ibmt.fraunhofer.de

**Wandlerentwicklung**  
Transducer Engineering

Dipl.-Ing. Christian Degel  
+49 (0) 6897/9071-370  
christian.degel@ibmt.fraunhofer.de

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

Thomas Trautmann  
+49 (0) 6897/9071-380  
thomas.trautmann@ibmt.fraunhofer.de

**Elektronikentwicklung**  
Electronics Engineering

Dipl.-Ing. Christoph Risser  
+49 (0) 6897/9071-360  
christoph.risser@ibmt.fraunhofer.de

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

**Biomedizintechnik / Biomedical Engineering**



Prof. Dr. Klaus-Peter Hoffmann  
+49 (0) 6897/9071-400  
klaus-peter.hoffmann@ibmt.fraunhofer.de

**Biomedizinische Mikrosysteme  
Biomedical Microsystems**



Dr. Thomas Velten  
+49 (0) 6897/9071-450  
thomas.velten@ibmt.fraunhofer.de

**Medizintechnik & Neuroprothetik  
Medical Engineering & Neuroprosthetics**



Prof. Dr. Klaus-Peter Hoffmann  
+49 (0) 6897/9071-400  
klaus-peter.hoffmann@ibmt.fraunhofer.de

**Mikrosensorik & Mikrofluidik  
Microsensors & Microfluidics**

Dipl.-Ing. (FH) Thorsten Knoll  
+49 (0) 6897/9071-452  
thorsten.knoll@ibmt.fraunhofer.de

**Biotelemetrie  
Biotelemetry**

Dr. Carsten Müller  
+49 (0) 6897/9071-454  
carsten.mueller@ibmt.fraunhofer.de

**Aktive Implantate  
Active Implants**

Dipl.-Ing. Andreas Schneider  
+49 (0) 6897/9071-456  
andreas.schneider@ibmt.fraunhofer.de

**Neuromonitoring  
Neuromonitoring**

Dipl.-Ing. (FH) Roman Ruff  
+49 (0) 6897/9071-405  
roman.ruff@ibmt.fraunhofer.de

**Neuroprothetik  
Neuroprosthetics**

Dipl.-Ing. Andreas Schneider  
+49 (0) 6897/9071-456  
andreas.schneider@ibmt.fraunhofer.de

**Silikontechnologie  
Silicone Technology**

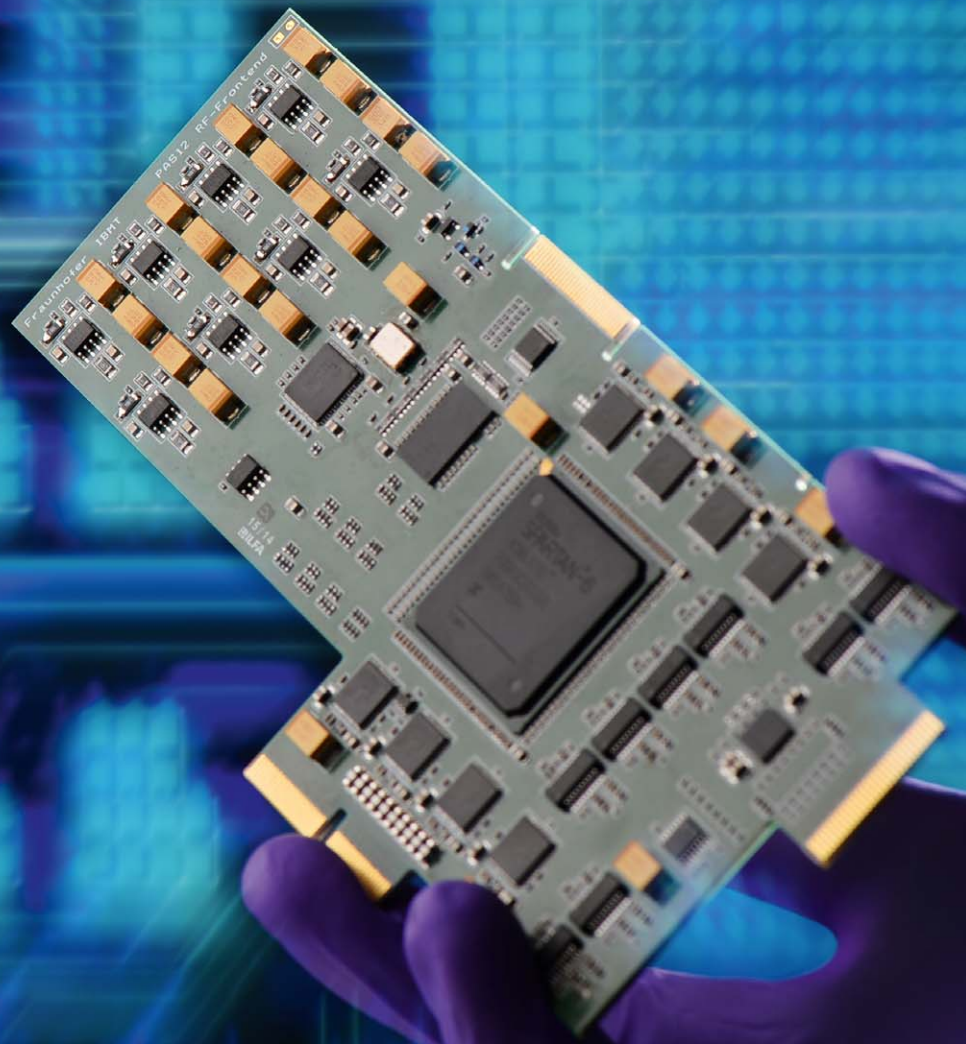
Prof. Dr. Klaus-Peter Hoffmann  
+49 (0) 6897/9071-400  
klaus-peter.hoffmann@ibmt.fraunhofer.de

**Gesundheitsinformatiksysteme  
Health Information Systems**

Dipl.-Inform. Stephan Kiefer  
+49 (0) 6897/9071-406  
stephan.kiefer@ibmt.fraunhofer.de

*Anwendungsspezifisches Front-End-Board für Mittenfrequenzen bis zu 80 MHz (Foto: Bernd Müller).*

*Application-specific frontend boards for mid-frequencies up to 80 MHz (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  
<https://www.ibmt.fraunhofer.de>

*Standortleitung: Prof. Dr. Hagen von Briesen*

### Standort St. Ingbert

Ensheimer Straße 48  
66386 St. Ingbert  
Tel.: 06897/9071-0  
Fax: 06897/9071-490

*Standortleitung: Prof. Dr. Klaus-Peter Hoffmann*

### Außenstelle Münster/Wolbeck

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

*Standortleitung: Dr. Dominik Lermen*

### Kontaktbüro Berlin

Im Fraunhofer-Forum Berlin  
Anna-Louisa-Karsch-Straße 2  
10178 Berlin

*Leitung: Prof. Dr. Heiko Zimmermann*

### Headquarters Sulzbach

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

*Site Manager: Prof. Dr. Hagen von Briesen*

### Location St. Ingbert

Ensheimer Strasse 48  
66386 St. Ingbert / Germany  
Tel.: +49 (0) 6897/9071-0  
Fax: +49 (0) 6897/9071-490

*Site Manager: Prof. Dr. Klaus-Peter Hoffmann*

### Branch Münster/Wolbeck

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

*Site Manager: Dr. Dominik Lermen*

### Liaison Office Berlin

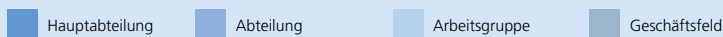
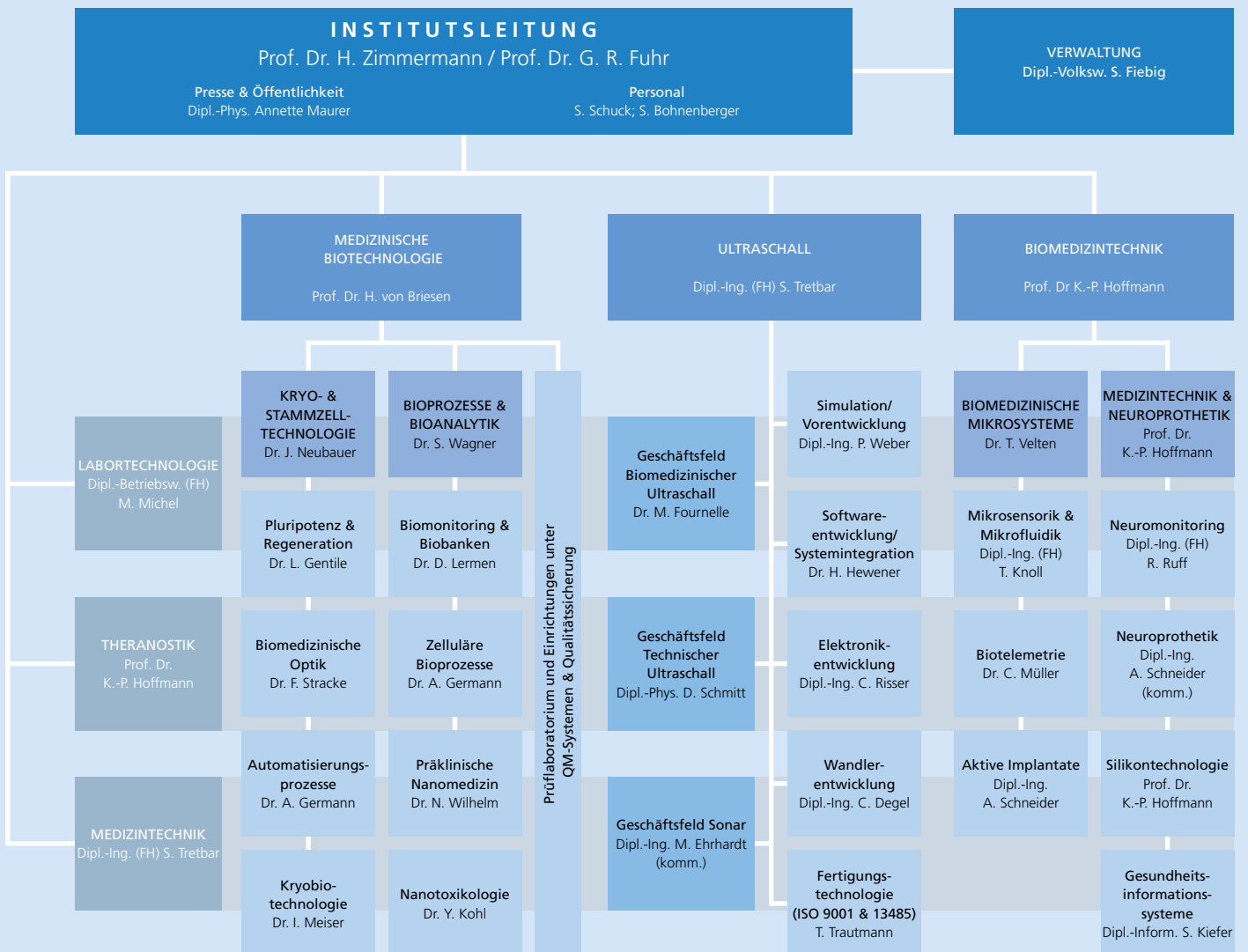
Im Fraunhofer-Forum Berlin  
Anna-Louisa-Karsch-Strasse 2  
10178 Berlin / Germany

*Manager: Prof. Dr. Heiko Zimmermann*



ORGANIGRAMM

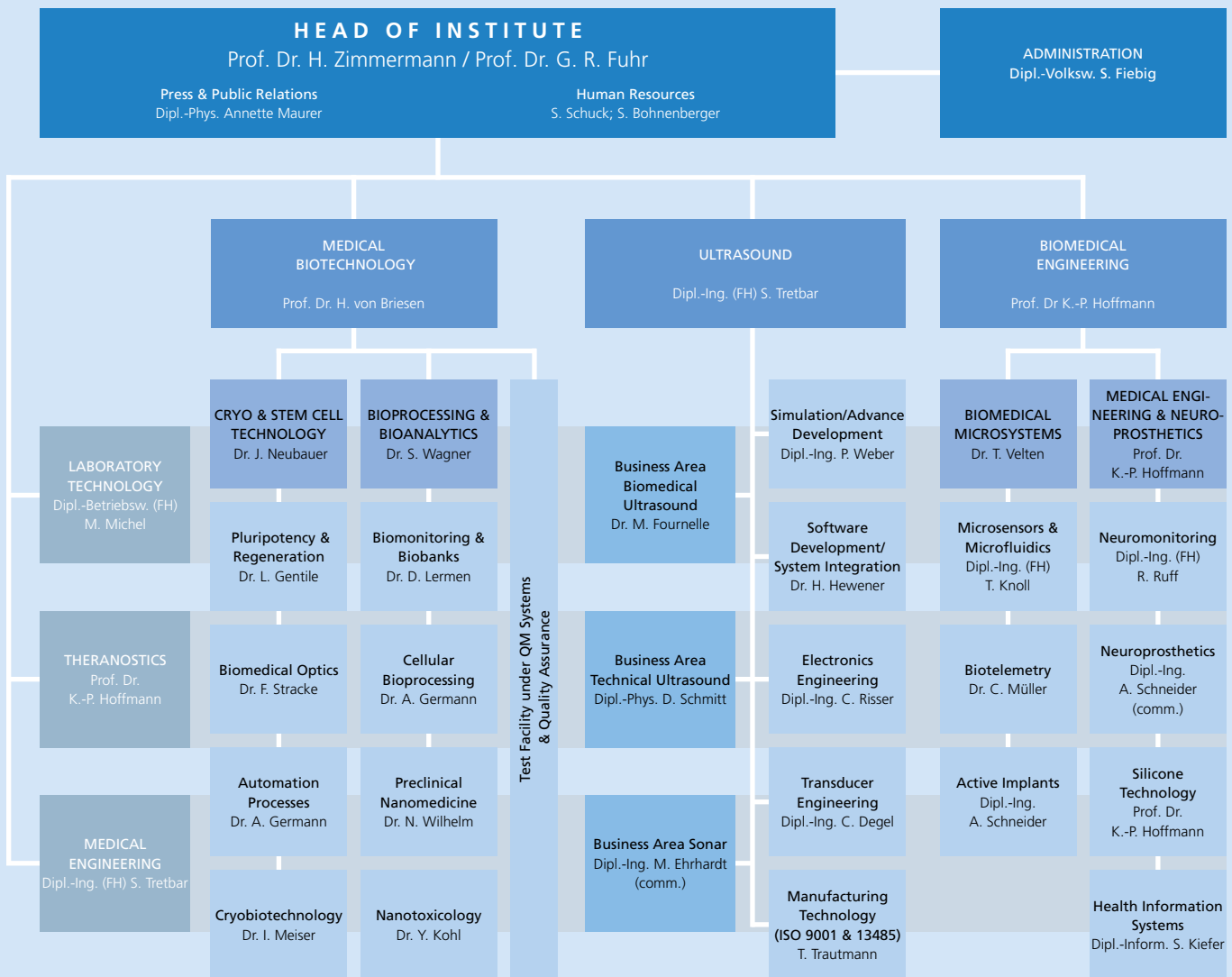
**INSTITUT FÜR BIOMEDIZINISCHE TECHNIK (IBMT)**





# ORGANIZATIONAL CHART

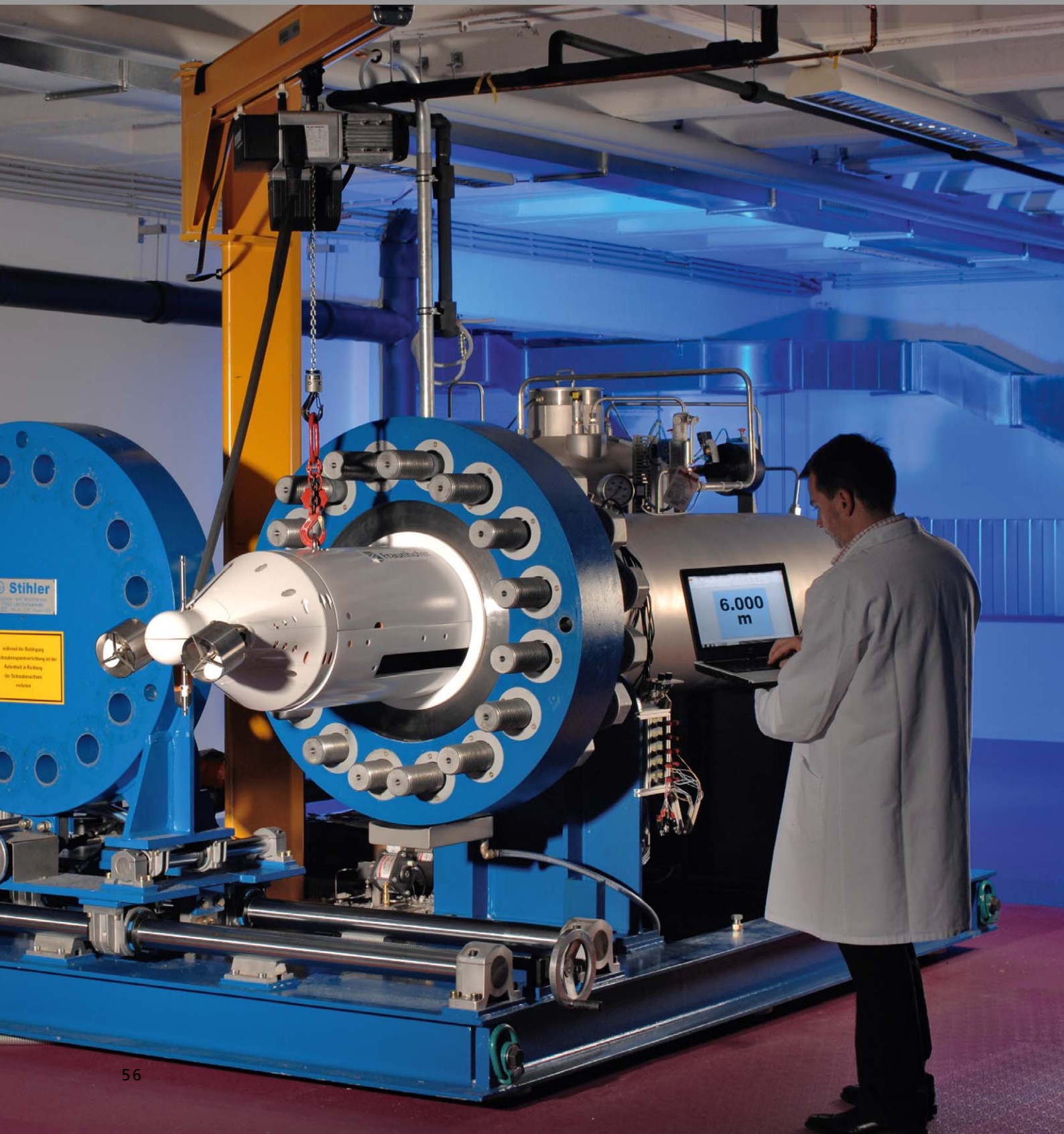
## INSTITUTE FOR BIOMEDICAL ENGINEERING (IBMT)



Main Department
  Department
  Working Group
  Business Area

*In der Druckkammer des Fraunhofer IBMT können Komponenten und Module für den Einsatz in der Tiefsee bis zu 600 bar Außen-  
druck getestet werden (Foto: Bernd Müller).*

*The pressure chamber of the Fraunhofer IBMT is used to test components and modules for deep sea applications up to 600 bar  
external pressure (Photo: Bernd Müller).*



---

# MENSCHEN UND MOMENTE PEOPLE AND MOMENTS

---



**»Scotland's Life Science Dinner & Annual Awards 2016«  
in Edinburgh**

Am 04. Februar 2016 trafen sich führende Partner aus dem Konsortium des EU-Projekts »EBiSC – European Bank for induced pluripotent Stem Cells« anlässlich des »Scotland's Life Science Dinner & Annual Awards« der schottischen Unternehmen aus dem Bereich der Life Sciences im National Museum of Scotland in Edinburgh. »EBiSC« ist ein großes europäisches Public-Private-Partnership-Projekt, das gemeinschaftlich von der Innovative Medicines Initiative (IMI) (7. Forschungsrahmenprogramm der EU, Grant No. 115582) und Mitgliedern der European Federation of Pharmaceutical Industries and Associations (EFPIA) unterstützt wird. Ziel des Projekts ist der Aufbau einer ersten Europäischen Bank für induzierte pluripotente Stammzellen (iPS). Die Veranstaltung bot vielfältige Möglichkeiten des Networkings mit Unternehmen aus dem Bereich der Life Sciences.

**1** V. l. n. r.: *Malcolm Bateman, Chair Roslin BioCentre, CEO Roslin Foundation, Dr. Tim Allsopp, Pfizer, Koordinator des EBiSC-Projekts, Head of External Research Regenerative Medicine, Prof. Dr. Heiko Zimmer-*

*mann, Institutsleiter Fraunhofer IBMT, Aidan Courtney, CEO Roslin Cell Sciences, Co-founder und Mitglied des EBiSC Consortium Boards.*

**2** *Urkunde des Jens-Kirsch-Preises 2016.*

**Jens-Kirsch-Preis der Deutschen Gesellschaft für Kolo-  
proktologie e. V. 2016 verliehen**

Die Deutsche Gesellschaft für Kolo-proktologie e. V. (DGK) ver-gibt seit 2003 den Jens-Kirsch-Preis für herausragende For-schung auf dem Gebiet der Kolo-proktologie. Der Preis ist benannt nach seinem Stifter Dr. Jens J. Kirsch, dem langjähri-gen Ehrenpräsident der Deutschen Kolo-proktologen, und wird seit 2011 für den jeweils besten Vortrag bei der Jahrestagung der Deutschen Kolo-proktologen verliehen.

Den Jens-Kirsch-Preis 2016 erhielt am 12. März 2016 Prof. Dr. Klaus-Peter Hoffmann, Leiter der Hauptabteilung Biomedizin-technik des Fraunhofer IBMT, zusammen mit Priv.-Doz. Dr. med. Daniel W. Kauff, Dr. med. Nicolas Wachter, Herrn Axel Heimann, Prof. Dr. med. Hauke Lang und Prof. Dr. med. Werner Kneist (alle Universitätsklinikum Mainz) sowie Herrn Thilo Krüger (inomed GmbH) für die gemeinsame Publikation mit dem Titel »Experimentelle Untersuchungen zum intraanal-nen Oberflächen-EMG – Ein Ansatz zur Überwachung der extrin-sischen Innervation während TaTME«.

Der Preis wurde am 10. März 2016 anlässlich des 42. Deut-schen Kolo-proktologen-Kongresses (10.-12. März 2016) in München von Prof. Dr. Dr. Werner Hohenberger stellvertretend für das gesamte Team Herrn Professor Kneist überreicht. Prof. Dr. Dr. Hohenberger ist Inhaber des Lehrstuhls für Chirurgie der Friedrich-Alexander-Universität, Erlangen. Von 2008 bis 2012 führte er als Präsident die Deutsche Krebsgesellschaft. Seit 2013 leitet er als Präsident die Deutsche Gesellschaft für Kolo-proktologie.



Die Deutsche Gesellschaft  
für Koloproktologie e.V.

vereiht

D. W. Kauff, N. Wachter, Mainz; K.-P. Hoffmann St. Ingbert;  
T. B. Krüger, Emmendingen; A. Heimann, H. Lang, W. Kneist, Mainz

für die wissenschaftliche Arbeit

- Experimentelle Untersuchungen zum  
intraanal Oberflächen-EMG -  
Ein Ansatz zur Überwachung der extrinsischen  
Innervation während TaTME

anlässlich des  
42. Deutschen Koloproktologen-Kongresses  
dts

Jens-Kirsch-Preis 2016

München, 12 März 2016

*Heide Geymann*  
Präsidentin  
Prof. Dr. Heide Geymann

*J. Kirsch*  
Sonderbotschafter  
Prof. Dr. Klaus-Peter Hoffmann

## "Scotland's Life Science Dinner & Annual Awards 2016" in Edinburgh

On the 4<sup>th</sup> of February 2016, leading partners from the consortium of the EU project "EBiSC - European Bank for induced pluripotent Stem Cells" met in the National Museum of Scotland in Edinburgh on the occasion of "Scotland's Life Science Dinner & Annual Awards" hosted by Scottish companies from the field of life sciences. "EBiSC" is a major European public-private partnership project supported jointly by the Innovative Medicines Initiative (IMI) (7<sup>th</sup> framework research program of the EU, Grant No. 115582) and members of the European Federation of Pharmaceutical Industries and Associations (EFPIA). The aim of the project is to develop the first European bank for induced pluripotent stem cells (iPSCs). The event offered a lot of opportunities for networking with companies from the field of life sciences.

## Jens Kirsch prize of the German Society for Coloproctology awarded in 2016

The Deutsche Gesellschaft für Koloproktologie e. V. (German Society for Coloproctology - DGK) has been awarding the Jens Kirsch Prize for outstanding research in the field of coloproctology since 2003. The prize is named after its founder Dr. Jens J. Kirsch, the long-time honorary president of the German Society for Coloproctology, and has been awarded since 2011 for the best presentation at the annual congress of the German coloproctologists.

On the 12<sup>th</sup> of March 2016, the Jens Kirsch Prize 2016 was awarded to Prof. Dr. Klaus-Peter Hoffmann, Head of the Main Department Biomedical Engineering of the Fraunhofer IBMT, along with Priv.-Doz. Dr. med. Daniel W. Kauff, Dr. med. Nicolas Wachter, Mr. Axel Heimann, Prof. Dr. med. Hauke Lang and Prof. Dr. med. Werner Kneist (all University Clinic Mainz) as well as Mr. Thilo Krüger (inomed GmbH) for the joint publication entitled "Experimental investigations on the intra-anal surface EMG – an approach to monitoring the extrinsic innervation during TaTME".

The prize was handed over on the 10<sup>th</sup> of March 2016 on the occasion of the 42<sup>nd</sup> German Coloproctologist Congress (10<sup>th</sup>-12<sup>th</sup> of March 2016) in Munich by Prof. Dr. Dr. Werner Hohenberger to Professor Kneist as the representative for the whole team. Prof. Dr. Dr. Hohenberger is head of the faculty for surgery of the Friedrich Alexander University of Erlangen. From 2008 to 2012 he was president of the German Cancer Society. Since 2013 he has been president of the German Society for Coloproctology.

1 From left to right: Malcolm Bateman, Chair Roslin BioCentre, CEO Roslin Foundation, Dr. Tim Allsopp, Pfizer, coordinator of the EBiSC project, Head of External Research Regenerative

mermann, Head of Institute of the Fraunhofer IBMT, Aidan Courtney, CEO Roslin Cell Sciences, co-founder and member of the EBiSC Consortium Board. 2 Certificate of the Jens Kirsch Prize 2016.



1



2

**Besuch einer internationalen Delegation des Bundesumweltministeriums und des Umweltbundesamts im Vorfeld der Berliner HBM-Konferenz am 15. April 2016**

Ministerialrätin Dr. Birgit Wolz, Leiterin Referat Umwelt und Gesundheit, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) und Dr. Marike Kolossa-Gehring, Leiterin Fachgebiet Toxikologie, Gesundheitsbezogene Umweltbeobachtung, Umweltbundesamt (UBA), besuchten am 15. April 2016 im Vorfeld der 2. Internationalen Human Biomonitoring Konferenz in Berlin (18.-19. April 2016) in Begleitung einer internationalen Expertendelegation die Biobank des Fraunhofer IBMT in Sulzbach. Die Delegationsmitglieder zeigten sich beeindruckt vom technologischen Vorsprung des IBMT im Bereich der Biobanken- und Kryotechnologie. Im Anschluss an die Führungen wurden vor Ort aktuelle Fragen des Human-Biomonitorings diskutiert, z. B. welche Stoffe gerade ein Problem werden, wie hoch die Belastungen sind und welche Chemikalien als nicht (mehr) belastend für Mensch und Umwelt eingeschätzt werden. Fundierte Antworten auf diese Fragen liefert das Human-Biomonitoring mit den

Daten aus den Human- und Umweltprobenbanken. Human-Biomonitoring ist ein zentrales Informations- und Kontrollinstrument des gesundheitlichen Umweltschutzes, um die menschliche Belastung mit Chemikalien zu erfassen, Defizite beim Schutz der Bevölkerung vor kritischen Stoffen zu erkennen und Erfolge von Chemikalienregulierungen zu beurteilen.

Mitglieder der internationalen Delegation waren Ms. Miho Konno, Ministry of Environment, Japan, Professor Michihiro Kamijima, Nagoya City University, Japan, Dr. Shoji Nakayama, National Centre for Japan Environment and Children's Study, Japan, Dr. Tetsuo Shoda, National Centre for Children's Health and Development, Japan, Dr. Ruth Etzel, Director of U.S. Environmental Protection Agency's Office of Children's Health Protection, USA und Prof. Jun Jim Zhang, Shanghai Jiao Tong University, China.

1-3 Die Gäste informierten sich bei Vorträgen und während des Rundgangs über die neuesten Technologien im Bereich des Biobankings und die Probenahme mit dem mobilen epidemiologischen Diagnostiklabor des Fraunhofer IBMT (hier: am

Beispiel eines Modells).

4 Gruppenfoto vor dem Hauptsitz des IBMT am 15.04.2016. Prof. Dr. Heiko Zimmermann (Institutsleiter IBMT, links) mit der Delegation: MR Dr. Birgit Wolz, Leiterin Referat Umwelt und Gesundheit, Bundesministe-

rium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), und Dr. Marike Kolossa-Gehring, Leiterin Fachgebiet Toxikologie, Gesundheitsbezogene Umweltbeobachtung, Umweltbundesamt (UBA).



3



4

**Visit of an international delegation from the Federal Ministry for the Environment and the Federal Environment Agency on 15<sup>th</sup> of April 2016 in advance of the HBM Conference in Berlin**

On 15<sup>th</sup> of April 2016, undersecretary Dr. Birgit Wolz, head of the unit Environment and Health, Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety (BMUB), and Dr. Marike Kolossa-Gehring, head of the unit Toxicology, Health-related Environment Observation, Federal Environment Agency (UBA), visited the biobank of the Fraunhofer IBMT in Sulzbach with an international delegation of experts in advance of the 2<sup>nd</sup> International Human Biomonitoring Conference in Berlin (18<sup>th</sup>–19<sup>th</sup> of April 2016). The delegation members were very impressed by technological advances of the IBMT in the field of biobank and cryogenic technology. After the guided tour of the facility, current issues in human biomonitoring were discussed on site, e. g. which substances are becoming a problem, how high the contamination is, and which chemicals are regarded as not or no longer a problem for humans and the environment. Human biomoni-

toring provides scientifically founded answers to these questions with the data from the human and environmental specimen banks. Human biomonitoring is a central information and control instrument in epidemiological environmental protection to measure the contamination of humans with chemicals, to recognize deficits in protection of the population against critical substances, and to assess the success of chemicals regulations.

The members of the international delegation were: Ms. Miho Konno, Ministry of Environment, Japan, Professor Michihiro Kamijima, Nagoya City University, Japan, Dr. Shoji Nakayama, National Centre for Japan Environment and Children's Study, Japan, Dr. Tetsuo Shoda, National Centre for Children's Health and Development, Japan, Dr. Ruth Etzel, Director of the U.S. Environmental Protection Agency's Office of Children's Health Protection, USA and Prof. Jun Jim Zhang, Shanghai Jiao Tong University, China.

*1-3 In the presentations and during the tour, the guests learned about the latest technologies in the field of biobanking and sample-taking with the mobile epidemiological diagnostics lab of the Fraunhofer IBMT (here: with a model as an example).*

*4 Group photo in front of the IBMT headquarters on 15.04.2016. Prof. Dr. Heiko Zimmermann (Head of Institute IBMT, left) with the delegation: Undersecretary Dr. Birgit Wolz, head of the unit Environment and Health, Federal Ministry for*

*the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety (BMUB), and Dr. Marike Kolossa-Gehring, head of the unit Toxicology, Health-related Environment Observation, Federal Environment Agency (UBA).*

### **Fraunhofer-Forschungsmanager: Prädikat der Pionierklasse an Dipl.-Ing. (FH) Steffen Tretbar vergeben**

Die erste Abschlussklasse des neuen Prädikatsprogramms »Fraunhofer-Forschungsmanager« erhielt am 20. April 2016 ihre Prädikate von Fraunhofer-Präsident Professor Reimund Neugebauer und Professor Georg Rosenfeld, Vorstand für Technologiemarketing und Geschäftsmodelle. Ein Jahr lang haben sich 20 Teilnehmende aus 16 Instituten, aus dem Fraunhofer IBMT Herr Dipl.-Ing. (FH) Steffen Tretbar, Leiter der Hauptabteilung Ultraschall und des Geschäftsfelds Medizintechnik, mit einem sehr praxisnahen und praxisrelevanten Programm eine besondere Handlungsfähigkeit und Gestaltungsfähigkeit an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Wirtschaft erarbeitet.

Zahlreiche Institutsleiter waren gekommen, um den Abschluss des Programms mit ihren neuen Forschungsmanagern zu feiern.

Zufrieden zeigte sich zur Begrüßung der neue Fraunhofer-Vorstand Professor Georg Rosenfeld. »Wir wollen mit dem Programm talentierte Nachwuchs-Führungskräfte ausbilden. Dabei ist es uns wichtig, ihnen neben den universalen Kompetenzen einer Führungskraft etwas an die Hand zu geben, das sie gerade bei Fraunhofer brauchen: Die Gestaltungsfähigkeit an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Forschung, Akquisition und Verwertung, diese Themenkombination macht Fraunhofer einzigartig. Ich freue mich darauf, den Input aus den Projekten der Fraunhofer-Forschungsmanager in meiner neuen Aufgabe aufgreifen zu dürfen«.

In insgesamt sechs Modulen wurden die Teilnehmenden innerhalb von 18 Präsenztage durch hochkarätige, interne und externe Expertinnen und Experten in den sechs Themen Intra-

preneurship & Entrepreneurship, Marketing & Aquis, Vertriebsstrategien & Verwertungspfade, Kundenkommunikation & Netzwerkmanagement, Geschäftsmodelle & Geschäftsfelder sowie Prozesse & Strukturen geschult.

Das Programm richtet sich an Leistungsträger mit erster Führungserfahrung bzw. Mitarbeitende mit spezifischer/strategischer (Fach-)Verantwortung wie beispielsweise Business Development Manager. Die Kandidaten sollten hoch motiviert sein und bereit, etwas Neues zu lernen sowie das Neugelernte als Rollenvorbilder eines/r »Fraunhofer-Forschungsmanagers/in« an ihren Instituten weiterzugeben. Es geht also darum, besondere Talente mit einem Prädikat auszuzeichnen. »Die Forschungsmanager sind Köpfe mit hohem Zukunftspotenzial, von denen wir uns drei Dinge versprechen: Exzellenz in der Forschung, Originalität in den Ideen, Professionalität in der Verwertung. Ein besonderer Dank geht an die Institutsleiter, die ihre Besten in dieses Programm geschickt haben«, war auch Fraunhofer-Präsident Neugebauer vom Prädikatsprogramm überzeugt.

### **Prädikatsprogramm**

#### **»Fraunhofer-Forschungsmanager/in«**

Das Prädikatsprogramm ist ein institutsübergreifendes und exklusives Qualifizierungsangebot. Das Programm zielt auf die Professionalisierung des Forschungsmanagements in den strategischen Aktionsfeldern der Fraunhofer-Gesellschaft. Zu diesen Aktionsfeldern zählen die Förderung des Ausbaus von Verwertungspfaden und strategischer Akquisitionen sowie die Erweiterung von Standortkonzepten.

Formate des Programms beinhalten Coaching, Mentoring, Arbeit in institutsübergreifenden Projektgruppen, verschiedene Transferformate (Reflecting Lounge, Transfer Coaching), die Nutzung von Bildungstechnologien ebenso wie ein Sportangebot. Wesentlicher Bestandteil des Programms ist die Projektarbeit. Über die gesamte Laufzeit eines Durchgangs hinweg wird in interdisziplinären, institutsübergreifenden Teams ein Projekt bearbeitet.





### Fraunhofer research managers: distinctions awarded to Dipl.-Ing. (FH) Steffen Tretbar of the pioneer class

The first graduating class of the new distinction program "Fraunhofer Research Managers" received their certificates of distinction on 20<sup>th</sup> of April 2016 from Fraunhofer President Professor Reimund Neugebauer and Professor Georg Rosenfeld, director for technology marketing and business models. For a whole year, 20 participants from 16 institutes – from the Fraunhofer IBMT Dipl.-Ing. (FH) Steffen Tretbar, head of the main department Ultrasound and of the business area Medical Engineering – developed special skills and organizational abilities at the interface between science and commerce with the help of a highly practical and practice-relevant program.

Many of the institute directors came to celebrate the end of the program with their new research managers.

The new Fraunhofer director Professor Georg Rosenfeld expressed his satisfaction in his greeting address: "The aim of the program is to train talented young managers. Alongside the universal competences of a manager, we also want to give them something that they will need in particular at Fraunhofer: the ability to shape things at the interface between science and industry, research, acquisition and capitalization. This combination of areas is what makes Fraunhofer unique. I am looking forward to being able to use the input from the projects of the Fraunhofer research managers in my new position."

In a total of six modules the participants were trained within 18 attendance days by high-carat, internal and external experts in the six areas: intrapreneurship & entrepreneurship, marketing & acquisition, sales strategies & commercialization pathways, customer communication & network management, business models & business fields as well as processes & structures.

The program is aimed at high achievers with initial management experience and employees with specific/strategic (departmental) responsibility such as Business Development Manager. The candidates have to be highly motivated and willing to learn something new, and to pass on what they have learned as role models of a "Fraunhofer Research Manager" at their institutes. It is thus a matter of acknowledging special talents with a distinction. "The research managers are heads with high future potential from which we expect three things: excellence in research, originality in ideas, professionalism in the commercialization. Special thanks go to the institute directors who sent their best to take part in this program," according to Fraunhofer President Neugebauer.

### Distinction program "Fraunhofer Research Manager"

The distinction program is an inter-institute and exclusive qualification offer. The program aims at professionalizing research management in the strategic action fields of the Fraunhofer-Gesellschaft. These action fields include the promotion of the expansion of commercialization pathways and strategic acquisitions as well as the extension of location concepts. Program formats include coaching, mentoring, work in inter-institute project groups, various transfer formats (Reflecting Lounge, Transfer Coaching), the use of educational technologies, as well as a sport program. An essential part of the program is the project work. The candidates work on a project over the whole term in interdisciplinary, inter-institute teams.

**1** Graduating class Research Managers (© Fraunhofer, Marc Mueller).



## Tag der Architektur am 25. Juni 2016 – Führungen durch den Erweiterungsbau des Fraunhofer IBMT in Sulzbach

Am letzten Juni-Wochenende organisiert die Architektenkammer der Länder traditionell den »Tag der Architektur«, um interessierten Bürgern Besichtigungen nicht öffentlich zugänglicher Gebäude zu ermöglichen. Für das Jahr 2016 fand der »Tag der Architektur« am 25. und 26. Juni 2016 statt.

In einem Auswahlverfahren erhielt die Einreichung des Architekturbüros »hammeskrause architekten bda«, Stuttgart, für den im Jahr 2014 fertiggestellten Erweiterungsbau des Fraunhofer IBMT in Sulzbach die Zusage zur Teilnahme. In Begleitung von Professor Hagen von Briesen, Leiter der Hauptabteilung Medizinische Biotechnologie am Fraunhofer IBMT, führte Herr Veit Schäfer, Projektleiter »hammeskrause architekten bda«, am 25. Juni 2016 zwei angemeldete Besuchergruppen à ca. 20 Personen durch das Gebäude, um es aus Sicht des Architekten zu erläutern.

*Auszug aus dem Einreichungsflyer  
»hammeskrause architekten bda«:*

»Das Fraunhofer IBMT unterhält seit 1994 eine Außenstelle in der ehemaligen Hemdenfabrik Becker am Standort Sulzbach/Neuweiler. Durch die städtebaulich selbstbewusste Erweite-

rungslösung des Hallenkomplexes ist die Spitzenforschung des Instituts in dem baulich heterogenen Industriegebiet nach außen ablesbar. Ein wesentlicher Schwerpunkt des IBMT bildet die Kryotechnologie zur Lagerung lebender Proben bei tiefen Temperaturen. Übergreifender Entwurfsgedanke ist die Kryobank als Lebendzellsammlung über das Wissen der Natur. Der Neubau soll Assoziationen stimulieren – der ETFE-Screen ist identitätsstiftendes Element und bringt die Fassade zum Sprechen. Die »Zellmembran« als Baustoff illustriert die Arbeit des Instituts. ETFE ist zu 100 % recycelbar und entspricht als technischer Werkstoff der Cradle-to-Cradle-Strategie für Nachhaltigkeit. Die architektonische Form, das gewählte Material und die eingesetzte Technologie werden zum Sinnbild für die Innovationskraft der biomedizinischen Forschung und der einzigartigen Lebendzellsammlung von Zellen an diesem Standort. So wird ein Ort geschaffen, der in Erinnerung bleibt und Identität stiftet.

Hauptnutzfläche: 4 900 m<sup>2</sup>, Planungsbeginn: September 2009, Fertigstellung: Mai 2014, Bauherr: Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V.«

1 Flyer hammeskrause architekten zum Erweiterungsbau Sulzbach.

2-4 Führungen der Besuchergruppen durch Herrn Veit Schäfer, hammeskrause architekten und Prof. Dr. Hagen von Briesen, IBMT.



### Architecture Day on 25<sup>th</sup> of June 2016 – tours through the extension building of the Fraunhofer IBMT in Sulzbach

The architects' chambers in Germany traditionally hold "Architecture Day" on the last weekend of June every year in order to allow the public to view buildings that are not generally accessible. This year's "Architecture Day" took place on 25<sup>th</sup> and 26<sup>th</sup> of June 2016.

The submission of the architects' office "hammeskrause architekten bda", Stuttgart, for the extension building of the Fraunhofer IBMT in Sulzbach completed in 2014 was selected for participation. In the company of Professor Hagen von Briesen, head of the main department Medical Biotechnology at the Fraunhofer IBMT, Mr. Veit Schäfer, project director with "hammeskrause architekten bda", guided two registered visitor groups, each with around 20 persons, through the building on 25<sup>th</sup> of June 2016 to explain it from the point of view of the architect.

Excerpt from the submission flyer  
"hammeskrause architekten bda":

"The Fraunhofer IBMT has had a research centre since 1994 in the former shirt factory 'Becker' in Sulzbach/Neuweiler. The

self-confident extension solution of the hall complex makes the high-tech research of the institute in the heterogeneously developed industrial estate visible on the outside. An important focus area of the IBMT is cryotechnology for the storage of living samples at low temperatures. The overriding design concept is the cryobank as a living cell collection on the knowledge of nature. The new building is meant to stimulate associations – the ETFE screen is an identifying element and makes the facade speak. The 'cell membrane' as a building material illustrates the work of the institute. ETFE is 100 % recyclable and corresponds as a technical material to the cradle-to-cradle strategy for sustainability. The architectural form, the selected material and the technology used become a symbol of the innovative force of biomedical research and of the unique living collection of cells at this location. This creates a site that stays in the memory and establishes identity.

Useable area: 4,900 m<sup>2</sup>, planning start: September 2009, completion: May 2014, building owner: Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V."

1 Flyer hammeskrause architekten on the extension building in Sulzbach.

2-4 Tours for visitor groups led by Mr. Veit Schäfer, hammeskrause architekten and Prof. Dr. Hagen von Briesen, IBMT.



1

### **Biomedical Engineering Goes Digital – IoT & Industrie 4.0 für Biomedizin- und Labortechnik**

Internettechnologien zur Kommunikation zwischen Mensch, Maschine und Produkt sind Kernelemente der sogenannten vierten industriellen Revolution. Technologische Grundlagen von Industrie 4.0 wie cyber-physische Systeme und das »Internet der Dinge« (IoT) sind in aller Munde und strahlen von der produzierenden Industrie in weite Bereiche von Wirtschaft und Gesellschaft, in Biotechnologie, (Bio)Medizin- und Labortechnik aus. Wie werden Forschung, Entwicklung und Industrie durch diese innovativen Konzepte beeinflusst und welche Chancen ergeben sich dabei in den weiten Feldern der Lebenswissenschaften und der Gesundheitswirtschaft?

Das Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik IBMT hat am 06. September 2016 darüber gemeinsam mit ca. 80 Gästen angeregt diskutiert und zur Veranstaltung »Biomedical Engineering Goes Digital – IoT & Industrie 4.0 für Biomedizin- und Labortechnik« nach Sulzbach/Saar eingeladen.

Die Wissenschaftler und Entwickler hatten mit den Experten des Labor der Zukunft e. V., des saar.is e. V. sowie mit Anwendungsingenieuren von EBV Elektronik und NXP Semiconduc-

tors ein vielfältiges und interessantes Tagungsprogramm zusammengestellt. In drei Sessions wurden die Themen »Intelligente medizinische Systeme«, »Sicherheit und Kryptographie« sowie »Medizinische Implantate und Wearables« in verschiedenen Vorträgen von verschiedenen Seiten beleuchtet. Dabei wurden sowohl Instrumente und Technologien zur Implementierung als auch Anforderungen und Potenziale aus Sicht der Anwender adressiert. Neben hochkarätigen Vorträgen konnten als weitere Highlights im Technologieträger des Fraunhofer IBMT, dem »mobilen epiLab«, und im NXP-IoT-Truck die neuesten IoT- und Industrie-4.0-Lösungen und deren Anwendung live erlebt werden.

Die Veranstaltung richtete sich an Interessenten aus Industrie und Forschung: an Wissenschaftler, um den aktuellen Stand der Technik kennenzulernen, an Entwickler, die geeignete Instrumente und Hardware für eine Implementierung suchen sowie an Entscheider, die sich über Potenziale und Möglichkeiten der neuen Technologien für ihr Umfeld informieren möchten.

*1–3 Gäste der Veranstaltung  
bei der Besichtigung der mobilen  
Labore und während der  
Vorträge.*



## Biomedical engineering goes digital – IoT & Industry 4.0 for biomedical and laboratory engineering

Internet technologies for communication between humans, machines and products are core elements of what is being called the fourth industrial revolution. The technological bases of Industry 4.0 such as cyber-physical systems and the "Internet of Things" (IoT) are on everyone's lips and radiate from the producing industry into other areas of commerce and society, into biotechnology, (bio)medicine and laboratory technology. How will research, development and industry be influenced by these innovative concepts, and which chances will arise in the broad fields of life sciences and the healthcare sector?

On the 6<sup>th</sup> of September 2016 the Fraunhofer Institute for Biomedical Engineering IBMT had a lively discussion about this with around 80 guests, and extended invitations to attend the event "Biomedical Engineering Goes Digital - IoT & Industry 4.0 for Biomedical and Laboratory Engineering" in Sulzbach/Saar.

The scientists and developers had worked with the experts from the association Labor der Zukunft e. V. (Laboratory of the Future) and from the saar.is e. V. as well as with applications engineers from EBV Elektronik and NXP Semiconductors to put together a diverse and interesting congress program. In three sessions, the areas "intelligent medical systems", "security and cryptography" as well as "medical implants and wearables" were illuminated from different sides in various presentations. Instruments and technologies for the implementation, as well as requirements and potentials from the point of view of the users were addressed. Alongside high-carat presentations, the latest IoT and Industry 4.0 solutions and their applications could be experienced live as further highlights in the technology carrier of the Fraunhofer IBMT, the "mobile epiLab", and in the NXP-IoT Truck.

The event was aimed at interested parties from industry and research: at scientists to inform them about the current state of the art, at developers to help them choose suitable instruments and hardware for an implementation, and at decision-makers who need to be informed about the potentials and opportunities of the new technologies for their particular area.

1–3 Guests at the event viewing the mobile laboratories and during the presentations.



### Mobile Labortechnik des Fraunhofer IBMT auf dem Festival der Zukunft – Umweltpolitik 3.0

#### 30-Jahrfeier des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) in Berlin, 10.-11. September 2016

Ob Artenvielfalt, Stadtentwicklung, Mobilitätskonzepte, Konsummuster oder Wirtschaftsentwicklung – beim großen Umweltratschlag zum 30-jährigen Jubiläum des BMUB ging es um die Herausforderungen an die Umweltpolitik der Zukunft. Über 100 Initiativen, Verbände und Organisationen aus der Zivilgesellschaft beteiligen sich mit ihren Schwerpunkten und Standpunkten. Dazu gab es hochrangige Podiumsdebatten mit internationalen Gästen, ein Kino- und Musikprogramm, Infostände und familienfreundliche Mitmachaktionen.

Als langjähriger Partner des BMUB in den Projekten Umweltprobenbank des Bundes und der Deutschen Umweltstudie zur Gesundheit war auch das Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik IBMT vertreten.

Im Technologieträger »epiLab«, dem mobilen Labor der Zukunft des Fraunhofer IBMT, konnten neueste mobile Labortechnologien erfahren und vielseitige Informationen zu dessen Einsatz erhalten werden.

Das »epiLab« des Fraunhofer IBMT wird u. a. eingesetzt, um im Rahmen der Probenahmen des Humanbereichs der Umweltprobenbank des Bundes (UPB) Vollblut-, Plasma-, und 24-Stunden-Sammelurinproben zur Schadstoffüberwachung in Deutschland unter hochstandardisierten und reproduzierbaren Bedingungen zu sammeln. Das integrierte Labor der biologischen Sicherheitsstufe S2 erlaubt eine Bearbeitung und Analyse von Humanproben unmittelbar vor Ort. Der kurze Weg der Proben aus dem menschlichen Körper in die Analysegeräte gewährleistet eine hohe Qualität der Ergebnisse, indem zwischengeschaltete Zwischenlager- und/oder Einfrierprozesse, die sensible Proben beeinflussen können, vermieden werden. Ein eigenes Kryolager ermöglicht nach erfolgter Eingangskarakterisierung ein standardisiertes Einfrieren der Proben und einen sicheren Transport zum UPB-Kryolager in Münster/Wolbeck ohne Unterbrechung der Kühlkette.

Die Umweltprobenbank des Bundes ermöglicht einen Überblick über die umweltbedingte Schadstoffbelastung des Menschen. Sie bildet daher 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.

**1** Eröffnung des Festivals der Zukunft durch Bundesumweltministerin Dr. Barbara Hendricks.  
**2** Fachgespräche mit der Präsidentin des Umweltbundesamtes, Frau Maria Krautzberger (rechts), und der Leiterin des

Fachbereichs II, 1.2. Toxikologie, gesundheitsbezogene Umweltbeobachtung am Umweltbundesamt, Frau Dr. Marika Kolossa-Gehring (links), im epiLab des Fraunhofer IBMT.

**3** Diskussionen zur mobilen Labortechnik des Fraunhofer IBMT und zu Ergebnissen der Umweltprobenbank des Bundes mit IBMT-Mitarbeitern, Vertretern des Umweltbundesamtes und Besuchern.



**Mobile laboratory technology of the Fraunhofer IBMT at the Festival of the Future – environmental policy 3.0**

**30<sup>th</sup> anniversary celebration of the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety (BMUB) in Berlin, 10<sup>th</sup> -11<sup>th</sup> of September 2016**

Whether biodiversity, urban development, mobility concepts, consumption patterns or economic development, the big environmental event to mark the 30<sup>th</sup> anniversary of the BMUB was all about the challenges for environmental policy in the future. More than 100 initiatives, associations and organizations from civil society took part with their focus points and positions. There were high-grade panel debates with international guests, a cinema and music program, information stands and family-friendly activities.

As a long-time partner of the BMUB in the projects Environmental Specimen Bank and the German Environmental Study on Health, the Fraunhofer Institute for Biomedical Engineering IBMT was also represented.

In the technology carrier "epiLab", the mobile laboratory of the future, it was possible to experience the latest mobile lab technologies and learn all about its use for monitoring pollutants in Germany.

The "epiLab" of the Fraunhofer IBMT is used, among other things, within the framework of the sample taking of the human section of the Environmental Specimen Bank (UPB) to collect whole blood, plasma and 24-hour urine samples for toxics monitoring in Germany under highly standardized and reproducible conditions. The integrated laboratory of biological safety level S2 allows the processing and analysis of human samples directly on site. The short path of the samples from the human body to the analysis devices guarantees a high quality of the results by avoiding interim storage and/or freezing processes which can influence the sensitive samples. After initial characterization, the lab has its own cryostorage facility to allow standardized freezing of the samples and secure transport to the UPB cryostorage in Münster/Wolbeck without any interruptions in the cooling chain.

The Environmental Specimen Bank allows an overview of environment-related contamination of humans by pollution. It thus forms a central element of environmental monitoring in Germany. For more than 30 years now 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 and wildlife protection and in controlling the success of such measures.

**1** Opening of the Festival of the Future by Federal Environment Minister Dr. Barbara Hendricks.  
**2** Expert talks with the President of the Federal Environment Agency, Maria Krautzberger (right), and the Director of

Department II, 1.2. Toxicology, Health-related Environmental Observation at the Federal Environment Agency, Dr. Marika Kolossa-Gehring (left), in the epiLab of the Fraunhofer IBMT.  
**3** Discussions on the mobile

laboratory technology of the Fraunhofer IBMT and on results of the German Environmental Specimen Bank with IBMT staff, representatives of the Federal Environment Agency and visitors.

Automatisierte Zellkulturtechnologien (Foto: Bernd Müller).

Automated cell culture technologies (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

---

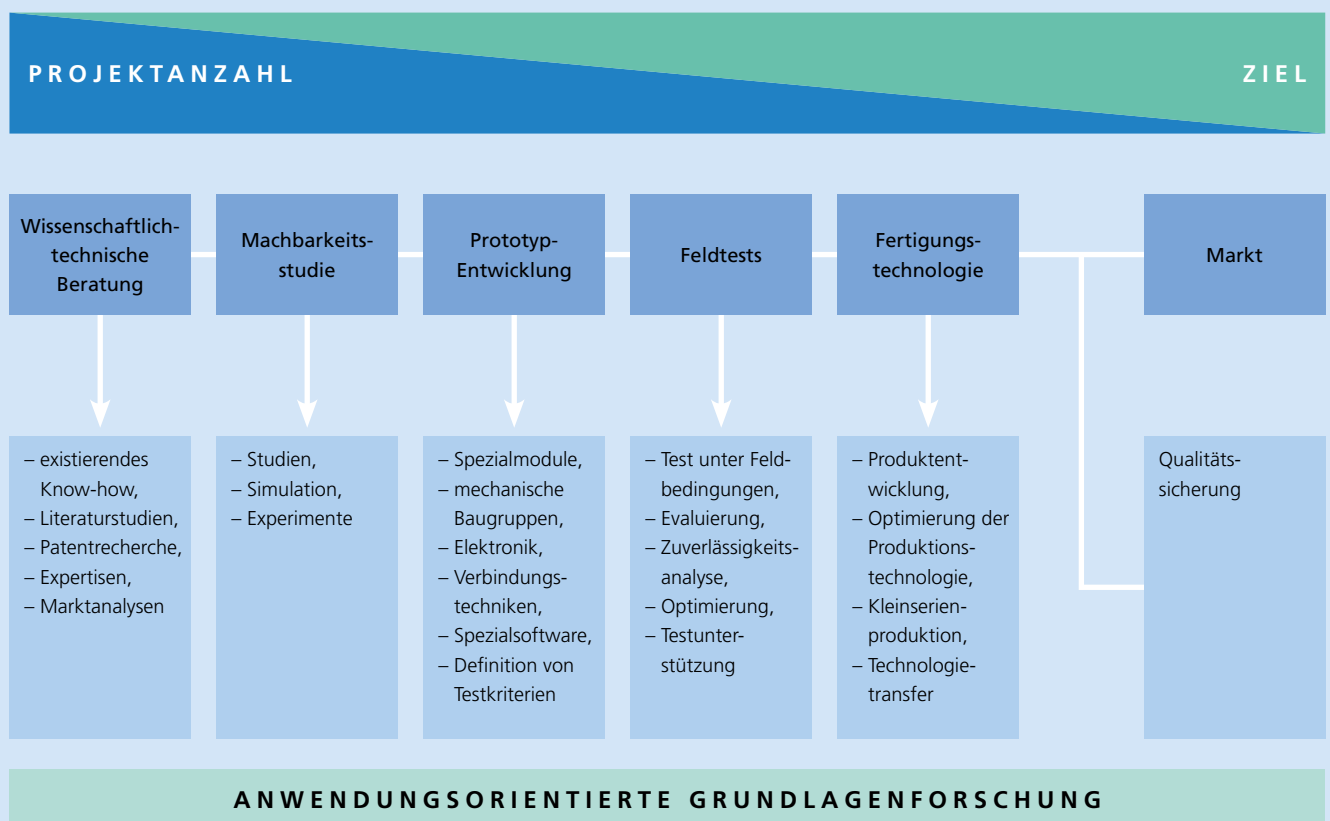
### Institutsspezifische Angebote zur Vertragsforschung

<i>Arbeitsweise:</i>	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.
<i>Praxisbezug:</i>	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.
<i>Flexibilität:</i>	Die konkrete Form, die Ausrichtung und der Umfang der Projektarbeiten richten sich nach den Anforderungen und Vorstellungen des Kunden oder Auftraggebers.
<i>Synergie:</i>	Die Einordnung in die Forschungsstrategie der Fraunhofer-Gesellschaft mit ihren 67 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.
<i>Qualität:</i>	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.
<i>Preiswürdigkeit:</i>	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.
<i>FuE-Ergebnis:</i>	Nach erfolgter Bearbeitung eines FuE-Auftrags wird dem Kunden das Ergebnis zur Verfügung gestellt.
<i>Vertraulichkeit:</i>	Anfragen werden auf Wunsch des Kunden absolut vertraulich behandelt.

### Institute-specific offers for contract research

<b>How IBMT Works:</b>	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.
<b>Practical relevance:</b>	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.
<b>Flexibility:</b>	The concrete form, the orientation and scope of project work are based on the requirements and wishes of the customer or client.
<b>Synergy:</b>	The integration into the research strategy of the Fraunhofer-Gesellschaft with its 67 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.
<b>Quality:</b>	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.
<b>Value for money:</b>	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.
<b>R&amp;D results:</b>	After completion of an R&D project, the results are made available to the customer.
<b>Confidentiality:</b>	Inquiries will be kept strictly confidential at the request of the customer.

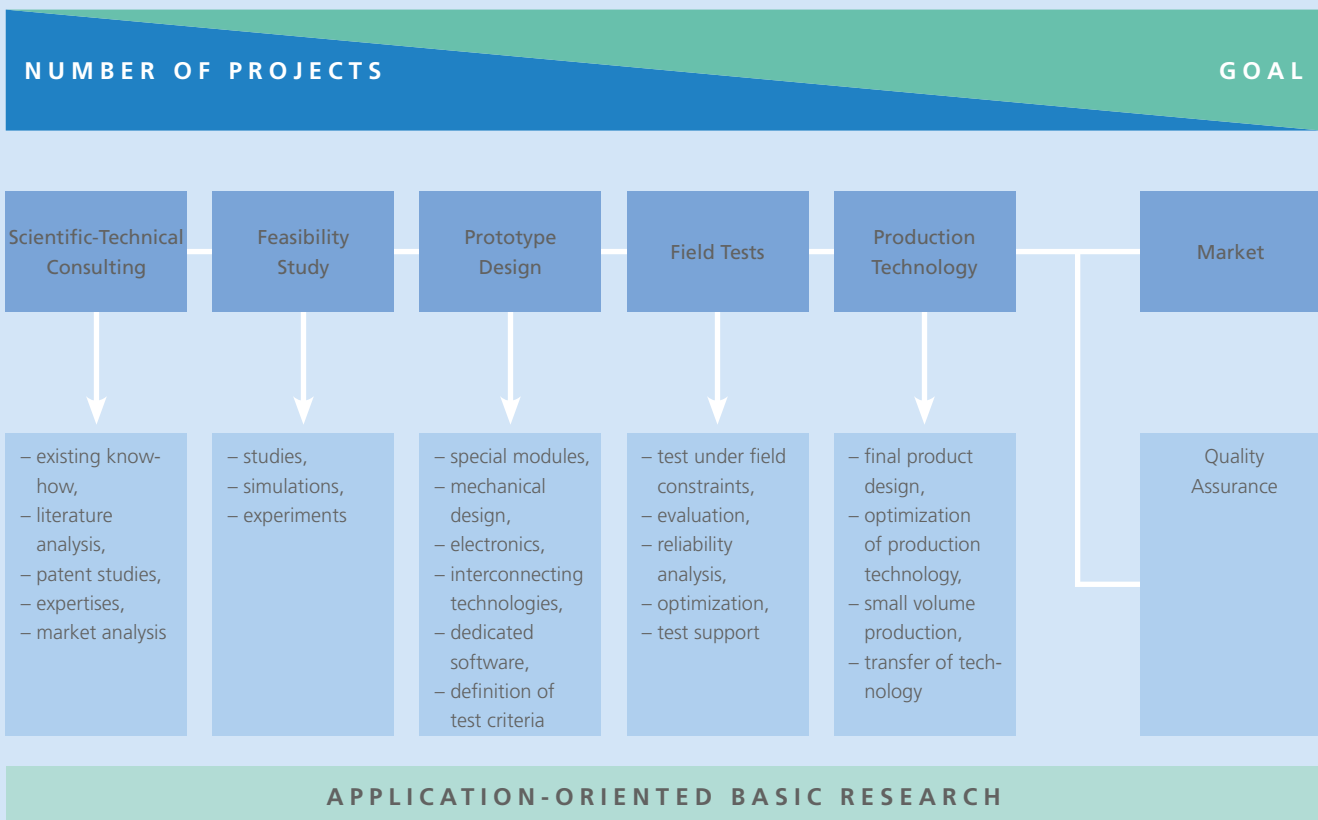
Risikominimierte Produktentwicklung.



*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 Laborprototypentwicklung dient dem praktischen Funktionsnachweis in Form eines Demonstrators. Diese Phase mündet in die Feldprototypentwicklung, 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 Biomedizinische 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.

Minimum-risk product development



**Phase Model:**

Project work is carried out in the Fraunhofer Institute for Biomedical 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 unsere Internetseite: <https://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](mailto: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 exploit 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: <https://www.ibmt.fraunhofer.de/en.html>.

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](mailto:annette.maurer@ibmt.fraunhofer.de)

*Mikrosystemtechnische Herstellung miniaturisierter Elektroden für die Neuroprothetik, z. B. im Projekt LifeHand (Foto: Bernd Müller).*

*Microsystems manufacturing of miniaturized electrodes for neuroprosthetics, e. g. in the LifeHand 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. Aber auch darüber hinaus sind Labore ein integraler Bestandteil in allen Bereichen der Forschung, Entwicklung und bei der industriellen Produktion. Die Qualität von Produkten wird regelmäßig in Laboren beurteilt, denn dort ist die Ausstattung vorhanden, um reproduzierbar zu messen und die Ergebnisse mit den Zielvorgaben zu vergleichen. Die dazu notwendige Mess- und Analysentechnik reicht von der Waage bis zum Gaschromatographen, von der Schiebellehre 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 aufwändig und kostenintensiv. Die Laborbranche umspannt in der Folge vom Handwerk bis zur Forschung, von der Geräteentwicklung bis zur Wartung einen sehr weiten Wirtschaftsbereich. Nicht nur bei Proben und Produkten, sondern auch bei der Analyse, Beurteilung und Steuerung von Prozessen und Abläufen spielt, gerade im Hinblick auf Digitalisierung (Internet-of-things) und Automatisierung (Industrie 4.0), die Labortechnologie eine immer größer werdende Rolle. Hier ist insbesondere die onlinefähige Messung direkt am/im Prozess möglichst zeitnah bzw. in Echtzeit als große Herausforderung für die Zukunft anzusehen. Das Fraunhofer IBMT beschäftigt sich seit seinem Bestehen sehr vielfältig mit Labortechnologien – sowohl als Forscher und Entwickler wie auch als Nutzer. Diese Rolle und das damit verbundene Wissen 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 hochinfektiöse Proben (BSL-3) 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 zusammengeführt und 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 über einen einzigen Ansprechpartner einbezogen. Dieser steht für Anfragen zur Verfügung und kann Projektideen dezidiert kommunizieren und vorantreiben. Auch das Engagement von Fraunhofer im Verein »Labor der Zukunft e. V.« wird an dieser Stelle 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 (z. B. Elektronik, Kraftfahrzeugbau) angesprochen und motiviert werden, einen aktiven Technologietransfer in den Bereich der Labore mitzugestalten.

### Ansprechpartner

Dipl.-Betriebsw. (FH) Markus Michel  
Telefon: +49 (0) 6897/9071-111  
markus.michel@ibmt.fraunhofer.de

Sekretariat  
Frau Kerstin Knobe  
Telefon: +49 (0) 6897/9071-301  
kerstin.knobe@ibmt.fraunhofer.de

1 *Automatisierte Probenlagerung für die Kryotechnologie. Gemeinsame Entwicklung mit ASKION (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 industrial production. The quality of 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 complex and 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. Not only for samples and products, but also in the analysis, assessment and control of processes and sequences, laboratory technology plays an ever-increasing role especially in terms of digitalization (Internet of things) and automation (Industry 4.0). In particular, the online measurement directly at/in the process as far as possible in real-time can be regarded as a major challenge for the future.

For as long as it has existed, the Fraunhofer IBMT has been working very diversely in the field of laboratory technology, both as a researcher and developer as well as a user. This role, and the associated 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 (BSL 3) 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 brought together and 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 through a single contact liaison. The latter will be available to answer enquiries and communicate and advance project ideas in a dedicated manner. The engagement of Fraunhofer will also be focussed here in the association "Laboratory of the Future e. V.". 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 (e. g. electronics, automotive engineering) are to be addressed and motivated to help in shaping active technology transfer to the laboratory sector.

#### Contact

Dipl.-Betriebsw. (FH) Markus Michel  
Telephone: +49 (0) 6897/9071-111  
markus.michel@ibmt.fraunhofer.de

#### Secretary

Ms. Kerstin Knobe  
Telephone: +49 (0) 6897/9071-301  
kerstin.knobe@ibmt.fraunhofer.de

<sup>1</sup> Automated sample storage for cryotechnology. Joint development with ASKION (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 kardiovaskulären 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) 6897/9071-400  
klaus-peter.hoffmann@ibmt.fraunhofer.de

Sekretariat  
Frau Sonja Pontius  
Telefon: +49 (0) 6897/9071-401  
sonja.pontius@ibmt.fraunhofer.de

<sup>1</sup> *Miniaturisierte Elektroden für die Neuroprothetik (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 business area, 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 production 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) 6897/9071-400  
klaus-peter.hoffmann@ibmt.fraunhofer.de

Secretary  
Ms. Sonja Pontius  
Telephone: +49 (0) 6897/9071-401  
sonja.pontius@ibmt.fraunhofer.de

**1** Miniaturized electrodes for neuroprosthetics (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 optoakustische 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. (FH) Steffen Tretbar  
Telefon: +49 (0) 6897/9071-300  
steffen.tretbar@ibmt.fraunhofer.de

Sekretariat  
Frau Kerstin Knobe  
Telefon: +49 (0) 6897/9071-301  
kerstin.knobe@ibmt.fraunhofer.de

**1 Implantierbarer titangekapselter Elektrostimulator mit drahtloser Energieversorgung und Datenübertragung per Ultraschall.**



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

optoacoustic 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. (FH) Steffen Tretbar  
Telephone: +49 (0) 6897/9071-300  
steffen.tretbar@ibmt.fraunhofer.de

Secretary  
Ms. Kerstin Knobe  
Telephone: +49 (0) 6897/9071-301  
kerstin.knobe@ibmt.fraunhofer.de

**1** *Implantable titanium-cased electrostimulator with wireless energy and data transfer by ultrasound.*

---

# 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**

- Biomedizinischer Ultraschall
- Technischer Ultraschall
- Sonar

## **Biomedizintechnik**

- Biomedizinische Mikrosysteme
- Medizintechnik & Neuroprothetik

## **Medical Biotechnology**

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

## **Ultrasound**

- Biomedical Ultrasound
- Technical Ultrasound
- Sonar

## **Biomedical Engineering**

- Biomedical Microsystems
  - Medical Engineering & Neuroprosthetics
-



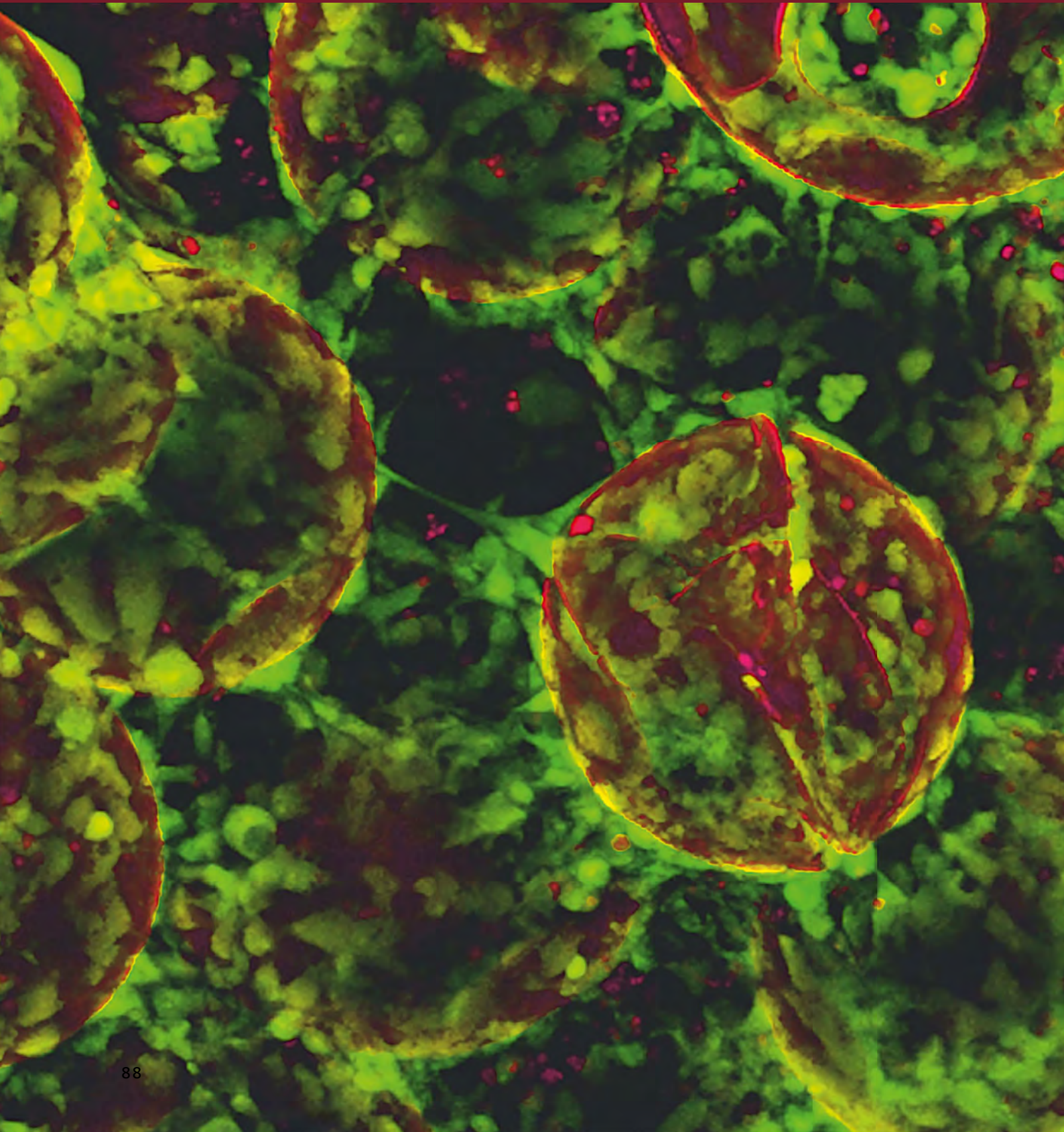
*Gesundheitsinformationssysteme zur Unterstützung der personalisierten Medizin (Foto: Bernd Müller).*

*Health information systems to support personalized medicine (Photo: Bernd Müller).*



*Humane induziert pluripotente Stammzellen (grün)  
auf Mikrocarriern.*

*Human induced pluripotent stem cells (green)  
on microcarriers.*



---

# 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 der Humanbereich der Umweltprobenbank des Bundes (UPB) betrieben. Dabei handelt es sich um ein Archiv von Humanproben, welches als Teilbereich der Umweltprobenbank des Bundes ein zentrales Element der Bundesrepublik Deutschland zur Risikobewertung von Schadstoffen im Menschen, dem sogenannten Human-Biomonitoring, 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 human related branch of the German Environmental Specimen Bank (ESB) is another important biobank operated by Fraunhofer IBMT since 2012. It is an archive of human samples which forms a central element of Germany's program for risk analysis of contaminants in humans, the so-called Human Biomonitoring.

#### **Contact**

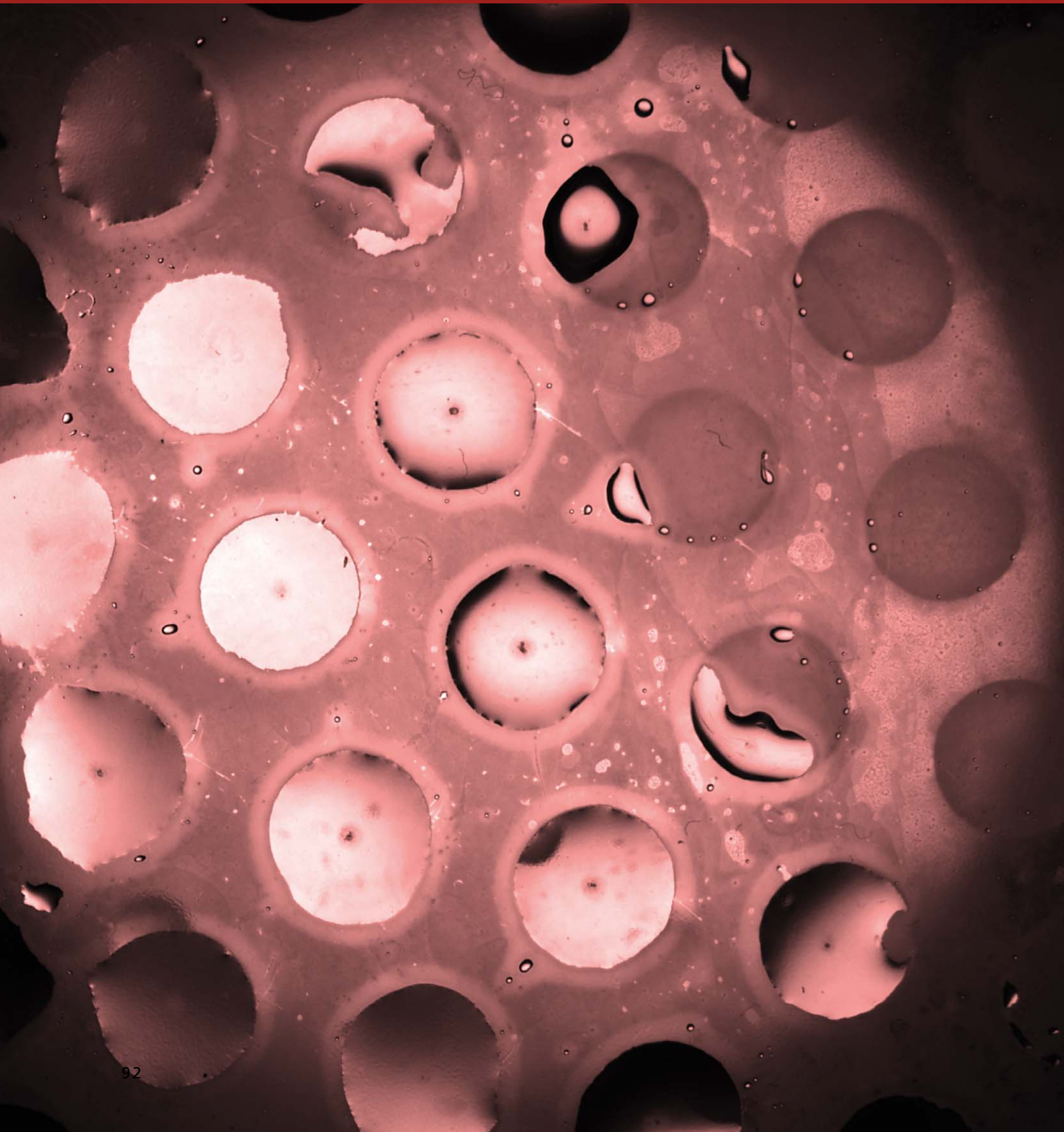
Prof. Dr. Hagen von Briesen  
Telephone: +49 (0) 6897/9071-286  
hagen.briesen@ibmt.fraunhofer.de

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

## AUSGEWÄHLTE FORSCHUNGSERGEBNISSE UND ANWENDUNGEN

*Zellkulturbeutel für Kultivierung, Differenzierung und Kryokonservierung unter abgeschlossenen Kulturbedingungen im Projekt LabBag.*

*Cell culture bag for cultivation, differentiation and cryopreservation under closed culture conditions in the LabBag project.*



---

# KRYO- & STAMMZELL- TECHNOLOGIE

## CRYO & STEM CELL TECHNOLOGY

---

### **Angebote, Ergebnisse und Produkte der Arbeitsgruppen**

Pluripotenz & Regeneration  
Biomedizinische Optik  
Automatisierungsprozesse  
Kryobiotechnologie

**Projektbeispiel: Von Algen zu innovativen Biopolymeren  
für die regenerative Medizin**

**Ausstattung**

---

### **Offers, results and products of the working groups**

Pluripotency & Regeneration  
Biomedical Optics  
Automation Processes  
Cryobiotechnology

**Project example: From algae to innovative biopolymers  
for regenerative medicine**

**Equipment**

---

Die Abteilung Kryo- & Stammzelltechnologie setzt sich aus vier Arbeitsgruppen zusammen – Pluripotenz & Regeneration, Biomedizinische Optik, Automatisierungsprozesse und Kryobiotechnologie, 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. Außerdem werden Biopolymere (z. B. Alginat) evaluiert und adaptiert, um für Stammzellen und daraus abgeleitete Zellen (z. B. Kardiomyozyten) physiologischere Bedingungen für die Expansion und Differenzierung zu gewährleisten. Zusätzlich werden innovative optische Methoden entwickelt und integriert, um das Zellverhalten auf Einzelzellebene zu untersuchen. 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 hochparallelisierter und automatisierter Mikrosysteme zum multiparametrischen Screening von Wirkstoffen für jede individuelle Zelllinie wäre ein Meilenstein für die klinische Anwendung zukünftiger Stammzelltherapien und anderer zelltherapeuti-

scher 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 four working groups – Pluripotency & Regeneration, Biomedical Optics, Automation Processes and Cryobiotechnology – 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. Furthermore, biopolymers (e. g. alginate) are evaluated and adapted in order to ensure better physiological conditions for stem cells and derived cells (e. g. cardiomyocytes) for the expansion and differentiation. In addition to this, innovative optical methods are being developed and integrated to investigate cell behaviour on the single cell level. Moreover, 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.

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 department is extending the unique competence of the Fraunhofer IBMT in the field of cryoreposi-

tory 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

- 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-Mikrocarrier
- Integration vollständiger Zellkulturprozesse in Automatisierungstechnologien mittels Robotik und Mikrofluidik
  - automatisierte Reprogrammierung
  - automatisierte hiPS-Differenzierung
- Entwicklung standardisierter Qualitätssicherung zur schnellen und konsistenten Evaluierung der Pluripotenz von hiPS
- Entwicklung neuartiger Analysemethoden für die Untersuchung dreidimensionaler Zellkonstrukte
- Zell- und Tissue Engineering medizinisch relevanter Systeme mittels biokompatibler Hydrogele
- Immunoisolation medizinisch relevanter Zellsysteme mittels biokompatibler Hydrogele
- 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

- 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
- Entwicklung von Imaging-Methoden zur Langzeit-Zeitrafferbeobachtung biologischer Systeme mittels automatisierter Bildanalyse
- Charakterisierung von Biopolymeren (z. B. Alginat) für die Zellkultur von therapeutisch relevanten Zellsystemen
- Entwicklung von Stimuli-responsiven Oberflächen für die Zellkultur von therapeutisch relevanten Zellsystemen

#### Ansprechpartner

Dr. Frank Stracke  
Telefon: +49 (0) 6897/9071-296  
frank.stracke@ibmt.fraunhofer.de

## OFFERS, RESULTS AND PRODUCTS OF THE WORKING GROUPS

### Pluripotency & Regeneration

- 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 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
- cell and tissue engineering of medically relevant systems using biocompatible hydrogels
- immunoisolation of medically relevant cell systems using biocompatible hydrogels
- development of an innovative bag-based culture system for the differentiation and cryo-preservation 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, non-linear, 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
- 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
- development of imaging methods for long-term time-lapse monitoring of biological systems using automated image analysis
- characterization of biopolymers (e. g. alginate) for cell culture of therapeutically relevant cell systems
- development of stimuli-responsive surfaces for cell culture of therapeutically relevant cell systems

### Contact

Dr. Frank Stracke  
Telephone: +49 (0) 6897/9071-296  
frank.stracke@ibmt.fraunhofer.de

## ANGEBOTE, ERGEBNISSE UND PRODUKTE DER ARBEITSGRUPPEN

### 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)
  - 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

### Kryobiotechnologie

- Forschung und Entwicklung neuer Zellkultur- und Screeningsysteme mit Fokus auf Miniaturisierung, Parallelisierung und Automatisierung
- Entwicklung neuartiger Konzepte für die Automatisierung von Zellkulturabläufen im Bereich der Stammzellforschung
- Integration vollständiger Zellkulturprozesse in Automatisierungstechnologien mittels Robotik und Mikrofluidik
  - automatisierte Toxizitätstests
  - automatisierte hiPS-Differenzierung
- 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 chemisch definierter Hochleistungskryomedia
- zell- und gewebespezifische Optimierung von Kryokonservierungsprozessen
  - Vitrifikation von hiPS auf Alginate-Mikroträgern
  - Kryokonservierung multizellulärer Konstrukte
  - Kryokonservierung adhärenter Zellsysteme
- Entwicklung optimierter Einwegartikel für die Kultivierung, Manipulation und Lebendablage von Zellen und Geweben bei kryogenen Temperaturen

### Ansprechpartnerin

Dr. Ina Meiser  
Telefon: +49 (0) 6897/9071-166  
ina.meiser@ibmt.fraunhofer.de

## OFFERS, RESULTS AND PRODUCTS OF THE WORKING GROUPS

### 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 ISO 9001:2015)
- optimization and validation of automated cell culture processes
  - cultivation of cell lines and induced pluripotent stem cells
  - production of HIV-1 pseudo-type viruses ("Good Clinical Laboratory Practice" (GCLP) - conform)
  - 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

### Cryobiotechnology

- research and development of novel cell culture and screening systems with focus on miniaturization, parallelization and automation
- development of new concepts for automation of cell culture procedures in the area of stem cell research
- integration of complete cell culture processes of automation technologies using robotics and microfluidics
  - automated toxicity testing
  - automated hiPSC differentiation
- development of novel analysis methods for the investigation of three-dimensional cell constructs under miniaturized conditions

- research and development in the area of cryobiology and biotechnology
- development of novel sterile vitrification protocols
- development of new vitrification substrates
- development of chemical defined high performance cryo media
- cell and tissue-specific optimization of cryopreservation processes
  - vitrification of hiPSCs on alginate micro-carriers
  - cryopreservation of multicellular constructs
  - cryopreservation of adherent cell systems
- development of optimized disposables for cultivation, manipulation and live storage of viable cells and tissue at cryogenic temperatures

### Contact

Dr. Ina Meiser  
Telephone: +49 (0) 6897/9071-166  
ina.meiser@ibmt.fraunhofer.de

## PROJEKTBEISPIEL: VON ALGEN ZU INNOVATIVEN BIOPOLYMEREN FÜR DIE REGENERATIVE MEDIZIN

### Ausgangssituation

In der Biologie und regenerativen Medizin ist die Verwendung von Gerüststrukturen und Beschichtungen für die Strukturgebung und Nachahmung der Bedingungen in vivo von großer Bedeutung. Schon seit 2003 erkannte man, dass die Kultivierung von Zellen als zweidimensionaler Zelloyer in Kulturschalen oder -flaschen aus Plastik die tatsächlichen Bedingungen im Körper kaum widerspiegelt. In vivo befinden sich die Zellen in einem dreidimensionalen Verbund mit engen Zell-Zell- und Zell-Matrix-Kontakten in einer elastischen Umgebung im Bereich von  $10^2$  bis  $10^5$  Pa im Gegensatz zu einem Wert von  $10^8$  Pa auf Polystyren-Oberflächen, wie sie für die Zellkultur genutzt werden. Dies kann einen entscheidenden Einfluss auf die Zelleigenschaften haben. So wurde bereits gezeigt, dass sowohl Chondrozyten als auch Kardiomyozyten ihre Eigenschaften nach längerer Kultur auf harten Oberflächen verlieren. Daher werden immer stärker natürlich vorkommende Materialien, sogenannte Biopolymere, genutzt, um den Zellen eine Oberfläche oder Gerüststruktur zu geben, ähnlich der im Körper. Die Anforderungen an die Biopolymere sind jedoch sehr hoch und können sich – je nach Einsatzgebiet – stark unterscheiden. Die Materialien sollten biokompatibel, leicht zu verarbeiten und in gleichbleibender Qualität verfügbar sein. Gleichzeitig gehen die Anwendungen von der immunisolierten Transplantation, bei der keinerlei Adhäsion von Zellen gewünscht wird, bis hin zum automatisierten Drucken dreidimensionaler Gerüststrukturen für die strukturgebende Kultivierung von Zellen.

### Aufgabenstellung

Die derzeit genutzten Biopolymere (z. B. Gelatine, Agarose) besitzen nicht die Variabilität, Qualität und Reinheit, die für

eine standardmäßige Verwendung in der regenerativen Medizin notwendig sind. Auch sind kommerziell erhältliche Biopolymere häufig nur als »black box« erhältlich ohne genauere Informationen über Zusammensetzung und Inhaltsstoffe und können nur bedingt an die Bedürfnisse der Zellen bzw. der Anwendung angepasst werden.

### Lösung

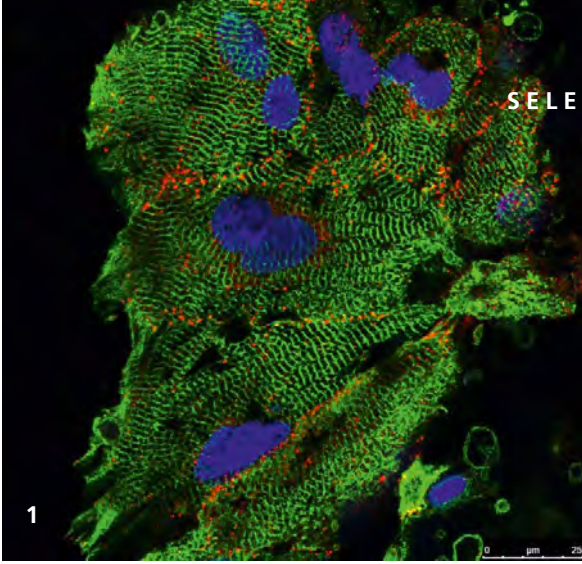
Die Abteilung Kryo- & Stammzelltechnologie zielt darauf ab, die komplette Produktionspipeline des Biopolymers Alginat, das aus Braunalgen gewonnen wird, von der Ernte des Rohmaterials bis hin zur Funktionalisierung des Endprodukts selbst zu realisieren. Hierbei wurden Qualitätssicherungsstandards gesetzt, die es ermöglichen, ein Produkt mit hoher Sterilität und Biokompatibilität zu erzeugen, das für alle In-vitro- und viele In-vivo-Anwendungen geeignet ist. Durch die Zusammensetzung des Alginats kann die Viskosität und Steifheit gemäß den Bedürfnissen der Zellen und der Notwendigkeit der Anwendung eingestellt werden. In Vorversuchen wurde die mögliche Verwendung des Biopolymers zur Verkapselung von Langerhans'schen Inseln für die immunisierte Transplantation zur Behandlung von Diabetes mellitus ebenso gezeigt wie eine Expansion von humanen induziert pluripotenten Stammzellen (hiPS) auf funktionalisierten Alginat-Trägermatrices in Bioreaktoren oder eine verbesserte Reifung von auf Alginatoberflächen kultivierten Kardiomyozyten. Hierzu wurde eine Funktionalisierung entwickelt, die unterschiedliche Adhäsionsproteine (u. a. Collagen, Vitronectin) kovalent an die Alginatoberfläche bindet, um so ein Zellwachstum auf dem ansonsten nicht-adhäsiven Material zu gewährleisten. Um dieses Biopolymer auch der weiteren Forschungsgemeinschaft zur Verfügung zu stellen, wird das Material ab Dezember 2016 von der Firma Alginatec kommerziell erhältlich sein.

**1 Reifung von Kardiomyozyten**  
gewonnen aus hiPS-Zellen auf  
einer Alginatschicht (grün:  
 $\delta$ -Actinin, blau: Zell-Nukleus).

**2 hiPS-Zellen kultiviert auf Alginat-Mikrocarriern zur Expansion**  
in Suspensionsbioreaktoren.

### Ansprechpartnerin

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



## PROJECT EXAMPLE: FROM ALGAE TO INNOVATIVE BIOPOLYMERS FOR REGENERATIVE MEDICINE

### Starting situation

The use of scaffold structures and coatings for the structuring and imitation of in vivo conditions is becoming increasingly important in biology and regenerative medicine. As far back as 2003 there was a growing awareness that the cultivation of cells as two-dimensional cell layers in plastic cell culture dishes or flasks could hardly reflect the actual conditions in the body. In vivo the cells are in a three-dimensional bond with close cell-cell and cell-matrix contacts in an elastic environment in the range of  $10^2$  to  $10^5$  Pa compared with a value of  $10^8$  Pa on polystyrene surfaces such as are generally used for cell cultivation. This difference can have a decisive effect on the cell properties. It has already been shown, for example, that both chondrocytes and cardiomyocytes lose their characteristics after prolonged cultivation on hard surfaces. For this reason, naturally occurring materials, so-called biopolymers, are increasingly being used to give the cells a surface or scaffold structure that imitates the conditions in the body. The demands on the biopolymers, however, are very high, and can differ greatly depending on the application area. The materials have to be biocompatible, easy to process and available in consistent quality. At the same time the applications range from immune-isolated transplantation, where no adhesion of cells is desired, right up to the automated printing of three-dimensional scaffold structures for the structuring cultivation of cells.

### Problem

The biopolymers currently in use (e. g., gelatine, agarose) do not have the variability, quality and purity required for standardized use in regenerative medicine. In addition to this, commercially available biopolymers are often only available as

a "black box" without any further information about composition and contents, and can only be adapted to a limited extent to the needs of the cells or the application.

### Solution

For this reason, the department Cryo & Stem Cell Technology has made it its business to realize the complete production pipeline of the biopolymer alginate, which is harvested from brown seaweed, from the harvesting of the raw material right up to functionalization of the end product. Quality assurance standards were set to develop a product with high sterility and biocompatibility that is suitable for all in vitro and many in vivo applications. Due to the composition of the alginate, the viscosity and stiffness can be adjusted according to the needs of the cells and the necessity of the application. Preliminary experiments were carried out to show the possible use of the biopolymer to encapsulate pancreatic islets for the immune-isolated transplantation for the treatment of Diabetes mellitus, as well as an expansion of human induced pluripotent stem cells (hiPSCs) on functionalized alginate microcarriers in bioreactors or an improved maturation of cardiomyocytes cultivated on alginate surfaces. For this purpose a functionalization was developed which binds different adhesion proteins (e. g. collagen, vitronectin) covalently to the alginate surface in order to ensure cell growth on the otherwise non-adhesive material. In order to make these biopolymers available to the wider research community, the material will be commercially available from the company Alginatec as of December 2016.

**1** *Maturation of hiPSC-derived cardiomyocytes on alginate layer (green:  $\beta$ -Actinin, blue: cell nucleus).*

**2** *hiPSCs cultivated on alginate microcarrier for large-scale expansion in suspension bioreactors.*

## AUSSTATTUNG

### Pluripotenz & Regeneration, Kryobiotechnologie und Automatisierungsprozesse

- Zellbiologielabor, ausgestattet mit:
  - Flow- und Laminarboxen
  - CO<sub>2</sub>-Inkubatoren
  - 10 BioLevitatoren (halbautomatisierter Suspensionszellkultur-Bioreaktor)
  - Bioreaktorsysteme für die Zellexpansion (Spinner Flasks, Hexabatch)
  - 10 Biostationen IM und 1 Biostation CT für Zeitrasterimaging geringer Materialmengen
  - FACS Aria 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
  - Mikrokapsel-/Mikrocarrier-Produktionssystem (koaxiales Luftfluss- und Crystal Gun-Prinzip)
  - 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
  - Gefrierrockner
- Mikroskopierlabor, ausgestattet mit:
  - kombiniertes Reflektions-/Rasterkraftmikroskop für die Messung biologischer Objekte in wässriger Umgebung
  - konfokal-invertiertes Mikroskop
  - Fluoreszenzmikroskope, CLSM, LSM, Inkubatormikroskope
- 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)
  - modifizierte programmierbare Einfrierautomaten für die Anwendung in Biologie, Materialwissenschaften und Elektronik
  - Hochgeschwindigkeitskameranystem für die Analyse schneller biologischer und biophysikalischer Prozesse (z. B. mikrotropfenbasierter 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, Strahlanalyseysteme
- 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 Idu)
- 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
- Reinraum für die Extraktion hochreiner Alginate
- Messstation für die Deformationskurven hochviskoser Alginatlösungen



## EQUIPMENT

### Pluripotency & Regeneration, Cryobiotechnology and Automation Processes

- Cell biology laboratory equipped with:
  - flow and laminar hoods
  - CO<sub>2</sub> 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
  - microcapsule/microcarrier producing system (co-axial air flow and Crystal Gun principle)
  - 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:
  - combined reflection/scanning force microscope for measurement of biological objects in aqueous environments
  - confocal inverted microscope
  - fluorescence microscopes, CLSM, LSM, incubation microscopes
- 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)
  - 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)

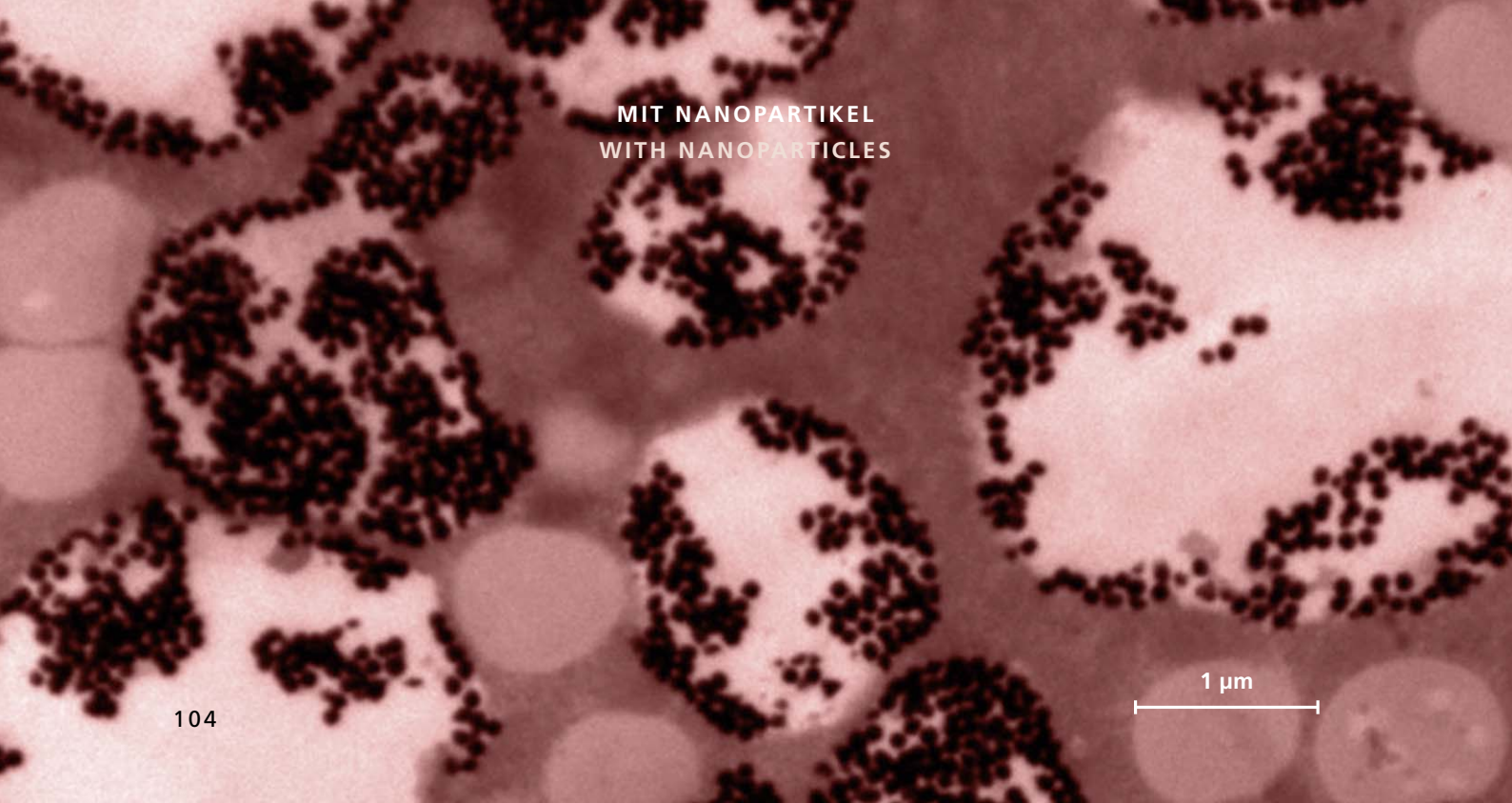
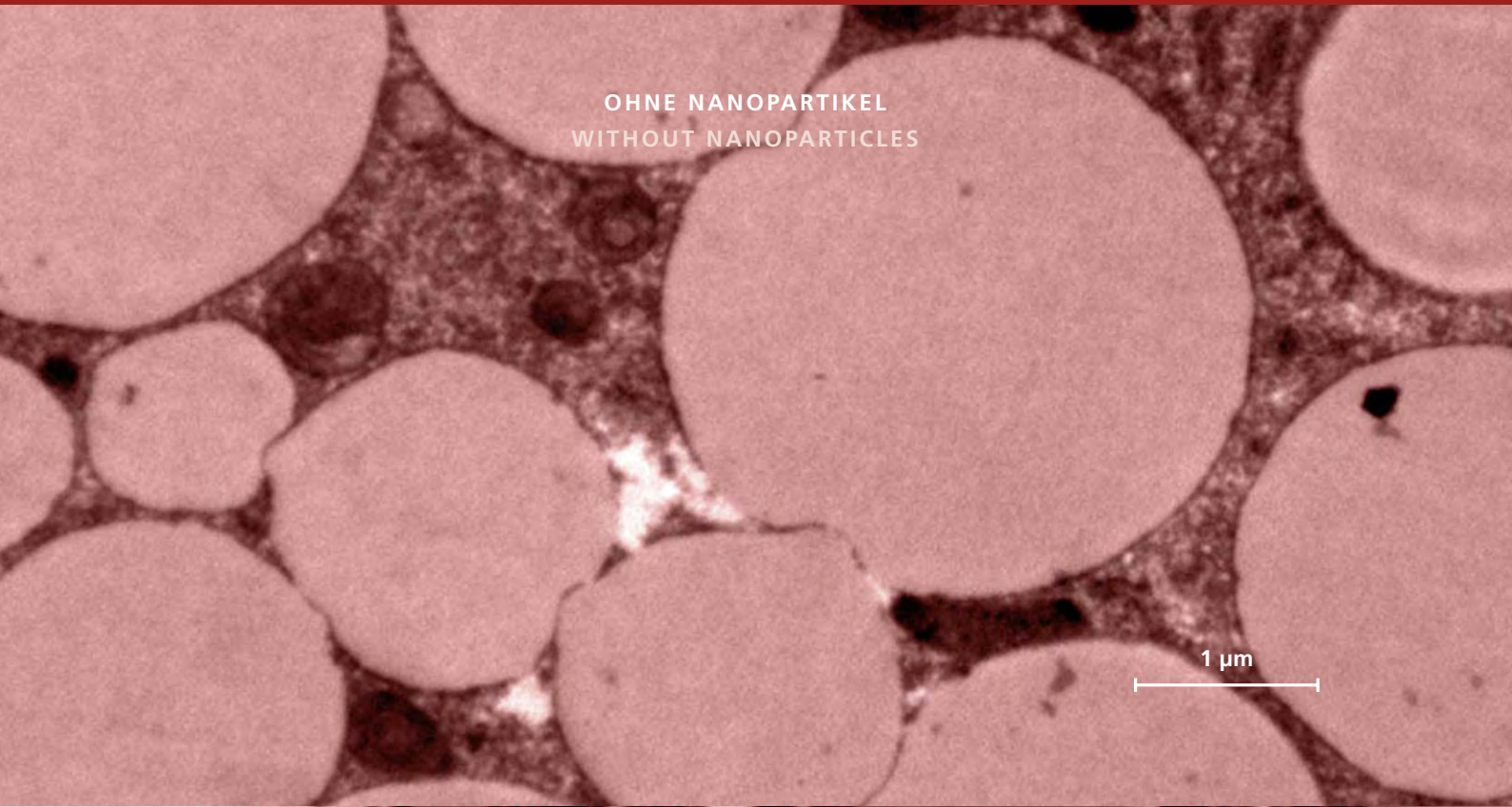
### Biomedical Optics

- 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 microscope 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
- clean room for the extraction of high-purity alginates
- measurement station for the deformation curves of highly viscous alginate

## AUSGEWÄHLTE FORSCHUNGSERGEBNISSE UND ANWENDUNGEN

*Transmissionselektronenmikroskopische Aufnahme einer adipogen differenzierten Stammzelle. Oben: unbehandelte Zelle (= ohne Nanopartikel). Unten: Zelle nach Behandlung mit Gold-Nanopartikeln. Die Partikel lagern sich in den Fetttropfen der Zelle an.*

*Transmission electron microscopy image of an adipogenically differentiated stem cell. Top: untreated cell (= without nanoparticles). Bottom: cell after treatment with gold nanoparticles. The particles are deposited in the drops of fat of the cell.*



---

# **BIOPROZESSE & BIOANALYTIK**

## **BIOPROCESSING &**

## **BIOANALYTICS**

---

### **Angebote, Ergebnisse und Produkte der Arbeitsgruppen**

Biomonitoring & Biobanken  
Zelluläre Bioprozesse  
Präklinische Nanomedizin  
Nanotoxikologie

**Projektbeispiel: Deutsche Umweltstudie zur Gesundheit,  
GerES 2014-2017**

**Ausstattung**

---

### **Offers, results and products of the working groups**

Biomonitoring & Biobanks  
Cellular Bioprocessing  
Preclinical Nanomedicine  
Nanotoxicology

**Project example: German Environmental Study on  
Health, GerES 2014-2017**

**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 näherzukommen. Antworten darauf findet man im Feld der Nanotoxikologie. Hier sind die Arbeitsgruppen Nanotoxikologie sowie Biomonitoring & Biobanken 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 Empfehlungen für Regulierungsmaßnahmen aussprechen zu können, werden in der Arbeitsgruppe Biomonitoring & Biobanken 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 Nanomedizin 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 two working groups Nanotoxicology and Biomonitoring & Biobanks are leading the government-funded (BMBF) project "NanoUmwelt" in which the risks to the environment of synthetic nanomaterials, many of which have been around for quite some time, in cosmetics and food for example, 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 Biomonitoring & Biobanks 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 Nanomedicine is dealing with. Alongside the synthesis of new nanoparticle formulations, questions about specific surmounting of biological barriers like the blood-brain barrier, the intestinal barrier, or 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 are developed for the collection, preparation, preservation and distribution of bioreagents and clinical samples for worldwide networks.

#### **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 & Biobanken

- Planung, Organisation und Management von Probenahmen von Human- und Umweltproben
- Erhebung und Dokumentation von Anamnese-daten, Lebensumständen und Lebensgewohnheiten sowie weiterer Informationen zur personenbezogenen Schadstoffexposition durch standardisierte Fragebögen
- standardisierte Analyse klinisch-chemischer Parameter von Humanproben (Vollblut, Blut-plasma, 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 Standard-arbeitsanweisungen (SOPs) nach DIN EN ISO 9001 und 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
- 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 Nanomedizin

#### Präklinische Testung nanopartikulärer Formulierungen

- Untersuchung der Interaktion und Überwindung von Nanomaterialien mit biologischen Barrieren aus Primär- und Stammzellen (z. B. Blut-Hirn-Schranke, intestinale Barriere, Haut- und Lungenbarriere)
- Messung des transendothelialen elektrischen Widerstandes (TER) mittels Impedanzspektroskopie
- radionuklidbasierte Assays
- Etablierung von Zellkulturmodellen zum spezifischen Tumor-Targeting
- Etablierung von stammzellbasierten 3D-Zellmodellen (z. B. Organoiden)
- Nachweis der zellulären Aufnahme und der subzellulären Verteilung
- Freisetzungs- und Wiederfindungsstudien der inkorporierten Wirkstoffe
- Studien zur biologischen Aktivität der inkorporierten Wirkstoffe
- Drug Screening, Vaskularisierungsstudien und Zytotoxizitätsstudien am HET-CAM System (Hen`s Egg Test on Chorio-Allantoic Membrane)
- Portfolio von zelllinien- und primärzellbasierten Modellen für nanotoxikologische Studien
- Zytotoxizitätsstudien nach ISO 10993/EN 30993
- radionuklidbasierte und immunologische Assays

#### Herstellung nanopartikulärer Transportsysteme

- Herstellung biokompatibler protein- und polymerbasierter nanopartikulärer Transportsysteme für z. B. RNA, DNA, Proteine oder Wirkstoffe
- Modifizierung nanopartikulärer Transportsysteme (z. B. mit Antikörpern, Peptiden oder Polymeren)
- physikochemische Charakterisierung von kolloidalen und nanopartikulären Formulierungen

#### Ansprechpartnerin

Dr. Nadine Wilhelm  
Telefon: +49 (0) 6897/9071-279  
nadine.wilhelm@ibmt.fraunhofer.de

## OFFERS, RESULTS AND PRODUCTS OF THE WORKING GROUPS

### Biomonitoring & Biobanks

- 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 9001 and 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
  - 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)
  - compilation of SOPs

#### Contact

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

### Preclinical Nanomedicine

#### *Preclinical testing of nanoparticulate formulations*

- examination of the interaction of nanomaterials with and crossing of biological barriers (e. g. blood-brain barrier, intestinal barrier, skin and lung barrier) from primary and stem cells
- measurement of the transendothelial electrical resistance (TER) using impedance spectroscopy
- radionuclide-based assays
- implementation of suitable cell culture models for specific tumour targeting
- establishment of stem cell-based 3D cell culture models (e. g. organoids)
- proof of cellular uptake and subcellular distribution
- release, recovery and activity studies of incorporated ingredients
- drug screening, vascularization studies and cytotoxicity studies at HET-CAM system (Hen`s Egg Test on chorioallantoic membrane)
- portfolio of cell lines and primary cell-based models for nanotoxicological studies
- cytotoxicity studies according to ISO 10993/EN 30993
- radionuclide-based and immunological assays

#### *Production of nanoparticulate transport systems*

- production of biocompatible protein- and polymer-based nanoparticulate transport systems for e. g. RNA, DNA, proteins or drugs
- modification of nanoparticles with e. g. antibodies, peptides or polymers
- physicochemical characterization of colloidal and nanoparticulate formulations

#### Contact

Dr. Nadine Wilhelm  
 Telephone: +49 (0) 6897/9071-279  
 nadine.wilhelm@ibmt.fraunhofer.de

## ANGEBOTE, ERGEBNISSE UND PRODUKTE DER ARBEITSGRUPPEN

### Nanotoxikologie

*REACH – Toxikologische Risikobewertung nach internationalen Standards*

- Beurteilung des toxischen Potenzials von Nanomaterialien, Chemikalien, neuen Materialien und Medizinprodukten
- toxikologische Standardprüfungen gemäß REACH-Prüfverfahren (EG 440/2008)
- akute & subchronische Toxizitätsstudien nach internationalen Standards (ISO, OECD)
- Studien zur Genotoxizität, Neurotoxizität, Kanzerogenität, Mutagenität
- Zytotoxizitätsstudien (nach ISO 10993-5) und immuntoxikologische Prüfungen
- Vaskularisierungsprüfung (HET-CAM Assay) (Hen` s Egg Test on Chorio-Allantoic Membrane)
- 3R-Alternativen zu Tierversuchen
- reporterzellbasierte Assays
- einzelzellbasierte Assays
- miniaturisierte zellbasierte Assays
- radionuklidbasierte Assays
- individuell entwickelte Assays

- mikrochipbasierte Toxizitätsstudien
- physikochemische Charakterisierung der (Nano)materialien und Abbauprodukte
- Portfolio von zelllinien- und primärzellbasierten Modellen für (nano)toxikologische Studien

*Eintrittspfade von Nanopartikeln in den Organismus*

- Untersuchung human- und ökotoxikologischer Expositionsszenarien
- In-vitro-/Ex-vivo-Exposition an Luft-Flüssigkeits-Grenzschichten (z. B. Lungenbarriere, Hautbarriere) und an Flüssigkeit-Flüssigkeits-Grenzschichten (z. B. intestinale Barriere, Blut-Hirn-Schranke)
- In-vitro- und Ex-vivo-Studien humantoxikologischer Effekte im Niedrigdosisbereich
- Nachweis der zellulären Aufnahme und der subzellulären Verteilung in vitro

- Analytikentwicklung zur sensitiven Bestimmung des Verbleibs und der Charakteristika von Nanomaterialien in Mensch und Umwelt im Niedrigdosisbereich
- ökotoxikologische Untersuchungen
- mikrochipbasierte Systeme zur Zellkultivierung und Zellanalyse
- 3D-, Primär-, Multi-Zellmodelle, Gewebemodelle (z. B. Leber)
- Nanotoxizitäts-, Chemikalien-, Drug-Screening
- Verträglichkeitsstudien von Medizinprodukten
- alternative Testsysteme für Nanotoxizitätsstudien

### **Ansprechpartnerin**

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



## OFFERS, RESULTS AND PRODUCTS OF THE WORKING GROUPS

### Nanotoxicology

*REACH – Toxicological assessment by international standards*

- assessment of the toxic potential of nanomaterials, chemicals, new materials and medical products
- toxicological standard assessment according to REACH-test procedures (EC 440/2008)
- acute & sub-chronic toxicity studies according to international standards (ISO, OECD)
- studies for genotoxicity, neurotoxicity, cancerogenicity, mutagenicity
- cytotoxicity studies (according to ISO 10993-5) and immunotoxicological assessment
- vascularization test (HET-CAM assay) (Hen`s Egg Test on chorioallantoic membrane)
- 3R alternatives to animal studies
- reporter cell-based assays
- single cell-based assays
- miniaturized cell-based assays
- radionuclide-based assays
- individually developed assays

- microchip-based toxicity studies
- physicochemical characterization of (nano)materials and degradation products
- portfolio of cell line- and primary cell-based models for (nano)toxicological studies

*Route of entry of nanoparticles in the organism*

- investigation of human and eco-toxicological exposure scenarios
- in vitro/ex vivo exposure at air-liquid-interfaces (e. g. lung barrier, skin barrier) and at liquid-liquid-interfaces (e. g. intestinal barrier, blood-brain barrier)
- in vitro and ex vivo studies of human toxicological effects in the low dose range
- proof of cellular uptake and the sub-cellular distribution in vitro

- development of analytical tools for sensitive determination of the environmental fate and characteristics of nanomaterials in low dose range
- eco-toxicological studies
- microchip-based systems for cell cultivation and cell analysis
- 3D, primary, multi-cell models, tissue models (e. g. liver)
- nanotoxicity, chemicals, drug screening
- compatibility studies of medical products
- alternative test systems for nanotoxicity studies

### Contact

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

## PROJEKTBEISPIEL: DEUTSCHE UMWELTSTUDIE ZUR GESUNDHEIT, GERES 2014–2017

### Ausgangssituation

Die Deutsche Umweltstudie zur Gesundheit, GerES 2014–2017, ist Deutschlands größte Studie zur Schadstoffbelastung der Bevölkerung. Ziel dieser vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) finanzierten und vom Umweltbundesamt (UBA) koordinierten Studie ist es, potenziell schädliche Substanzen und Umwelteinflüsse (etwa Chemikalien oder Lärm) auf Kinder und Jugendliche zu erfassen und zu bewerten.

### Lösung

Zur Teilnahme wurden Kinder und Jugendliche zwischen 3 und 17 Jahren aus mehr als 160 deutschen Städten und Gemeinden vom UBA eingeladen, die bereits an der Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland (KiGGS, Welle 2) des Robert-Koch-Instituts (RKI) teilgenommen haben. Neben der Entnahme von Hausstaub- und Trinkwasserproben, der Durchführung von Schallpegelmessungen, Messungen zur chemischen Luftverunreinigung und der Ermittlung der biogenen Innenraumbelastung werden von teilnehmenden Kindern und Jugendlichen Blut- und Urinproben zum Human Biomonitoring (HBM), der Untersuchung der körperlichen Schadstoffbelastung und deren Überwachung, entnommen. Über interviewgesteuerte Fragebögen werden zudem wesentliche Informationen zum expositionsrelevanten Verhalten und den Lebensumständen erhoben. Diese Daten dienen der Interpretation und Bewertung der in Blut und Urin gemessenen Schadstoffwerte. Hierdurch soll geklärt werden:

- wie hoch die Belastung durch einzelne Substanzen und Umwelteinflüsse ist,
- woher einzelne Schadstoffe stammen,
- über welche Wege sie in den menschlichen Körper gelangen,
- und unter welchen Umständen sich einzelne Umwelteinflüsse negativ auf die Gesundheit des Menschen auswirken können.

Aktuell nehmen bundesweit knapp 3 000 Haushalte an der Deutschen Umweltstudie zur Gesundheit teil. Durch die große Anzahl und gezielte Auswahl der Teilnehmerinnen und Teilnehmer sind die Ergebnisse repräsentativ; das heißt, aus ihnen lässt sich auf die Umweltbelastung aller gleichaltrigen Personen in Deutschland schließen. So dienen die Studienergebnisse auch als Entscheidungsgrundlage für Regulierungsmaßnahmen, die dem Schutz von Mensch und Umwelt dienen. Im Rahmen der dreijährigen Feldphase (2014–2017) werden insgesamt ca. 123 000 Humanproben, davon ca. 117 000 Morgenurin- und 6 000 Blutplasmaproben gewonnen. Aufgrund der langjährigen Expertise auf dem Feld der Kryokonservierung und des Biobanking des Fraunhofer IBMT werden diese Proben von der Arbeitsgruppe Biomonitoring & Biobanken verwaltet und in der Kryobank Saarbrücken (KBSB) am IBMT-Standort Sulzbach bei Temperaturen < -130 °C für die bevorstehenden Analysen gelagert. Die Qualität der Probenverwaltung einer Biobank ist entschieden von der Standardisierung ihrer Prozesse, ihrer Überwachung und der entsprechenden Dokumentation abhängig. Daher erfolgt diese für GerES 2014–2017 nach den Vorgaben des für die KBSB etablierten Qualitätsmanagementsystems nach DIN EN ISO 9001:2015. Das Probenverwaltungssystem wurde eigens für die Anforderungen des GerES 2014–2017 vom Fraunhofer IBMT in der Arbeitsgruppe Gesundheitsinformationssysteme entwickelt.



## PROJECT EXAMPLE: GERMAN ENVIRONMENTAL STUDY ON HEALTH, GERES 2014-2017

### Starting situation

The German Environmental Study on Health, GerES 2014-2017, is Germany's biggest study on the exposure of the population to pollutants. The aim of this study, which is financed by the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety (BMUB), and coordinated by the Federal Environment Agency (UBA), is to detect and evaluate potentially damaging substances and environmental influences (for example chemicals or noise) on children and teenagers.

### Solution

Children and teenagers between 3 and 17 from more than 160 German cities and communities who had already taken part in the study on the health of children and teenagers in Germany (KiGGS, Wave 2) of the Robert Koch Institute (RKI) were invited to take part by the UBA. As well as samples of house dust and drinking water, the execution of sound level measurements, measurements on the chemical contamination of the air and the investigation of the biogenic interior contamination, the participating children and teenagers also provide blood and urine samples for human biomonitoring (HBM), i.e. the investigation and monitoring of the physical pollutant exposure. The essential information about exposure-relevant behaviour and living circumstances is collected with the aid of interview-controlled questionnaires. This data serves for the interpretation and evaluation of the toxic values measured in the blood and urine in order to clarify:

- how high the exposure to individual substances and environmental influences is
- where individual substances come from
- through which paths they enter the human body
- and under which circumstances the individual environmental influences can impact negatively on the health of humans.

Just under 3,000 households throughout Germany are currently taking part in the German Environmental Study on Health. Due to the large number and targeted selection of the participants, the results are representative, i.e. the environmental exposure of all persons of the same age in Germany can be extrapolated from them. The study results thus also serve as a basis for decisions on regulation measures to protect humans and the environment. Within the framework of the three-year field phase (2014-2017), a total of around 123,000 human samples, thereof about 117,000 morning urine and 6,000 blood plasma samples will be taken. On the basis of the long years of expertise in the field of cryopreservation and biobanking at the Fraunhofer IBMT, these samples will be administered by the working group Biomonitoring & Biobanks, and stored in the Cryobank Saarbrücken (KBSB) at the IBMT location in Sulzbach at temperatures < -130 °C for later analysis. The quality of the sample administration of a biobank is essentially dependent on the standardization of its processes, its monitoring and the corresponding documentation. This is why GerES 2014-2017 is subject to the specifications of the quality management system established for the KBSB in accordance with DIN EN ISO 9001:2015. The sample administration system was developed especially for the requirements of the GerES 2014-2017 by the Fraunhofer IBMT in the working group Health Information Systems.

### **Potenzial**

Die erste Deutsche Umweltstudie zur Gesundheit wurde zwischen 1985 und 1986 durchgeführt. Im Mittelpunkt der damaligen Betrachtung stand die Belastung von Erwachsenen in Westdeutschland. Es folgten drei weitere vom UBA koordinierte Studien. 1991 konnte zum ersten Mal die Bevölkerung in Ostdeutschland einbezogen werden, zwischen 2003 und 2006 stand erstmals ausschließlich die Belastung von Kindern im Fokus der Untersuchung. Auch in der aktuellen Deutschen Umweltstudie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen, GerES 2014-2017, steht wieder die junge Generation im Mittelpunkt.

Weitere Informationen zu den in GerES 2014-2017 untersuchten Schadstoffen und den Projektpartnern finden Sie unter: <https://www.umweltbundesamt.de/tags/deutsche-umweltstudie-zur-gesundheit>

### **Ansprechpartner**

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

### **Potential**

The first German environmental study on health was carried out between 1985 and 1986. The focus at the time was on the exposure of adults in West Germany. There were three further studies coordinated by the UBA. In 1991 it was possible to include the population of the former East Germany for the first time. Between 2003 and 2006 the focus of the investigation was exclusively on the exposure of children. The current German Environmental Study on the Health of Children and Teenagers GerES 2014-2017, again places the focus on the young generation.

For further information on the pollutants investigated in GerES 2014-2017 and the project partners, go to: <https://www.umweltbundesamt.de/tags/deutsche-umweltstudie-zur-gesundheit>

### **Contact**

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

## AUSSTATTUNG

Labore der Sicherheitsklasse S2 und S3 mit Schleusenbereich für mikrobiologische, molekularbiologische und zellbiologische Arbeiten sowie Radionuklidlabor der Sicherheitsklasse S2 für den Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen.

- Aerosol-Expositions-System VITROCELL® Cloud (Luft-Flüssigkeits-Grenzschichten-Modell, z. B. Lungenbarriere)
- TER-Impedanz-Messsysteme (cellZscope®, Ussing-Kammer®) für Transportstudien und Barrierefunktionsanalysen von Flüssigkeit-Flüssigkeits-Grenzschichten
- Franz Zell-System® (Luft-Flüssigkeits-Grenzschichten-Modell, z. B. Hautbarriere)
- Durchflusszytometer inklusive Sortiereinheit (FACS)
- Spektralphotometer für Absorptions-, Fluoreszenz- und Lumineszenz-Messungen in Mikrotiterplatten
- Durchlicht- und Auflichtmikroskope mit Phasen- und Differenzialinterferenzkontrast, Fluoreszenzeinheit, Manipulationseinheit, Inkubationskammer, z-Achsen-verstellbarem Proben Tisch zur 3D-Darstellung biologischer Proben
- Leica-TCS-SP8-X-Konfokalmikroskop ausgestattet mit Weißlichtlaser und Dauerstrichlaser der Wellenlänge 405 nm (Weißlicht-CLSM)
- Feld-Fluss-Fraktionierungssystem (AF2000 MultiFlow FFF) mit UV- und MALS-Detektor
- Hochleistungsflüssigkeitschromatograph (HPLC)
- Zetasizer Nano
- NanoSight – Nanoparticle Tracking Analysis
- Gelelektrophorese-Einheiten für DNA, RNA und Proteine (mit Dokumentationseinheiten)
- Western Blot-Einheit
- »real time«-PCR-Cycler
- Gefriermikrotom
- Mikro-, Kühl- und Ultrazentrifugen
- Flüssigkeitsszintillationszähler Modell 2919 TR

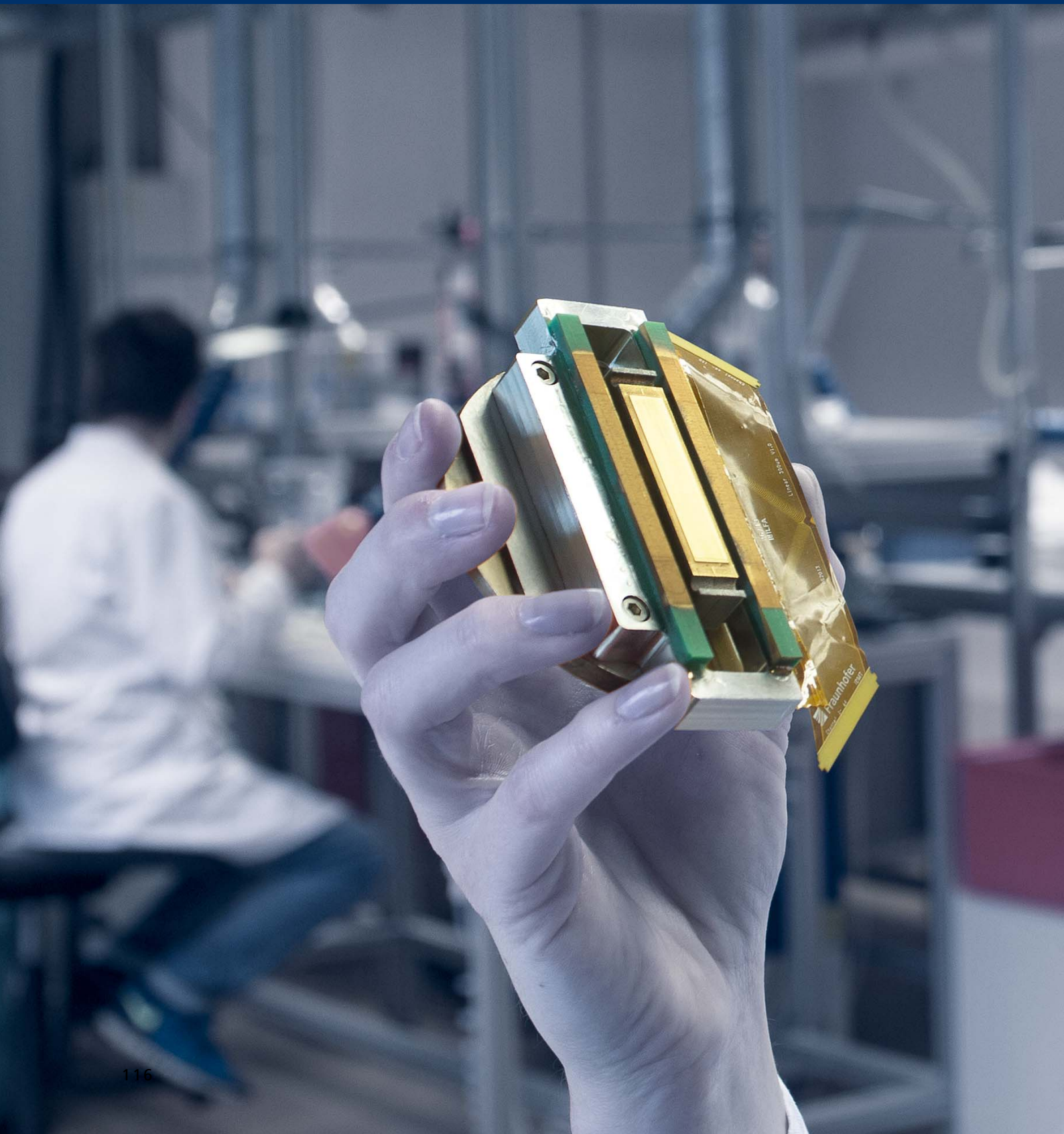
## EQUIPMENT

Laboratories with safety level S2 and S3 with double-door system for microbiological, molecular biological and cell biological research as well as radionuclide laboratory of safety level S2 for use with open radioactive substances

- aerosol exposition system VITROCELL® Cloud (air-liquid-interface model, e. g. lung barrier)
- TER impedance measuring system (cellZscope®, Ussing chamber®) for transport studies and barrier function analysis of liquid-liquid-interfaces
- Franz cell system® (air-liquid-interface model, e. g. skin barrier)
- flow cytometer including sorting unit (FACS)
- spectral photometer for absorption, fluorescence and luminescence measurements of microtitre plates
- transmitted light microscopes and reflected light microscopes with phase and differential interference contrast, fluorescence unit, manipulation unit and incubation hood, sample stage variable in the z-axis for the 3D display of biological samples
- Leica-TCS-SP8-X confocal microscope equipped with white-light laser and continuous wave laser with a wavelength of 405 nm (white-light-CLSM)
- field-flow-fractionation system (AF2000 Multi-Flow FFF) with UV and MALS detector
- high-performance liquids chromatograph (HPLC)
- Zetasizer Nano
- NanoSight – Nanoparticle Tracking Analysis
- gel electrophoresis units for DNA, RNA and proteins (with documentation units)
- Western Blot unit
- real-time PCR cycler
- cryo microtome
- micro-, cooling and ultracentrifuges
- fluid scintillation counter model 2919 TR

*Fertigung von Ultraschallsensoren (Foto: Bernd Müller).*

*Manufacturing of ultrasound transducers (Photo: Bernd Müller).*



---

# ULTRASCHALL

# ULTRASOUND

---

## **Biomedizinischer Ultraschall**

### **Technischer Ultraschall**

#### **Sonar**

#### **Angebote, Ergebnisse und Produkte der Arbeitsgruppen**

Simulation/Vorentwicklung  
Softwareentwicklung/Systemintegration  
Elektronikentwicklung  
Wandlerentwicklung  
Fertigungstechnologie (ISO 9001 & 13485)

#### **Ausstattung**

## **Biomedical Ultrasound**

### **Technical Ultrasound**

#### **Sonar**

#### **Offers, results and products of the working groups**

Simulation/Advance Development  
Software Development/System Integration  
Electronics Engineering  
Transducer Engineering  
Manufacturing Technology (ISO 9001 & 13485)

#### **Equipment**

---

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 drei Geschäftsfeldern und fünf hochspezialisierten Arbeitsgruppen die größte Ultraschallforschungseinheit in Europa. Die Kompetenzen beruhen auf einer mehr als 25-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. (FH) Steffen Tretbar  
Telefon: +49 (0) 6897/9071-300  
steffen.tretbar@ibmt.fraunhofer.de

Sekretariat  
Frau Kerstin Knobe  
Telefon: +49 (0) 6897/9071-301  
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 three business areas and five highly specialized working groups, it is the largest ultrasound research unit in Europe. The competences of the working groups are based on more than 25 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 production 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 optoacoustic 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. (FH) Steffen Tretbar  
Telephone: +49 (0) 6897/9071-300  
steffen.tretbar@ibmt.fraunhofer.de

Secretary

Ms. Kerstin Knobe  
Telephone: +49 (0) 6897/9071-301  
kerstin.knobe@ibmt.fraunhofer.de

# AUSGEWÄHLTE FORSCHUNGSERGEBNISSE UND ANWENDUNGEN

Optoakustisches System zur Gefäßdarstellung (Foto: Bernd Müller).

Optoacoustic system to represent blood vessels (Photo: Bernd Müller).



---

# BIOMEDIZINISCHER ULTRASCHALL

## BIOMEDICAL ULTRASOUND

---

**Projektbeispiel: IACOBUS – Kombination von Ultraschall  
und Optoakustik zur Arthritis-Diagnose an  
Fingergelenken**

**Project example: IACOBUS – Combination of ultrasound  
and optoacoustics for arthritis diagnosis in finger  
joints**

Wie kaum eine andere Technologie erlaubt der Ultraschall eine nichtinvasive und echtzeitfähige Bildgebung mit Auflösungen bis in den Submillimeterbereich. Diese Skalierbarkeit in Kombination mit weiteren Attributen wie Nichtinvasivität, Freiheit von ionisierender Strahlung und vergleichsweise geringen Anschaffungs- und Betriebskosten macht Ultraschall zum weltweit am meisten genutzten diagnostischen Bildgebungsverfahren. Darüber hinaus gewinnt Ultraschall auch als therapeutisches Verfahren weiter an Bedeutung. Die Möglichkeit, Gewebe auf nichtinvasive Art und Weise durch thermische Effekte als Folge der Applikation von hochenergetischen fokussierten Ultraschallwellen (HIFU) zu zerstören, macht Ultraschall zu einer interessanten Alternative zu chirurgischen Eingriffen, beispielsweise im Bereich der Tumorbehandlung.

Durch die Entwicklung des eigenen flexiblen Mehrkanal-Beamformers DiPhAS (Digital Phased Array System) hat die Hauptabteilung Ultraschall des Fraunhofer IBMT eine universell einsetzbare Plattform zur Verfügung, um eine Vielzahl von diagnostischen und therapeutischen Fragestellungen zu adressieren. Durch skalierbare und modulare Systemkonzepte kann zudem ein Frequenzbereich bis zu 100 MHz bearbeitet werden. Neben solch hochspezialisierten Elektroniksystemen umfasst die Expertise der Hauptabteilung Ultraschall auch die Entwicklung von Algorithmen und Software für moderne Ultraschallverfahren wie »Ultrafast Imaging« oder Scherwellenelastographie. Die Kombination von Ultraschall mit weiteren Verfahren wie Kernspintomographie oder Optoakustik stellt einen weiteren Schwerpunkt des Angebots dar. Das Leistungsspektrum wird mit der Entwicklung von Ultraschallwandlern und deren Fertigung nach ISO 13485 abgerundet. Somit stellt sich die Hauptabteilung Ultraschall als kompetenter Partner für vielfältige medizinische Fragestellungen von der Machbarkeitsstudie über die experimentelle Validierung neuer Ansätze bis hin zu klinischen Studien oder dem Transfer in

eine Nullserienfertigung dar. Darüber hinaus bietet die am Fraunhofer IBMT vorhandene Kombination aus Expertisen im Bereich der zellbiologischen Forschung und der Ultraschalltechnik exzellente Voraussetzungen bei Fragestellungen aus dem Feld der Biotechnologie oder der präklinischen Forschung jenseits des medizinischen Kontexts.

#### **Ansprechpartner**

Dr. Marc Fournelle

Telefon: +49 (0) 6897/9071-310

marc.fournelle@ibmt.fraunhofer.de

Sekretariat

Frau Kerstin Knobe

Telefon: +49 (0) 6897/9071-301

kerstin.knobe@ibmt.fraunhofer.de

Like hardly any other technology, ultrasound allows non-invasive and real-time imaging with resolutions down to the sub-millimetre range. Combined with other attributes such as non-invasiveness, freedom from ionising radiation and relatively low procurement and operating costs, this scalability makes ultrasound the most-used diagnostic imaging method worldwide. In addition to this, ultrasound is becoming increasingly important as a therapeutic method. The possibility of destroying tissue in a non-invasive manner using thermal effects resulting from the application of high-intensity focussed ultrasound waves (HIFU) makes ultrasound an interesting alternative to surgical interventions, for example in the field of tumour treatment.

Thanks to the development of its own flexible multichannel beamformer DiPhAS (Digital Phased Array System), the main department of Ultrasound at the Fraunhofer IBMT has a universally applicable platform to address a wide range of diagnostic and therapeutic questions. With scalable and modular system concepts, it is possible to process a frequency range of up to 100 MHz. Alongside such highly specialized electronic systems, the expertise of the main department of Ultrasound also includes the development of algorithms and software for state-of-the-art ultrasound methods such as "Ultrafast Imaging" or shear-wave elastography. The combination of ultrasound with other techniques such as magnetic resonance imaging or optoacoustics is another research focus of the main department of Ultrasound. The range of services further includes the development of ultrasound transducers and their manufacture in accordance with ISO 13485. The main department of Ultrasound thus is a competent partner for a wide range of medical applications from feasibility studies to the experimental validation of new approaches, right up to clinical studies or the transfer into a pilot batch production. In addition to this, the combination of expertises at the Fraunhofer

IBMT in the fields of cell biology and ultrasound technology offers excellent conditions for addressing biotechnological and preclinical research topics beyond the medical context.

#### Contact

Dr. Marc Fournelle  
Telephone: +49 (0) 6897/9071-310  
marc.fournelle@ibmt.fraunhofer.de

Secretary  
Ms. Kerstin Knobe  
Telephone: +49 (0) 6897/9071-301  
kerstin.knobe@ibmt.fraunhofer.de

## PROJEKTBEISPIEL: IACOBUS – KOMBINATION VON ULTRASCHALL UND OPTOAKUSTIK ZUR ARTHRITIS-DIAGNOSE AN FINGERGELENKEN

### Hintergrund und Vorarbeiten

Arthritis-Patienten leiden häufig unter schmerzhaften chronischen Entzündungen der Gelenke. Im fortgeschrittenen Stadium können sich diese Entzündungen bis in den Gelenkknorpel oder den Knochen ausweiten. Langfristig kann die Krankheit zur kompletten Erstarrung der Gelenke und somit zu dramatischen Funktionsverlusten, beispielsweise der Hände, führen. Bisher gibt es für die Krankheit keine Heilung. Allerdings kann sie bei einer möglichst frühen Diagnose gut medikamentös in Schach gehalten werden. Das Standardverfahren ist – neben einer Blutuntersuchung – der Doppler-Ultraschall, mit dem sich ein entzündungsbedingter veränderter Blutfluss erkennen lässt. Auch durch Röntgen oder Magnetresonanztomografie ist die Krankheit diagnostizierbar. Alle bildgebenden Verfahren besitzen jedoch den Nachteil, dass sie Arthritis im Frühstadium nur schwer erkennen.

Das Fraunhofer IBMT beschäftigt sich seit mehreren Jahren mit der optoakustischen Bildgebung. Bei dieser Methode werden Ultraschallsignale durch Laserlicht im Gewebe erzeugt. Durch die Kombination von optischer Signalerzeugung und akustischer Detektion werden besondere Bildgebungseigenschaften möglich, so dass Gewebestrukturen mit akustischer Auflösung und dabei sehr hohem optischem Kontrast visualisiert werden können. Die Methode ist besonders gut geeignet, um Blutgefäße unabhängig der Limitierungen des Doppler-Ultraschalls (Auflösung, Empfindlichkeit hinsichtlich Blutfluss, Benutzerabhängigkeit) darzustellen. Aus diesem Grund wurde im Projekt IACOBUS ein kombiniertes akustisches/optoakustisches Bildgebungssystem entwickelt, um selbst kleine Gefäße, die entzündungsbedingt an Gelenken entstehen, detektieren und somit einen Beitrag zur Früherkennung von Arthritis leisten zu können.

**1** *Kombiniertes akustisches/optoakustisches Bildgebungssystem zur Fingertomographie*

*(Foto: Bernd Müller).*

**2** *Erste optoakustische 3D-Scans von humanen Fingern.*

### Lösungsansatz

Zusammen mit verschiedenen europäischen Partnern wurde am IBMT ein neuartiges, speziell auf die dreidimensionale (opto)akustische Bildgebung ausgelegtes System entwickelt. Das IACOBUS-System ist ein kombinierter Tomograph, mit dem 3D-Datensätze aller Fingergelenke in zwei komplementären Bildgebungsmodalitäten aufgenommen werden können. Während Ultraschall zur Untersuchung von auffälligen Knochen- und Knorpelstrukturen (bspw. Knorpelabbau und -defekte) eingesetzt wird, dient die Optoakustik der hochsensitiven Bildgebung von Gefäßen. Hierfür wurde am IBMT ein Mehrkanalsystem entwickelt, das einen tomographischen Detektor mit über 700 Sende- und Empfangselementen ansteuern kann. Darüber hinaus wurden die von den verschiedenen Partnern entwickelten Module am Fraunhofer IBMT zu einem vollautomatisch scannenden Tomographen integriert.

### Potenzial

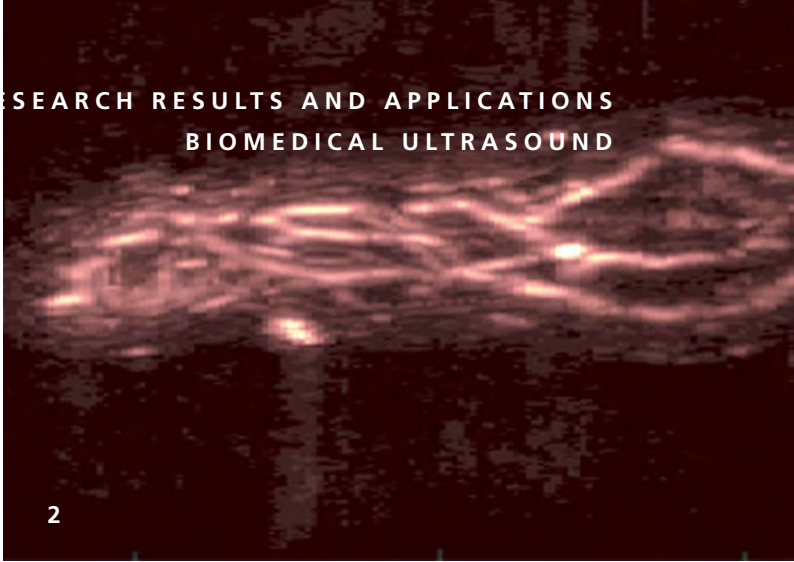
Die Technik wurde bereits in ersten Probandenmessungen validiert. Dabei konnte gezeigt werden, dass eine hohe Empfindlichkeit zur Darstellung der Fingervaskularisierung gegeben ist. Durch den automatisierten Ablauf der Datenerfassung, die hohe Sensitivität der Optoakustik und die Abwesenheit von typischen Doppler-Artefakten soll zudem eine objektivere Beurteilung des Gefäßwachstums, speziell an relevanten entzündeten Bereichen in und um den Gelenkspalt, ermöglicht werden. Dies ist Gegenstand aktueller Untersuchungen und soll demnächst auch erstmals an Patienten validiert werden. Langfristig soll Klinikern somit eine neuartige Möglichkeit gegeben werden, um arthritische Erkrankungen frühzeitig zu erkennen und somit das vorhandene therapeutische Zeitfenster ideal zu nutzen.

### Ansprechpartner

Dr. Marc Fournelle

Telefon: +49 (0) 6897/9071-310

marc.fournelle@ibmt.fraunhofer.de



2

## PROJECT EXAMPLE: IACOBUS – COMBINATION OF ULTRASOUND AND OPTOACOUSTICS FOR ARTHRITIS DIAGNOSIS IN FINGER JOINTS

### Background and preliminary work

Arthritis patients often suffer from painful chronic inflammations of the joints. In the advanced stages, these inflammations can spread into the cartilage of the joints or into the bone. In the long term, the disease can lead to a complete rigidity of the joints and thus to dramatic loss of function, for example of the hands. There is no known cure for this disease, but it can be kept at a bay with medication if diagnosed at an early stage. The standard diagnosis procedure is – alongside a blood test – Doppler ultrasound, which is used to detect changes in the blood flow caused by inflammation. The disease can also be diagnosed using X-ray or magnetic resonance tomography. All of the imaging techniques have the disadvantage that they are not very good at detecting arthritis in the early stages.

The Fraunhofer IBMT has been working for some years now on optoacoustic imaging. In this method, ultrasound signals are generated in the tissue by laser light. The combination of optical signal generation and acoustic detection makes special imaging characteristics possible, so that tissue structures can be visualized with acoustic resolution and very high optical contrast. The method is especially suitable for representing blood vessels independently of the limitations of Doppler ultrasound (low resolution, sensitivity to blood flow, user dependency). For this reason, a combined acoustic/optoacoustic imaging system was developed in the IACOBUS project to detect even small vessels arising in joints due to inflammation and thus make a contribution towards early detection of arthritis.

### Solution approach

An innovative system especially designed for three-dimensional (opto)acoustic imaging was developed at the Fraunhofer

IBMT in cooperation with various European partners. The IACOBUS system is a combined tomography system with which 3D data sets of all finger joints can be recorded in two complementary imaging modalities. While ultrasound is used to investigate unusual bone and cartilage structures (e. g. cartilage deterioration and defects), the optoacoustic element provides highly sensitive imaging of the blood vessels. For this purpose, Fraunhofer IBMT has developed a multi-channel system capable of controlling a tomographic detector with over 700 transmitting and receiving elements. In addition to this, the modules developed by the other partners were integrated at the Fraunhofer IBMT to form a tomography system with fully automated 3D scanning capabilities.

### Potential

The technology has already been validated in initial tests, in which the suitability for high sensitivity imaging of the finger vascularization was demonstrated. Due to its automated 3D data acquisition procedure, the high sensitivity of optoacoustics and the absence of typical Doppler artefacts, the IACOBUS system is expected to allow a more objective assessment of vessel growth, especially at the relevant inflamed areas in and around the joint cavity. This is the subject of current investigations, and will soon be validated on patients for the first time. In the long term, this should give clinicians a new way of detecting arthritic disorders at an early stage so that optimum use can be made of the available therapeutic time window.

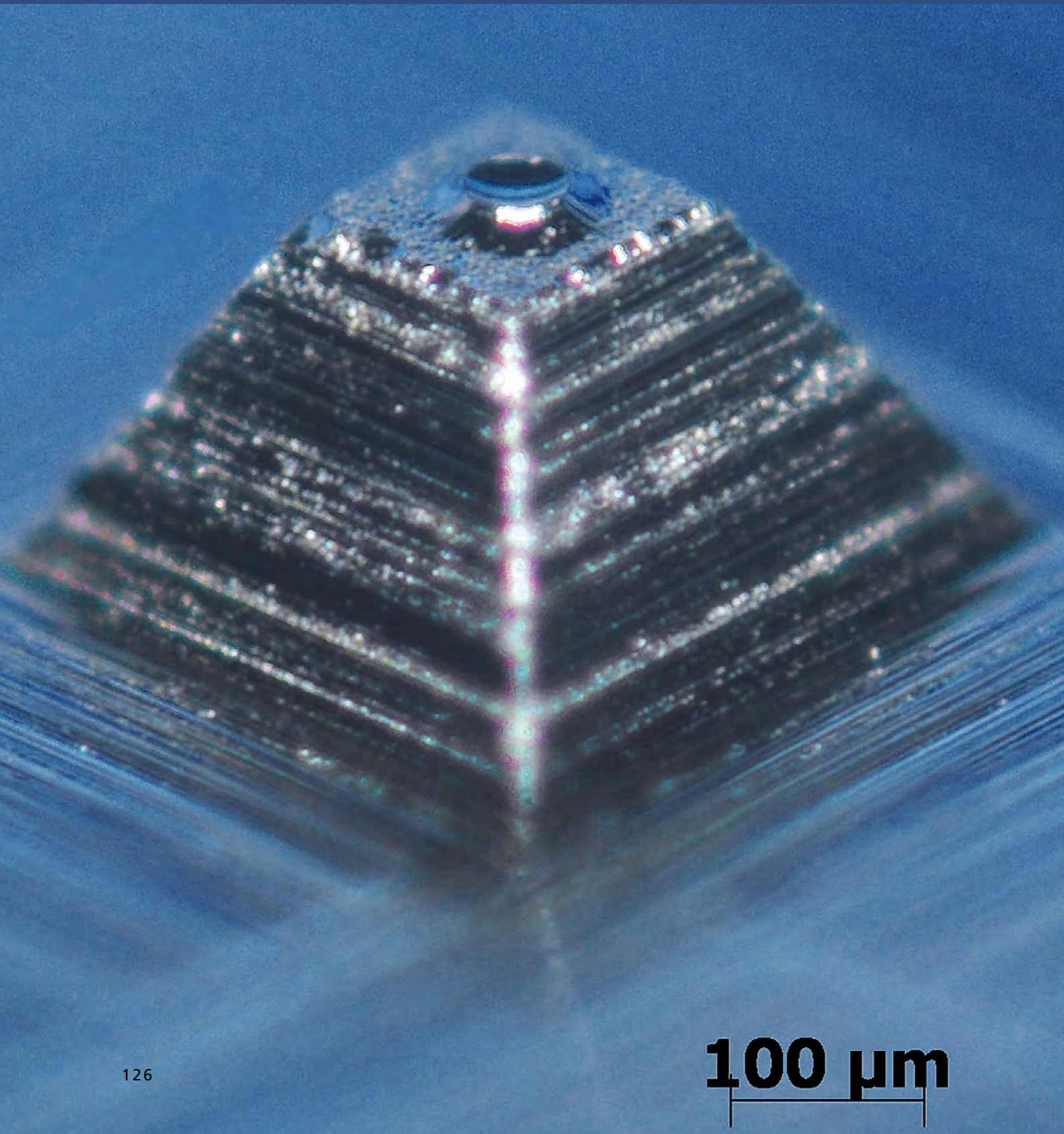
1 Combined acoustic/optoacoustic imaging system for finger tomography

(Photo: Bernd Müller).

2 First optoacoustic 3-D scans of human fingers.

*Miniaturisierter Ultraschallwandler.*

*Miniaturized ultrasound transducer.*





---

# TECHNISCHER ULTRASCHALL

# TECHNICAL ULTRASOUND

---

Projektbeispiel: Ultraschallcharakterisierung  
musealen Kulturerbes

Project example: Ultrasound characterization of  
museum cultural heritage

Ultraschall, genauer die Erzeugung und Untersuchung hochfrequenter mechanischer Wellen, ist ein sowohl in den Lebenswissenschaften als auch in industriellen Anwendungen weit verbreitetes Verfahren. Ähnlich wie man den medizinischen Ultraschall in diagnostisch und therapeutisch differenziert, kann auch im Bereich des technischen Ultraschalls grundsätzlich zwischen sensorischen und aktorischen Anwendungen unterschieden werden. Mit Ultraschall können einerseits Materialeigenschaften untersucht, Flussgeschwindigkeiten gemessen oder auch Abstände bestimmt werden. Andererseits können mit Ultraschall Materialien durch Schweißen verbunden, gereinigt oder homogenisiert werden. Dabei zeichnen sich Ultraschallsysteme durch klassische Eigenschaften wie Zerstörungsfreiheit, niedrige Systemkosten und den Verzicht auf bewegliche Teile aus.

Im Gegensatz zur Medizin sind aber die Untersuchungsobjekte wesentlich stärker in Größe, Form und Material differenziert. Daher sind technische Ultraschallsysteme ähnlich vielfältig und immer applikationsspezifisch auf eine bestimmte Anwendung hin optimiert.

Die Hauptabteilung Ultraschall kann basierend auf ihren Kernkompetenzen und aus ihren Arbeitsgruppen heraus alle notwendigen Leistungen erbringen, um industrielle Anwendungen des Ultraschalls für Kunden zu entwickeln und von der Machbarkeitsuntersuchung bis zum Komplettdesign Projekte abzuwickeln. Simulation und Vorentwicklung liefern dabei die wesentlichen Systemparameter, die dann im Bereich der Wandlerentwicklung, der elektronischen Systeme sowie der

Software und Algorithmen umgesetzt werden können. Letztendlich bieten wir zudem die Entwicklung von Fertigungstechniken für den Aufbau von Wandlern und Systemen, um in Folge konform zur ISO 9001 erste Prototypen und Nullserien aufbauen zu können. Durch den engen Dialog zwischen biomedizinischen und technischen Anwendungen können Synergien genutzt und somit innovative Lösungen umgesetzt werden.

#### **Ansprechpartner**

Dipl.-Phys. Daniel Schmitt  
Telefon: +49 (0) 6897/9071-320  
daniel.schmitt@ibmt.fraunhofer.de

Sekretariat  
Frau Kerstin Knobe  
Telefon: +49 (0) 6897/9071-301  
kerstin.knobe@ibmt.fraunhofer.de

Ultrasound, more precisely the generation and analysis of high-frequency mechanical waves, is a widely used technique in the life sciences and industrial applications. Similarly to the way we differentiate medical ultrasound in terms of diagnostic and therapeutic, in the field of technical ultrasound a basic distinction is made between sensor and actuator applications. Ultrasound can be used, on the one hand, to analyze material properties, measure flow speeds or determine distances. On the other hand, it can also be used to join materials by welding, or for cleaning or homogenizing. Ultrasound systems are classically distinguished by properties such as non-destructiveness, low system costs and the absence of moving parts.

In contrast to medical applications, the objects for analysis in technical applications show much greater variation in terms of size, shape and material. This is why technical ultrasound systems are similarly diverse and always optimized for a specific application.

Based on its core competences and its various working groups, the main department of Ultrasound can provide all the necessary services to develop industrial ultrasound applications for customers, and to accompany them from the feasibility study right up to the complete design of projects. Simulation and pre-development supply the main system parameters which can then be implemented in the area of transducer development, electronic systems as well as software and algorithms. We also offer the development of production techniques for the construction of transducers and systems with the aim of building prototypes and pilot series in conformance with

ISO 9001. Due to the close dialogue between biomedical and technical, applications, synergies can be harnessed to implement innovative solutions.

#### **Contact**

Dipl.-Phys. Daniel Schmitt  
Telephone: +49 (0) 6897/9071-320  
daniel.schmitt@ibmt.fraunhofer.de

Secretary  
Ms. Kerstin Knobe  
Telephone: +49 (0) 6897/9071-301  
kerstin.knobe@ibmt.fraunhofer.de

## PROJEKTBEISPIEL: ULTRASCHALLCHARAKTERISIERUNG MUSEALEN KULTURERBES

### Hintergrund und Vorarbeiten

Die Digitalisierung medialer Kulturgüter wie Literatur, Musik und Film hat dazu geführt, dass über das Internet prinzipiell jedermann einfach darauf zugreifen kann. Ein Blick in die Depots deutscher Museen offenbart jedoch, dass viele Objekte unseres Kulturerbes für die Öffentlichkeit unzugänglich sind. Trotz einer Reihe von Möglichkeiten, Objekte optisch zu erfassen und auf ihren Zustand hin zu analysieren, wurde dies im Bereich des musealen Kulturerbes bislang nur unzureichend realisiert. Ultraschall bietet hier hervorragende Methoden, um zerstörungsfrei Informationen aus der Tiefe zu gewinnen. Bisherige Ansätze sind jedoch sehr zeit- und personalintensiv.

Bereits seit mehreren Jahren beschäftigt sich das Fraunhofer IBMT gemeinsam mit musealen Partnern mit der Ultraschallcharakterisierung von Skulpturen. Zunächst konnte in den Jahren 2010 bis 2013 im Rahmen eines DBU-Projekts mit dem Rathgen-Forschungslabor der Staatlichen Museen zu Berlin die Anwendung klassischer diagnostischer Bildgebung gezeigt werden. Seit 2015 werden in einem vom Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft geförderten und zusammen mit den Staatlichen Kunstsammlungen Dresden durchgeführten Vorhaben Skulpturen mit verschiedenen Verfahren digitalisiert und auf ihren Zustand hin analysiert. Das Ziel ist die Bereitstellung von Technologien, mit denen die Oberfläche von Skulpturen möglichst schnell dreidimensional digitalisiert werden kann und Informationen über ihren Zustand, wie innerer Aufbau oder Schäden, ermittelt werden können.

### Lösungsansatz

Das Fraunhofer IBMT profitiert hier in besonderer Weise vom Technologietransfer zwischen biomedizinischem und technischem Ultraschall. Ein- und mehrkanalige Elektroniken wie das Digital Phased Array System DiPhAS können durch optimierte Ausgangsstufen für höhere Leistungsbereiche ertüchtigt werden. In der medizinischen Diagnostik etablierte Verfahren zur Bildgebung und Tomographie werden durch neue Ansätze der Signalverarbeitung für die Riss- und Fehlstellendetektion erweitert. Die dazu notwendigen Ultraschallwandler werden auf die Materialeigenschaften der Untersuchungsobjekte wie Marmor oder Sandstein angepasst und für den dreidimensionalen Ultraschall entwickelte Techniken zur automatisierten und schnellen Positionserfassung der Sensoren genutzt.

### Potenzial

Die traditionell manuell durchgeführte Ultraschalltomographie kann je nach Skulptur mehrere Tage dauern. Dies ist auch der variablen Oberflächengeometrie, den möglichen Wandlerpositionen und der komplexen Datenanalyse geschuldet. Durch die Entwicklung eines schnellen, automatisierbaren und denkmal-schutzkonformen Messablaufs wäre es erstmalig möglich, größere Arsenale von Skulpturen zu vermessen und die Ergebnisse sowohl der Öffentlichkeit als auch Wissenschaftlern digital zur Verfügung zu stellen.

### Ansprechpartner

Dipl.-Phys. Daniel Schmitt  
Telefon: +49 (0) 6897/9071-320  
daniel.schmitt@ibmt.fraunhofer.de

*1 Blick in ein Teildepot der Staatlichen Kunstsammlungen Dresden.*

*2 Ultraschallprüfung an »Merkur und Psyche«, Alte Nationalgalerie, Staatliche Museen zu Berlin.*



1



2

## PROJECT EXAMPLE: ULTRASOUND CHARACTERIZATION OF MUSEUM CULTURAL HERITAGE

### Background and preliminary work

The digitalization of cultural heritage such as literature, music and film enables easy access via the internet for everybody. A look into the repositories of German museums reveals, however, that many objects are not accessible to the public, and, to a limited extent only, to researchers. Although there are a number of optical methods to digitize sculptures and analyze their status, they have not been used extensively in the closed environment of a museum. Ultrasound offers excellent methods to gain information non-destructively from the depths of opaque materials, however, they are very time and personnel-intensive.

Fraunhofer IBMT has been collaborating for several years now with museums in ultrasonic characterization of sculptures. Between 2010 and 2013 a project with the Rathgen Research Laboratory of the Berlin State Museums was funded by the DBU. Here it was possible to demonstrate the application of classical diagnostic imaging, generating images of cracks and flaws in marble sculptures. Since 2015 the board of the Fraunhofer-Gesellschaft funds a joint project of several institutes and the Dresden State Art Collection. The aim is the consolidation of technologies to capture the surface of sculptures as quickly as possible in three dimensions, and to gain information about their condition, inner structure or possible damage.

### Approach

Fraunhofer IBMT benefits here from technology transfer between biomedical and technical ultrasound. The power output of single and multi-channel systems such as the Digital Phased Array System DiPhAS can be extended for this special purpose. Techniques for diagnostic imaging and tomography

established in medical applications are combined with approaches in signal processing for the detection of cracks and flaws. Ultrasonic single- and multi-element probes or arrays are matched to the material properties of cultural objects of interest such as marble or sandstone. Techniques developed for three-dimensional ultrasound are used for the automated and rapid position tracking of the sensors.

### Potential

Depending on the sculpture, traditional manual ultrasound tomography can take several days. This is due to variable surface geometries, many manually registered transducer positions and complex data analysis. With the development of a rapid, automated, non-destructive, ultrasonic measurement procedure for the first time it would be possible to survey whole inventories of sculptures and to make the results available in digital form to laymen and specialists.

### Contact

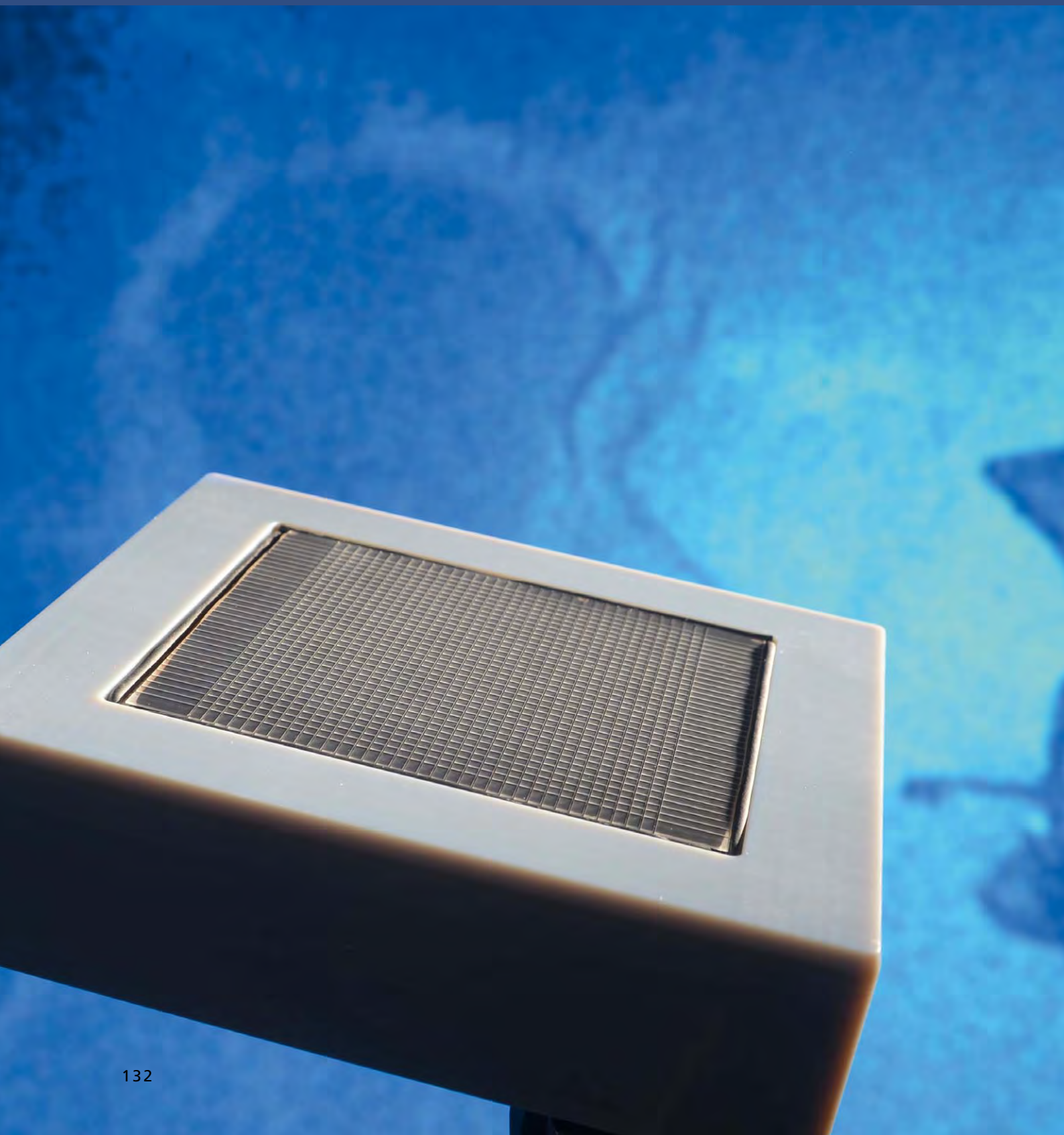
Dipl.-Phys. Daniel Schmitt  
Telephone: +49 (0) 6897/ 9071-320  
daniel.schmitt@ibmt.fraunhofer.de

1 A look into a part of the repository of the Staatliche Kunstsammlungen Dresden.

2 Ultrasound examination of "Mercury and Psyche", Alte Nationalgalerie, Staatliche Museen zu Berlin.

*Sonar-Antenne zur echtzeitfähigen 3D-Unterwasserbildgebung  
(Foto: Bernd Müller).*

*Sonar antenna for real-time 3D underwater imaging  
(Photo: Bernd Müller).*



---

# SONAR

# SONAR

---

**Projektbeispiel: Sensor- und Trägersystem für die automatisierte Vermessung von Flachwasserarealen**

**Project example: Sensor and carrier system for the automated analysis of shallow water areas**

---

Sonar bezeichnet ein Verfahren zur Ortung und Analyse von Strukturen unter Wasser mit Hilfe von Ultraschallsignalen. Analog zur Radartechnologie in Luft bildet der Ultraschall unter Wasser die effizienteste Technologie zur Erfüllung verschiedenster Messaufgaben. Die Anwendungen reichen hierbei von der einfachen Tiefen- und Abstandsmessung über die Kartographierung von Seeböden bis hin zur mehrdimensionalen Visualisierung der Umgebung in Echtzeit. Auch für die Messung von Schichtdicken im Sediment sowie die Erkennung und Klassifizierung von Objekten ist der Unterwasserschall ein etabliertes und bewährtes Verfahren.

Das Geschäftsfeld Sonar bietet seinen Kunden einen umfassenden Zugang zu den verschiedensten Technologien im Bereich der Unterwasserschallanwendungen. In den vergangenen Jahren wurde die Leistungsfähigkeit des Fraunhofer IBMT in Projekten für Industriekunden sowie öffentlich geförderten Projekten durch die Entwicklung verschiedenster Sonarsysteme für unterschiedliche Anwendungen immer wieder eindrucksvoll gezeigt.

Durch den Zugriff auf die vollständige Kompetenzkette der Hauptabteilung Ultraschall (Simulation, Wandlerentwicklung, Elektronikentwicklung, Softwareentwicklung, Fertigung) und ein Netzwerk kompetenter Technologiepartner können die unterschiedlichsten Anforderungen unserer Kunden effizient umgesetzt werden. Mit Hilfe modellbasierter Simulationen und erster Vorversuche können Ultraschallantennen gemäß Kundenspezifikationen entwickelt, aufgebaut und unter realistischen Einsatzbedingungen charakterisiert werden. Hierfür stehen unter anderem verschiedene Messbecken, eine Druckkammer mit einem Prüfdruck bis 600 bar sowie mehrere Wasserfahrzeuge zur Verfügung. Die Entwicklung und Realisierung

angepasster elektronischer Systeme (einkanalig und mehrkanalig) zur gezielten Ansteuerung der Antennen und Auswertung der empfangenen Signale zählt ebenso zu dem Angebot des Geschäftsfelds Sonar wie die Erstellung aller dazugehöriger Softwarekomponenten. Hierbei steht dem Kunden auf Wunsch ein offener Zugang zum Elektroniksystem zur Verfügung, wodurch er vollen Zugriff auf alle Daten und Signale an jeder Stelle der Signalverarbeitungskette erhält. Durch die hohe Flexibilität im Zugriff auf alle Systemkomponenten (Antenne, Elektroniksystem, Algorithmen und Software) entwickeln und realisieren wir für unsere Kunden die effizientesten Komplettlösungen.

Eine nach ISO 9001 zertifizierte Entwicklung von Fertigungstechnologien rundet das Angebot ab und ermöglicht damit die Realisierung von Prototypen und Nullserien bis hin zur Serienfertigung. Darüber hinaus steht dem Kunden ein umfassendes Trainingsangebot zum Transfer aller Entwicklungs- und Fertigungsergebnisse zur Verfügung.

#### **Ansprechpartner**

Dipl.-Ing. Michael Ehrhardt  
Telefon: +49 (0) 6897/9071-330  
michael.ehrhardt@ibmt.fraunhofer.de

Sekretariat  
Frau Kerstin Knobe  
Telefon: +49 (0) 6897/9071-301  
kerstin.knobe@ibmt.fraunhofer.de



Sonar constitutes a technique for localization and analysis of structures under water with the aid of ultrasound signals. Analogously with radar technology in air, ultrasound represents the most efficient technology for the fulfilment of a wide range of measurement tasks under water. Here, the applications range from simple depth and distance measurements, through cartography of the seabed, right up to multidimensional visualization of the environment in real time. Sonar is also a tried and tested method for the measurement of layer thicknesses in sediment and for the recognition and classification of objects.

The business area of Sonar offers its customers comprehensive access to the widest possible range in the field of sonar applications. In recent years the Fraunhofer IBMT has impressively demonstrated its capabilities in projects for industrial customers as well as publicly funded projects with the development of a wide range of sonar systems for various applications.

Thanks to access to the entire competence chain of the main department of Ultrasound (simulation, transducer development, electronics development, software development, production) and a network of experienced technology partners, the most diverse requirements of our customers can be efficiently implemented. With the aid of model-based simulations and initial preliminary trials, ultrasound antennas with customer-specific characteristics can be developed, built and characterized under realistic application conditions. For this purpose, among other things, we are equipped with various measurement tanks, a pressure chamber with a test pressure up to 600 bar as well as several water vehicles. The development and realization of adapted electronic systems (single-channel and multi-channel) for the excitation of the antennas

and the evaluation of the received signals are as much part of the offer of the business field of Sonar as the creation of all necessary software components. On request, the customer can have open access to the electronic system, which means he has full access to all data and signals at every point of the signal processing chain. Thanks to the high degree of flexibility and the access to all system components (antenna, electronic system, algorithms and software), we develop and realize the most efficient all-round solutions for our customers.

The development of production technologies certified in accordance with ISO 9001 rounds off our offer and allows the realization of prototypes and pilot series right up to serial production. In addition to this, the customer also has access to a comprehensive range of training courses for the transfer of all development and production results.

#### **Contact**

Dipl.-Ing. Michael Ehrhardt  
Telephone: +49 (0) 6897/9071-330  
michael.ehrhardt@ibmt.fraunhofer.de

Secretary  
Ms. Kerstin Knobe  
Telephone: +49 (0) 6897/9071-301  
kerstin.knobe@ibmt.fraunhofer.de

## PROJEKTBEISPIEL: SENSOR- UND TRÄGERSYSTEM FÜR DIE AUTOMATISIERTE VERMESSUNG VON FLACHWASSER-AREALEN

### Motivation

Die Datenbank der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus für stehende Gewässer verzeichnet über 12 200 Standgewässer in Deutschland. Der größte Teil dieser Gewässer ist jedoch nahezu unerforscht. Bodenstruktur, Objekte auf oder im Sediment sind meist nicht untersucht. Neben der riesigen Zahl an Binnengewässern gibt es entlang der deutschen Küsten viele Flachwasser- und Hafengebiete, für die die gleiche, unbefriedigende Situation vorliegt. Eine regelmäßige, hochauflösende und automatisierte Vermessung dieser Gewässer ist derzeit nicht möglich. Die heutige Vermessung erfolgt nur an den allerwichtigsten Gewässern und basiert meist auf dem Einsatz kleinerer Boote, die sehr personalintensiv und in einem eher groben Raster Messungen durchführen. Wellen, Dünung, Strömung und Wind sind ständig einwirkende Störgrößen, die das Vermessungsboot relativ zu einem Messpunkt ständig bewegen und korrigiert werden müssen. Werden aus einer Vielzahl von derart korrigierten Messpunkten Karten oder Bilder zusammengesetzt, ergeben sich Verzerrungen, die in der Gesamtheit nur schwer zu korrigieren sind.

Der Bedarf an hochauflösenden, detailreichen Messungen, die von einem Sensor und Messsystem automatisiert durchgeführt werden können, ist immens. Die Anwendungen reichen von der Kartierung, der Inspektion von Unterwasserinstallationen und Brückenpfeilern, Gewässerzustandskontrollen, Sicherheitsfragestellungen, der Vermisstensuche bis hin zur Archäologie. Die vorhandenen Systeme zur automatisierten und hochgenauen Durchführung solcher vielfältiger Messungen sind jedoch nur unzureichend.

### Projektbeschreibung

Zur Lösung der vorgenannten Problemstellungen wird eine geeignete Sensorlösung mit mobiler Trägerplattformsensorik entwickelt. Das mobile Messsystem (der sogenannte »Hydrocrawler«) soll durch seine Eigenschaften die idealen Einsatzbedingungen für die Ultraschallsensorik bereitstellen. Dies wird durch eine automatisierte Steuerung auf Basis von phasenkorrigierten Differential-GPS-Daten mit hoher Manövrierbarkeit und freien Fahrmanövern, Rotation um die zentrale Achse, Fahrten in alle Richtungen bei freier Ausrichtung des Sensorträgers (ohne vorhergehendes Umpositionieren), Einsatzbarkeit in Flachwasserbereichen und frei definierbaren Messarealen erreicht.

Das vorgenannte Messsystem bildet insbesondere im vom BMBF geförderten Projekt »HyMoBio-Strategie« die technologische Basis für die genaue Vermessung der Bodentopographie und der oberen Sedimentstruktur in speziell definierten Bereichen des Bodensees (siehe auch [www.hymobiostrategie.de](http://www.hymobiostrategie.de)).

Wichtige Teilschritte auf dem Weg der Entwicklung sind z. B. die Entwicklung einer Quadro-Pod-Messplattform, die Programmierung einer geeigneten Fahrzeugsoftware inklusive Missionsplanung und Steuerung sowie die Entwicklung der benötigten Spezialsonare. Geplant sind hier die Entwicklung eines hochauflösenden Fächer-Echolots sowie die Entwicklung eines Sub-Bottom-Profilers für bodennahe Sedimentschichten.

<sup>1</sup> Trägerplattform  
»Hydrocrawler«.



## PROJECT EXAMPLE: SENSOR AND CARRIER SYSTEM FOR THE AUTOMATED ANALYSIS OF SHALLOW WATER AREAS

### Motivation

The database for standing waters of the Brandenburg University of Technology Cottbus records more than 12,200 standing water bodies in Germany. Most of these waters, however, are largely uninvestigated in terms of the bottom structure or objects resting on the bottom or buried in the sediment. Alongside the vast number of inland waters, there are many shallow water and harbour areas along the German coast to which the same unsatisfactory situation applies. A regular, high-resolution and automated survey of these waters is currently not possible. The present surveying is only carried out on the most important waters, and is usually based on the use of small boats which are quite personnel-intensive and only carry out surveys sporadically. Waves, dunes, current and wind are a constant interference, making the survey boat move constantly relative to the measurement point so that corrections have to be made. If maps or images are composed of lots of such corrected measurements points, this leads to distortions which are difficult to correct in their totality.

The need for high-resolution, high-detail measurements that can be carried out by an automated sensor and measurement system is enormous. The applications range from mapping, the inspection of underwater installations and bridge piles to water quality controls, safety issues, searching for missing persons, right up to archaeology. The available systems for automated and high-precision execution of such diverse measurements are inadequate.

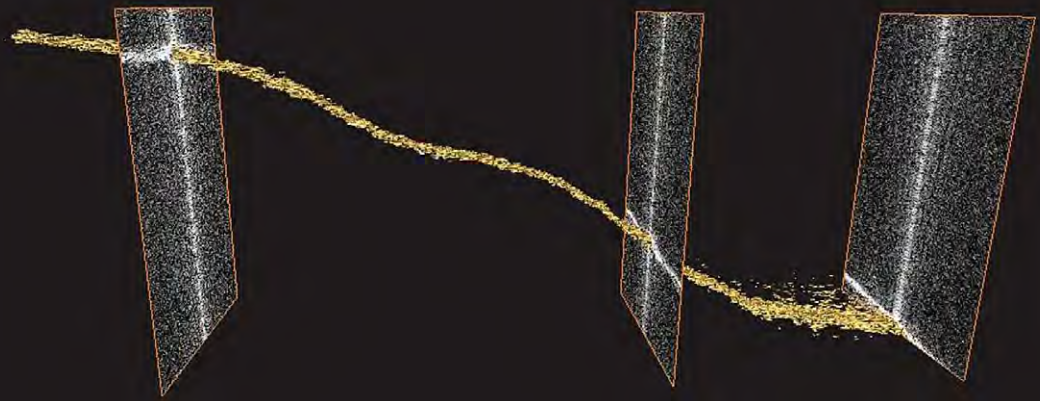
### Project description

A suitable sensor solution with mobile carrier platform sensors is being developed to solve the abovementioned problems. The characteristics of the mobile measurement system (the so-called "Hydrocrawler") will provide ideal operating conditions for the ultrasound sensor technology. This is achieved by an automated control system on the basis of phase-corrected differential GPS data with high manoeuvrability and free drive manoeuvres, rotation around the central axis, movement in all directions with free alignment of the sensor carrier (without prior repositioning), usability in flat water areas and freely defined measurement areas.

In the BMBF-funded project "HyMoBio Strategy", the abovementioned measurement system forms the technological basis for the precise surveying of the ground topography and the upper sediment structure in especially defined areas of Lake Constance (see also [www.hymobiostrategie.de](http://www.hymobiostrategie.de)).

Important steps on the way towards the development include, for example, the development of a Quadro-Pod measurement platform, the programming of suitable vehicle software including mission planning and control, as well as the development of the necessary special sonars. There are plans here for the development of a high-resolution multibeam echosounder as well as the development of a sub-bottom profiler for sediment layers near the bottom.

1 Carrier platform  
"Hydrocrawler".



2

Nach Abschluss der Technologieentwicklung werden die Messungen an den definierten Arealen des Bodensees durchgeführt und die Daten aufbereitet. Anschließend werden die Ergebnisse zur wissenschaftlichen Ausarbeitung den Partnern des Verbundprojekts wie z. B. dem Limnologischen Institut der Universität Konstanz, der Arbeitsstelle für Feuchtboden- und Unterwasserarchäologie des Landesamts für Denkmalpflege Baden-Württemberg oder dem Institut für Seenforschung der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg zur Verfügung gestellt.

Wichtige Komponenten und Systemeigenschaften im Überblick:

- Fächer-Echolot (MBES) zur Bestimmung des Bodenprofils
- Sub-Bottom-Profiler zur Bestimmung der Sedimentschichtung
- Multiparametersonde zur Messung hydrographischer Parameter (PH, gelöster Sauerstoff, Trübung, Temperatur, Leitfähigkeit)
- Unterwasserkamera
- hohe Lagestabilität und Manövrierfähigkeit
- Fahrtrichtung und Sensorausrichtung unabhängig voneinander frei wählbar
- Mission frei programmierbar (z. B. auch Dreh- und Kreisfahrmanöver)
- hohe Positionsgenauigkeit (durch 3-fach-GPS-Antenne mit RTK (Genauigkeit +/- 3 cm))

#### **Ansprechpartner**

Dipl.-Ing. Michael Ehrhardt  
 Telefon: +49 6897/9071-330  
 michael.ehrhardt@ibmt.fraunhofer.de

2 *Gemessene Bodentopographie.*

3 *Kompakter Multibeam-Echosounder zur Flächenvermessung unter Wasser.*



When the technology is developed, the measurements will be carried out in the defined areas of Lake Constance and the data processed accordingly. Then the results will be made available for scientific research to the partners in the joint project, e. g. the Limnology Institute of the University of Constance, the working group for wetland and submarine archaeology of the State Office for the Preservation of Monuments Baden-Württemberg, or the Institute for Limnology of the Regional Institute for Environment, Surveys and Wildlife Protection Baden-Württemberg.

Important components and system characteristics:

- multibeam echosounder (MBES) to determine the bottom profile
- sub-bottom profiler to determine the sedimentation
- multi-parameter probe for measurement of hydrographic parameters (PH, dissolved oxygen, haze, temperature, conductivity)
- underwater camera
- high stability and manoeuvrability
- drive direction and sensor alignment freely selectable and independent
- mission freely programmable (e. g. including rotating and circling manoeuvres)
- high positional accuracy (due to 3x GPS antenna with RTK (accuracy +/- 3 cm))

#### Contact

Dipl.-Ing. Michael Ehrhardt

Telephone: +49 6897/9071-330

michael.ehrhardt@ibmt.fraunhofer.de

2 Measured bottom topography.

3 Compact Multibeam  
Echosounder for underwater  
surface measurement.

## ANGEBOTE, ERGEBNISSE UND PRODUKTE DER ARBEITSGRUPPEN

### Simulation/Vorentwicklung

- Computerunterstützte Entwicklung, Test und Optimierung
- Schallfeldberechnungen
- FEM-basierte Bauteiloptimierung
- Hydrodynamik und gekoppelte Strömungs-Akustik-Berechnungen
- Machbarkeitsstudien (Proof of Concept)
- Marktstudien
- Patentrecherchen

#### Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Peter Weber  
Telefon: +49 (0) 6897/9071-340  
peter.weber@ibmt.fraunhofer.de

### Softwareentwicklung/Systemintegration

#### Softwareentwicklung

- Entwicklung von Softwarekonzepten und Bibliotheken für alle Frequenzbereiche von Sonar über klassische medizinische Bildgebung bis hin zur hochfrequenten Ultraschallmikroskopie
- Steuerung von Ultraschallhardware
- Signalverarbeitung und Parameterextraktion
- Visualisierungstechniken für 2D- und 3D-Bildgebung und -verarbeitung
- von Firmware auf Geräten über mobile Apps bis hin zu klassischen Desktopanwendungen stand-alone oder im Netzwerk
- Prüfung von Softwaresystemen, entwickelt nach klassischen oder agilen Entwicklungsprozessen, sowohl als Medizinprodukte oder entsprechend industriellen Anforderungen

#### Systemintegration

- Anwendungsintegration: von den Einzelkomponenten zum Gesamtsystem
- Kombination von unterschiedlichster Software einzeln und mit Elektronik und Mechanik
- Entwicklung kundenspezifischer Software
- multimodale und hybride Bildgebung (parallele MR+US, US+Optik wie Optoakustik, etc.)
- funktionelle Bildgebung
- Prüfung von Systemen entsprechend Medizinproduktegesetz oder industriellen Normen

#### Ansprechpartner

Dr. Holger Hewener  
Telefon: +49 (0) 6897/9071-350  
holger.hewener@ibmt.fraunhofer.de

### Elektronikentwicklung

- Mehrkanalige Ultraschallsysteme für Forschung und Anwendungsentwicklung (OEM) mit bis zu 256 Kanälen basierend auf einem modularen, skalierbaren Plattformkonzept mit offenem Zugriff auf alle Steuerparameter und alle Ebenen der Signalverarbeitungskette
- 1. Niederfrequenter Bereich (Anwendungen im Frequenzbereich 400 kHz-3 MHz)  
z. B. kompakte, mehrkanalige, bildgebende Sonarsysteme, Ultraschallsysteme für Luftschallanwendungen
- 2. Diagnostischer Bereich (Anwendungen im Frequenzbereich 700 kHz-20 MHz)  
z. B. MR-kompatible Ultraschallsysteme, Systeme für 3D-/4D-Bildgebung mit Matrix-Array-Wandlern, Ultraschallsysteme zur Echtzeit-Therapiekontrolle
- 3. Hochfrequenter Bereich (Anwendungen im Frequenzbereich 20 MHz-80 MHz)  
z. B. Ultraschallsysteme für präklinische Anwendungen, Systeme für zerstörungsfreie Materialprüfung/Prozesskontrolle
- mobile mehrkanalige Ultraschallsysteme für Bildgebung und messtechnische Anwendungen mit Fokus auf kostengünstiger Implementierung
- einkanalige Ultraschallsysteme für individuelle Messaufgaben im Bereich des technischen und medizinischen Ultraschalls (z. B. Füllstandsmessung, Abstandsmessung/Einparkhilfe, Transmissionsmessung/Rissdetektion, Sonoporation, Durchflussmessung)
- analoge und digitale Schaltungsentwicklung sowie hardwarenahe Programmierung basierend auf FPGAs und PLDs für kundenspezifische Ultraschallanwendungen

#### Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Christoph Risser  
Telefon: +49 (0) 6897/9071-360  
christoph.risser@ibmt.fraunhofer.de

### Wandlerentwicklung

- Entwicklung und Optimierung von Ultraschallsensoren
- medizinische Phased-, Linear- oder Curved-Arrays
- Matrix-Arrays für die volumetrische Diagnostik

- therapeutische und kombinierte diagnostisch/therapeutische Sensoren
- miniaturisierte und katheterbasierte Einelementwandler und Arrays
- Sensoren für die Durchflussmessung in Gasen und Flüssigkeiten (z. B. auch Clamp-on)
- Füllstands- oder Abstandssensoren (z. B. Level-Metering im Tank, Einparkhilfen)
- Sonarsensoren und Antennen (z. B. Echolote, Sidescan, Hindernisvermeidung)
- volumetrische Sonarsensoren (basierend auf Mills-Cross-Technik oder Full-Matrix-Arrays)
- Sonderlösungen für die sonarisierte Objekterkennung (aktiv/passiv)
- Sensoren für die Materialprüfung
- hochbreitbandige Sensoren für Spezialanwendungen (z. B. Lackdicken-Messung)
- druckbeständige/druckneutrale Ultraschallwandler (z. B. für die Tiefsee und Bohrlöcher)
- Leistungsschallwandler
- nieder- und hochfrequente Reinigungssysteme (z. B. Megaschallreinigung)
- hochfrequente fokussierende Ultraschallwandler (80 MHz bis 1 GHz) und Ultraschallarrays
- schwingungstechnische Messungen bis 1,2 GHz
- Beratungsdienstleistungen im Bereich Sensorentwicklung

#### Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Christian Degel  
Telefon: +49 (0) 6897/9071-370  
christian.degel@ibmt.fraunhofer.de

### 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) 6897/9071-380  
thomas.trautmann@ibmt.fraunhofer.de

## OFFERS, RESULTS AND PRODUCTS OF THE WORKING GROUPS

### Simulation/Advance Development

- computer-aided development, testing and optimization
- sound field calculations
- FEM-based component optimization
- hydrodynamics and coupled flow-acoustic-calculations
- feasibility studies (proof of concept)
- market studies
- patent searches

#### Contact

Dipl.-Ing. Peter Weber  
Telephone: +49 (0) 6897/9071-340  
peter.weber@ibmt.fraunhofer.de

### Software Development/System Integration

#### Software Development

- development of software concepts and libraries for all frequency ranges of sonar from classical medical imaging to high-frequency ultrasound microscopy
- control of ultrasonic hardware
- signal processing and parameter extraction
- visualization techniques for 2D and 3D imaging and processing
- from firmware on devices via mobile apps to traditional desktop applications stand-alone or in a network
- testing of software systems, developed by classical or agile development processes, both as medical devices or in accordance with industrial requirements

#### System Integration

- application integration: from individual components to complete systems
- combination of different software individually and with electronics and mechanics
- development of customized software solutions
- multimodal and hybrid imaging (parallel MR+US, US+optics as optoacoustics, ...)
- functional imaging
- testing of complete systems both as medical devices or in accordance with industrial requirements

#### Contact

Dr. Holger Hewener  
Telephone: +49 (0) 6897/9071-350  
holger.hewener@ibmt.fraunhofer.de

### Electronics Engineering

- multi-channel ultrasound systems for research and application development (OEM) set up based on a modular scalable platform concept including up to 256 channels with open access to all control parameters and all levels of the signal processing chain
- 1. Low frequency range (applications in the frequency range 400 kHz-3 MHz)  
e. g. compact, multi-beam, imaging sonar systems, ultrasound systems for airborne sound applications
- 2. Diagnostic area (applications in the frequency range 700 kHz-20 MHz)  
e. g. MR-compatible ultrasound systems, systems for 3D/4D imaging using matrix array transducers, ultrasound systems for real-time-therapy control
- 3. High frequency range (applications in the frequency range 20 MHz-80 MHz)  
e. g. ultrasound systems for preclinical applications, ultrasound systems for non-destructive material testing and process control
- portable multi-channel ultrasound systems for imaging and measurement applications with the focus on cost-effective implementations
- single-channel ultrasound systems for application-specific measurement tasks in the field of technical and medical ultrasound (e. g. filling level measurement, distance measurement, transmission measurement/crack detection, flow measurement)
- analogue and digital circuit developments as well as FPGA- and PLD-based firmware programming for customer-specific ultrasound applications

#### Contact

Dipl.-Ing. Christoph Risser  
Telephone: +49 (0) 6897/9071-360  
christoph.risser@ibmt.fraunhofer.de

### Transducer Engineering

- development and optimization of ultrasound transducers
- medical phased, linear or curved arrays
- matrix arrays for volumetric diagnostics
- therapeutic and combined diagnostic/therapeutic transducers

- miniaturized and catheter-based single-element transducers and arrays
- sensors for flow measurement in gases and fluids (e. g. also clamp-on)
- level or distance sensors (e. g. level metering in a tank, parking assistance)
- sonar sensors and antennae (e. g. echosounders, sidescan sonar systems, obstacle avoidance)
- volumetric sonar sensors (based on Mills-Cross technology or full-matrix arrays)
- special solutions for sonar-based object recognition (active/passive)
- sensors for material analysis
- high-bandwidth transducers for special applications (e. g. paint-thickness measurement)
- pressure-resistant/pressure-neutral ultrasound transducers (e. g. for deep sea and bore hole analysis)
- high-power ultrasonic transducers
- low and high-frequency cleaning system (e. g. megasonic cleaning)
- high-frequency, focused ultrasound transducers (80 MHz to 1 GHz) and ultrasound arrays
- acoustic measurements up to 1.2 GHz
- consulting services in the area of sensor development

#### Contact

Dipl.-Ing. Christian Degel  
Telephone: +49 (0) 6897/9071-370  
christian.degel@ibmt.fraunhofer.de

### 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) 6897/9071-380  
thomas.trautmann@ibmt.fraunhofer.de

## AUSSTATTUNG

### Softwareentwicklung

- Entwicklungsumgebungen für professionelle Softwareentwicklung von komplexen Systemen von Messtechnik bis zur App-Entwicklung
- Entwicklungssysteme für industrielle Bildverarbeitung (Lage, Position, OCR, Patternmatching)
- IT-Infrastruktur für normenkonforme Softwareentwicklung
- kommerzielle Softwarewerkzeuge für Analyse und Verarbeitung von Bildgebungsdaten (z. B. Amira) und Signalverarbeitung (z. B. Matlab)
- Simulationssoftware: ANSYS, PZFlex, PiezoCAD, Wave 2000 Pro
- Software für Hydrodynamiksimulationen (ANSYS FLOTRAN und CFX)
- Software PiezoCAD zum Design von Ultraschallwandlern auf Basis des KLM-Modells
- eigene Software SCALP zur Schallfeldberechnung und EVOLUTI zur Optimierung auf Basis genetischer Algorithmen

### Elektronikentwicklung

- Einkanalige Systeme und Beamformersysteme für die Entwicklung von Beamformingverfahren und Bildgebung
- Bestückungstechnik: SMD-Feinpitchbestückung
- computerunterstützte Entwicklungsumgebung für Elektronikboards (ORCAD)
- DSP- und Microcontroller-Entwicklungsumgebung (Mikrochip, Motorola)
- FPGA-Entwicklungsumgebung
- Mikrolötstation, Schwall-Lötanlage, Reflow-Lötanlage

### Messtechnik

- Akustische Mikroskop-Systeme SASAM
- biologisches und chemisches Labor
- Fotolithographie, Mask Aligner
- Labormessstände für Durchflüsse (Speckle Tracking, Laufzeitdifferenz; flüssig: 7 m/s, DN 50/100/200; Gas: variabel bis 30 m/s, DN 200)
- Laserinterferometermessplatz: UHF Vibrometer 1,2 GHz (Polytec)
- Lasersysteme unterschiedlicher Wellenlängen für optoakustische Anwendungen
- 8-Kanal-Laufzeitdifferenz-Messsystem für Luftschallanwendungen
- Luftschallmessplatz
- Klimakammermessplatz
- Kryostatmessplatz für Sensorcharakterisierung und Zero-Flow-Messungen
- Messtechnik: Pygrometer, 3D-Schallfeld-Scanner, Impedanzmessplatz, Rauheitsmessplatz, Kontaktwinkelmessgerät
- optoakustisches Labor
- Plasma-Reinigungsanlage
- elektromagnetische und optische Positionserfassungssysteme
- Prüfstand für statische und dynamische Druckbelastbarkeit
- Rasterelektronenmikroskop mit EDX
- Rastersondenmikroskope (AFM, STM, MFM)
- Reinraum, PCD, PECVD
- Sputteranlagen
- Ultraschall-Messbecken (0,8 m x 1,5 m x 0,9 m und 6 m x 8 m x 6 m)
- Präzisionslapp- und Poliermaschinen (Wolters)

### Fertigungstechnologie

- CNC-Diamantkreissägen (Disco DAD 321)
- CNC-Flach- und Profilschleifmaschine (Amada Meister G3)
- CNC-Laserschneid-Schweißeinrichtung (Trumpf)
- CNC-Mikro-Bohr-Fräs-Schleifmaschine (Kern), AB: 220 x 160 x 200 mm, schwenkbarer NC-Rundtisch, fünfschsig
- Fertigungsanlage für Ultraschallsensoren in kleiner und mittlerer Stückzahl
- Lappmaschine
- 5-Becken-Ultraschall-Reinigungsanlage
- vollparametrische 3D-CAD-Systeme (SolidWorks)



## EQUIPMENT

### Software Development

- development environments for professional software development of complex systems from measurement technology to App-development
- development systems for industrial image processing (orientation, position, OCR, pattern matching)
- IT infrastructure for standard-compliant software development
- commercial software tools for analysis and processing of image data (e. g. Amira) and signal processing (e. g. Matlab)
- simulation software: ANSYS, PZFlex, PiezoCAD, Wave 2000 Pro
- software for hydrodynamic simulations (ANSYS-FLOTRAN and CFX)
- software PiezoCAD for the design of ultrasound transducers on the basis of the KLM model
- own software SCALP for the calculation of the sound fields and EVOLUTI for optimization on the basis of genetic algorithms

### Electronics Engineering

- single channel systems and beamformer systems for the development of beamforming technologies and imaging
- assembly technology: SMD fine pitch assembly
- computer-aided development environment for electronic boards (ORCAD)
- DSP and microcontroller development environment (microchip, Motorola)
- FPGA development environment
- micro-soldering station, wave soldering system, reflow soldering system

### Measurement Technology

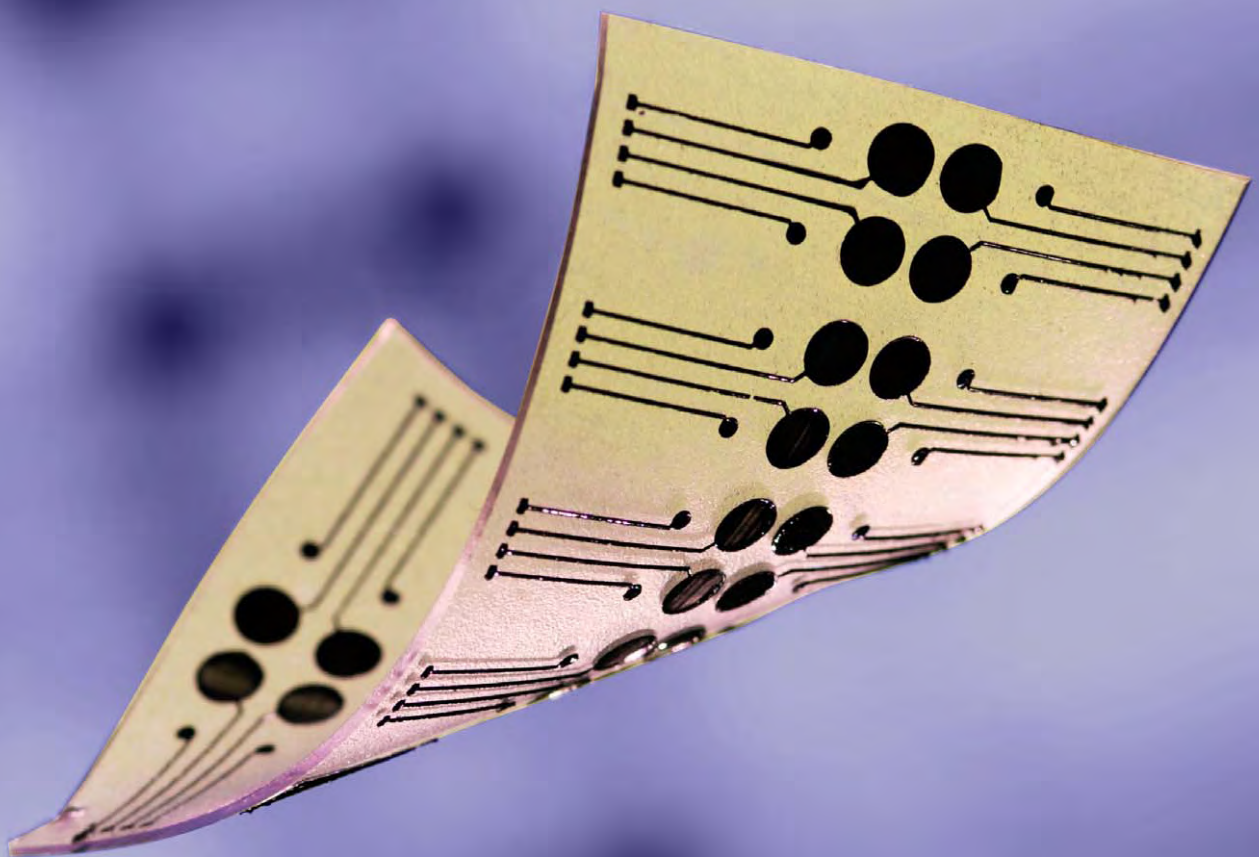
- acoustic microscope systems SASAM
- biological and chemical laboratory
- photolithography, mask aligner
- laboratory measurement stations for flows (Speckle Tracking, propagation time difference; fluid: 7 m/s, DN 50/100/200; gas: variable up to 30 m/s, DN 200)
- laser interferometer measurement station: UHF vibrometer, 1,2 GHz (Polytec)
- laser systems of various wavelengths for optoacoustic applications
- 8-channel propagation time difference measurement system for airborne sound applications
- airborne sound measurement station
- climate chamber measurement station
- cryostat measurement station for sensor characterization and zero-flow measurements
- measurement technology: pygnometer, 3D sound field scanner, impedanc measurement station, surface quality measurement station, contact angle measurement device
- optoacoustic laboratory
- plasma cleaning facility
- electromagnetic and optical position detection systems
- test stand for static and dynamic pressure resistance
- scanning electron microscope with EDX.
- scanning probe microscopes (AFM, STM, MFM)
- clean room, PCD, PECVD
- sputter systems
- ultrasound measurement basin (0,8 m x 1,5 m x 0,9 m and 6 m x 8 m x 6 m)
- precision lapping and polishing machines (Wolters)

### Manufacturing Technology

- CNC diamond saws (Disco DAD 321)
- CNC flat and profile grinding machine (Amada Meister G3)
- CNC laser cutting and welding centre (Trumpf)
- CNC micro drilling-milling-grinding machine (Kern), WR: 220 x 160 x 200 mm, swivelling NC turntable, five-axis
- production system for ultrasound sensors in small and medium quantities
- lapping machine
- 5-basin ultrasound cleaning facility
- fully parametrical 3D CAD systems (Solid-Works)

*Flexible Silikonelektrodenstruktur für kardiale Anwendungen  
(Foto: Bernd Müller).*

*Flexible silicone electrode structure for cardial applications  
(Photo: Bernd Müller).*



---

# BIOMEDIZINTECHNIK

# BIOMEDICAL

# ENGINEERING

---

**Biomedizinische Mikrosysteme**

**Biomedical Microsystems**

**Medizintechnik & Neuroprothetik**

**Medical Engineering & Neuroprosthetics**

**Ausstattung**

**Equipment**

Die Hauptabteilung Biomedizintechnik besteht aus den beiden Abteilungen Biomedizinische Mikrosysteme und Medizintechnik & Neuroprothetik. Arbeitsfelder liegen in den Gebieten der mikrostrukturierten implantierbaren Systeme, der drahtlosen Energie- und Signalübertragung sowie der Charakterisierung aktiver Implantate. Aber auch in der Entwicklung, Fertigung, Charakterisierung und Applikation miniaturisierter intelligenter medizintechnischer Systeme. Darüber hinaus gehören Gesundheitsinformationssysteme mit dem Management chronischer Krankheiten, Big-Data-Anwendungen, klinische Expertensysteme sowie Gesundheits-Apps und Augmented Reality zur Expertise der Hauptabteilung Biomedizintechnik.

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) 6897/9071-400  
klaus-peter.hoffmann@ibmt.fraunhofer.de

Sekretariat  
Frau Sonja Pontius  
Telefon: +49 (0) 6897/9071-401  
sonja.pontius@ibmt.fraunhofer.de

The main department Biomedical Engineering consists of the two departments Biomedical Microsystems and Medical Engineering & Neuroprosthetics. Work is done in the areas of microstructure, implantable systems, wireless energy and signal transmission as well as the characterization of active implants, but also in the development, production, characterization and application of miniaturized intelligent medical engineering systems. In addition to this, the expertise of the main department Biomedical Engineering also includes health information systems for the management of chronic diseases, big data applications, clinical expert systems as well as health apps and augmented reality. In particular, the development of existing technologies, which represent a fundamental concern of the Fraunhofer-Gesellschaft'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 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 connection techniques
- neuromonitoring including pelvic, intraoperative neuro-monitoring
- Regulatory Affairs including risk management

#### Contact

Prof. Dr. Klaus-Peter Hoffmann  
Telephone: +49 (0) 6897/9071-400  
klaus-peter.hoffmann@ibmt.fraunhofer.de

Secretary  
Ms. Sonja Pontius  
Telephone: +49 (0) 6897/9071-401  
sonja.pontius@ibmt.fraunhofer.de

*Mikrosystemtechnisches Sensorsystem zur Untersuchung von Leberzellen im Projekt D-Liver (Foto: Bernd Müller).*

*Microsystems sensor system to investigate liver cells in the D-Liver project (Photo: Bernd Müller).*



---

# BIOMEDIZINISCHE MIKROSYSTEME BIOMEDICAL MICROSYSTEMS

---

## **Angebote, Ergebnisse und Produkte der Arbeitsgruppen**

Mikrosensorik & Mikrofluidik

Biotelemetrie

Aktive Implantate

**Projektbeispiel: »UTE« – Ultraschallbasierte Energieversorgung und Signalübertragung für hermetisch gekapselte Miniatur-Implantate**

## **Offers, results and products of the working groups**

Microsensors & Microfluidics

Biotelemetry

Active Implants

**Project example: "UTE" – Ultrasound-based energy supply and signal transmission for hermetically encapsulated miniature implants**

---

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 sind mittlerweile eine Vielzahl kommerzieller ASICs für die drahtlose Kommunikation erhältlich, was vor allem eine fortschreitende Miniaturisierung der Implantate ermöglicht. Andererseits zeigt sich immer wieder, dass gerade für aktive Implantate spezifische Kommunikationskonzepte nötig sind, um die vom Kunden geforderten Spezifikationen, die regulativen Vorgaben und auch die von der Physik vorgegebenen Randbedingungen erfüllen zu können. Um die Bedürfnisse unserer Kunden umfassend befriedigen zu können, nutzen wir Synergien zwischen den Arbeitsgruppen Aktive Implantate, Mikrosensorik & Mikrofluidik und Biotelemetrie sowie die in der Hauptabteilung Biomedizintechnik vorhandenen Kompetenzen in den Themenfeldern Neuroprothetik und Neuromonitoring. Im Bereich der Energie- und Datenübertragung zu Implantaten konnten wir im vergangenen Jahr einen Meilenstein setzen: Aus einer Kooperation mit der Hauptabteilung Ultraschall des Fraunhofer IBMT ist ein ultraschallbasiertes Energie- und Datenübertragungssystem für aktive Implantate hervorgegangen, welches für bestimmte Anwendungen Vorteile gegenüber elektromagnetischen Übertragungssystemen hat. Ein auf der Fachmesse MEDICA 2016 ausgestellter Demonstrator fand beim Fachpublikum großen Anklang. Das Portfolio im Bereich der aktiven Implantate wird in Zukunft weiter ausgebaut in Hinsicht auf die Biokompatibilitäts- und Biostabilitätstestung von Implantaten 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) 6897/9071-450  
thomas.velten@ibmt.fraunhofer.de

Sekretariat  
Frau Sonja Pontius  
Telefon: +49 (0) 6897/9071-401  
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-corporeal 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, progressive miniaturization of the implants. On the other hand, it is becoming increasingly apparent that for active implants in particular, specific communication concepts are necessary in order to fulfil the specifications required by the customers, the regulative requirements and also the general conditions dictated by physics. In order to fulfil all the needs of our customers, we use synergies between the working groups Active Implants, Microsensors & Microfluidics and Biotelemetry as well as the competences in the main department Biomedical Engineering in the theme areas of neuroprosthetics and neuromonitoring. Last year we were able to set a milestone in the field of energy and data transmission to implants: cooperation with the main department Ultrasound of the Fraunhofer IBMT led to the development of an ultrasound-based energy and data transmission system for active implants which has certain advantages compared with electromagnetic transmission systems. A demonstrator shown at the MEDICA trade fair received a great response from the expert audience. The portfolio in the area of active implants will be expanded in the future with regard to biocompatibility and biostability testing of implants, 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) 6897/9071-450  
thomas.velten@ibmt.fraunhofer.de

Secretary  
Ms. Sonja Pontius  
Telephone: +49 (0) 6897/9071-401  
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-Handlingsysteme
- 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. (FH) Thorsten Knoll  
Telefon: +49 (0) 6897/9071-452  
thorsten.knoll@ibmt.fraunhofer.de

### 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) 6897/9071-454  
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-Tests 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) 6897/9071-456  
andreas.schneider@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  $\mu\text{m}$ ), 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 femtosecond 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. (FH) Thorsten Knoll  
Telephone: +49 (0) 6897/9071-452  
thorsten.knoll@ibmt.fraunhofer.de

#### 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) 6897/9071-454  
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 houses
- 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 medication via the oral mucosa
- 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) 6897/9071-456  
andreas.schneider@ibmt.fraunhofer.de

## PROJEKTBEISPIEL: »UTE« – ULTRASCHALLBASIERTE ENERGIEVERSORGUNG UND SIGNALÜBERTRAGUNG FÜR HERMETISCH GEKAPSELTE MINIATUR-IMPLANTATE

### Ausgangssituation

Aktive Implantate sind auf eine dauerhafte Energieversorgung angewiesen, welche derzeit drahtlos transkutan und/oder über Implantatbatterien erfolgt. Die drahtlose transkutane Energieversorgung und Kommunikation aktiver Implantate erfolgt derzeit ausschließlich elektromagnetisch-induktiv. Diese Technik stößt an ihre Grenzen, sobald das Implantat sehr klein oder der Implantationsort etwas weiter von der Körperoberfläche entfernt sein muss. Insbesondere eine hermetische metallische Kapselung, wie sie für nahezu alle marktüblichen aktiven Implantate zur Erreichung einer zuverlässigen Langzeitfunktionalität und Biokompatibilität eingesetzt wird, schirmt die hochfrequenten elektromagnetischen Wellen ab und schränkt Möglichkeiten und Effizienz dieser Methode stark ein. Dann ist eine Signalübertragung bestenfalls über aufwändige und defektanfällige elektrische Durchführungen und Kabelverbindungen zu einer außerhalb des Gehäuses angeordneten Spule möglich. Erfolgt die Energieversorgung mit einer Batterie, beansprucht diese einen Großteil des Implantatvolumens und muss in regelmäßigen Abständen durch einen teuren und patientenbelastenden chirurgischen Eingriff ausgetauscht werden.

### Lösung

Ziel des Projekts »UTE« – Ultraschallbasierte transkutane Energieversorgung und Signalübertragung für hermetisch gekapselte Miniatur-Implantate – ist die Entwicklung einer neuen Technologieplattform als Alternative zu implantierten Batterien oder induktiven Ansätzen. Sie erweitert die Möglichkeiten der hermetischen metallischen Kapselung aktiver Implantate durch Nutzung der Ultraschalltechnologie als Basis für die transku-

tane Energieversorgung und Kommunikation. Im Gegensatz zum elektromagnetisch-induktiven Aufbau liegt hierbei der Empfänger der Ultraschallwellen innerhalb des hermetischen Implantatgehäuses, direkt an der Gehäusewandung. Implantatwand und Wandler bilden einen Verbund, der es erlaubt, Ultraschallwellen zu empfangen und auch abzustrahlen. Die Plattform wird durch eine extrakorporale Einheit ergänzt, die Energie und Daten per Ultraschallwellen abstrahlt und vom Implantat gesendete Daten empfangen kann. Die vorgegebenen Grenzwerte für Ultraschallbehandlungen am menschlichen Körper werden hierbei deutlich unterschritten.

### Potenzial

Die entwickelte Plattform zielt ab auf den gesamten Markt für aktive implantierbare medizinische Geräte (AIMD), aber insbesondere auf stark miniaturisierte Implantate oder Implantate mit hohem Energiebedarf, deren langfristige Energieversorgung aufgrund des begrenzten Raumangebots für Energiespeicher nicht gesichert werden kann. Sie ist weiterhin eine vorteilhafte Alternative für Systeme, die heute über eine subkutan platzierte Empfängerspule ein tieferliegendes Implantat kabelgebunden mit Energie versorgen. Ein zusätzliches wichtiges Potenzial der Plattform steckt in der Natur der Ultraschalltechnik. Die eingeschränkte öffentliche Verfügbarkeit von Ultraschallsystemen sowie die stark materialabhängige Ausbreitung von Ultraschallwellen bietet Schutz gegen Cyberattacken.

### Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Andreas Schneider  
Telefon: +49 (0) 6897/9071-456  
andreas.schneider@ibmt.fraunhofer.de

1

## PROJECT EXAMPLE: "UTE" – ULTRASOUND-BASED ENERGY SUPPLY AND SIGNAL TRANSMISSION FOR HERMETICALLY ENCAPSULATED MINIATURE IMPLANTS

### Starting situation

Active implants require a constant energy supply which is currently provided on a wireless basis transcutaneously and/or by implant batteries. The wireless transcutaneous energy supply and communication in active implants is currently provided exclusively by electromagnetic-inductive means. This technology reaches its limits, however, as soon as the implant is very small or when the implantation location has to be further away from the surface of the body. In particular, a hermetic metal encapsulation such as is used for almost all currently available active implants to achieve reliable, long-term functionality and biocompatibility screens off the high-frequency electromagnetic waves and restricts the possibilities and efficiency of this method. The only option then is signal transmission via cumbersome and defect-prone electric leads and cable connections to a coil arranged outside of the housing. If the energy is supplied from a battery, this takes up most of the size of the implant and has to be replaced at regular intervals with an expensive and patient-stressing surgical intervention.

### Solution

The aim of the project "UTE" – Ultrasound-based transcutaneous energy supply and signal transmission for hermetically encapsulated miniature implants – is the development of a new technology platform as an alternative to implanted batteries or inductive approaches. It extends the possibilities of the hermetic metallic encapsulation of active implants by using ultrasound technology as a basis for the transcutaneous energy supply and communication. Unlike the electromagnetic-inductive approach, here the recipient of the ultrasound

waves lies within the hermetic implant housing, directly on the wall of the housing. Implant wall and transducer are connected in such a way that ultrasound waves can be sent and received. The platform is completed with an extra-corporeal unit which can send energy and data by ultrasound waves and receive data sent by the implant. The exposure to ultrasound waves falls well below the specified limit values for ultrasound therapy on the human body.

### Potential

The platform developed is aimed at the whole market for active implantable medical devices (AIMD), but particularly at highly miniaturized implants or implants with high energy requirements whose long-term energy supply cannot be secured due to the limited space available for energy storage. It is also an advantageous alternative for systems which currently supply energy via a subcutaneous receiver coil through a cable to an implant lying deeper in the body. Another important potential of the platform lies in the nature of ultrasound technology. The restricted public availability of ultrasound systems as well as the highly material-dependent propagation of ultrasound waves offers protection against cyber attacks.

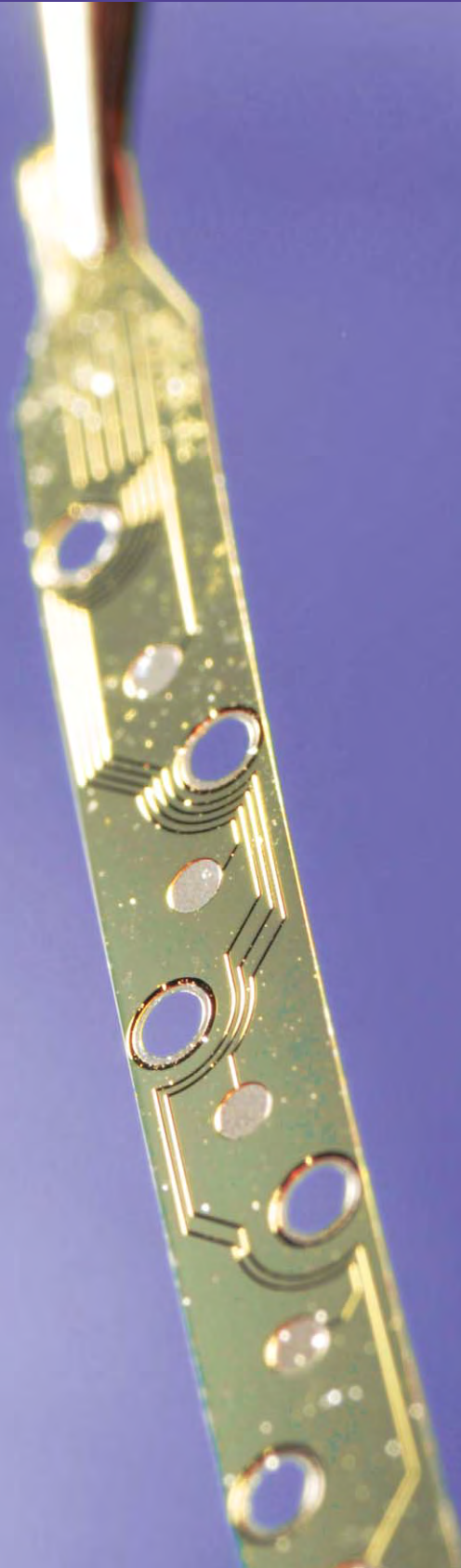
### Contact

Dipl.-Ing. Andreas Schneider  
Telephone: +49 (0) 6897/9071-456  
andreas.schneider@ibmt.fraunhofer.de

**1** Basic structure of ultrasound-based energy supply and communication.

*Flexible miniaturisierte Mikroelektrode im Einsatz für die Handprothetik (Foto: Bernd Müller).*

*Flexible miniaturized microelectrode used for hand prosthetics (Photo: Bernd Müller).*



---

# MEDIZINTECHNIK & NEUROPROTHETIK

# MEDICAL ENGINEERING & NEUROPROSTHETICS

---

## **Angebote, Ergebnisse und Produkte der Arbeitsgruppen**

Neuromonitoring  
Neuroprothetik  
Silikontechnologie  
Gesundheitsinformationssysteme

## **Offers, results and products of the working groups**

Neuromonitoring  
Neuroprosthetics  
Silicone Technology  
Health Information Systems

## **Projektbeispiel: »iManageCancer« – Innovative Gesundheitsapps für Krebskranke**

**Project example: "iManageCancer" – Innovative health apps for cancer patients**

---

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) 6897/9071-400  
klaus-peter.hoffmann@ibmt.fraunhofer.de

Sekretariat  
Frau Sonja Pontius  
Telefon: +49 (0) 6897/9071-401  
sonja.pontius@ibmt.fraunhofer.de



The core competences of the Medical Engineering & Neuroprosthetics Department lie in the fields of development, production 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, production 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) 6897/9071-400  
klaus-peter.hoffmann@ibmt.fraunhofer.de

Secretary  
Ms. Sonja Pontius  
Telephone: +49 (0) 6897/9071-401  
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 Langzeitverlässigkeit von Implantaten (Kapselungsmaterialien, Elektroden-schichten 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 Stimulationsschaltungen
- 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 (High-speed- 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, Ableitungssystemen, 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

### **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. (FH) Roman Ruff  
Telefon: +49 (0) 6897/9071-405  
roman.ruff@ibmt.fraunhofer.de

#### **Neuroprothetik**

Dipl.-Ing. Andreas Schneider  
Telefon: +49 (0) 6897/9071-456  
andreas.schneider@ibmt.fraunhofer.de

#### **Silikontechnologie**

Prof. Dr. Klaus-Peter Hoffmann  
Telefon: +49 (0) 6897/9071-400  
klaus-peter.hoffmann@ibmt.fraunhofer.de

#### **Gesundheitsinformationssysteme**

Dipl.-Inform. Stephan Kiefer  
Telefon: +49 (0) 6897/9071-406  
stephan.kiefer@ibmt.fraunhofer.de

## 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

### **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, multivariate 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. (FH) Roman Ruff  
Telephone: +49 (0) 68947/9071-405  
roman.ruff@ibmt.fraunhofer.de

#### **Neuroprosthetics**

Dipl.-Ing. Andreas Schneider  
Telephone: +49 (0) 6897/9071-456  
andreas.schneider@ibmt.fraunhofer.de

#### **Silicone Technology**

Prof. Dr. Klaus-Peter Hoffmann  
Telephone: +49 (0) 6897/9071-400  
klaus-peter.hoffmann@ibmt.fraunhofer.de

#### **Health Information Systems**

Dipl.-Inform. Stephan Kiefer  
Telephone: +49 (0) 6897/9071-406  
stephan.kiefer@ibmt.fraunhofer.de

## PROJEKTBEISPIEL: »IMANAGECANCER« – INNOVATIVE GESUNDHEITSAPPS FÜR KREBSKRANKE

### Ausgangssituation

Fortschritte in der Tumorbehandlung machen Krebs immer öfter zu einer heilbaren oder chronischen, langwierigen Erkrankung. Als solche stellt sie Betroffene und ihr Umfeld vor hohe Herausforderungen, ihre Gesundheit zu managen, mit Ärzten Therapieentscheidungen zu treffen und die Krankheit zu bewältigen. Mehr denn je sind Patienten mit ihren Angehörigen gefordert, eine aktive Rolle in ihrer Behandlung zu übernehmen.

### Lösung

Das vom IBMT koordinierte EU-Projekt »iManageCancer« will Krebspatienten dabei durch eine auf ihre speziellen Bedürfnisse zugeschnittene, innovative Smartphone-Plattform zum Gesundheitsmanagement und Patienten-Empowerment unterstützen. Die iManageCancer-Plattform hilft Patienten, bestimmte Aspekte der Krankheit besser zu managen und ihre Rolle in Entscheidungsprozessen zu ihrer Behandlung zu stärken. So unterstützen die Tools beim Medikamentenmanagement, sie warnen vor Wechselwirkungen und Gegenanzeigen, helfen klinische Dokumente zu verstehen und zu verwalten, werten die psychische Belastung des Patienten und seines Umfelds aus, stellen passgenaue Informationen zu Therapieentscheidungen bereit, erkennen und warnen vor Komplikationen oder helfen bei der Schmerzbehandlung und einer notwendigen Anpassung des Lebensstils. Eine besondere Rolle nehmen darüber hinaus seriöse Spiele ein, die insbesondere Kinder stärken sollen, eine positive Haltung zu ihrem Leben und zu ihrer Erkrankung zu behalten, oder die Erwachsene im Umgang mit Krankheitsfolgen weiterbilden und motivieren. Patienten können auf Wunsch auch ihre Ärzte miteinbeziehen und die selbsterhobenen Daten mit ihnen teilen oder ihre

Daten für Forschungszwecke verfügbar machen. Ein Forum zum Austausch unter Betroffenen rundet die Plattform ab. Die Aufgaben des Fraunhofer IBMT konzentrieren sich dabei auf die Entwicklung eines »Care-Flow-Engine« genannten Expertensystems, das Arzt und Patienten durch die Behandlung führt. Die an das Konzept der Behandlungspfade angelehnte Technik soll es Onkologen erlauben, Behandlungsprozesse mit integrierten Aufgaben, Entscheidungsregeln und Hilfestellungen für die Anwender zu formulieren, die das System dann für Patienten und ihre Ärzte personalisieren und ausführen kann.

### Potenzial

»iManageCancer« erforscht und zeigt, wie intelligente, informative und unterhaltsame Gesundheitsapps und eHealth-Dienste die Fähigkeiten chronisch Kranker stärken, ihre Erkrankung zu managen und eine aktive Rolle im Behandlungsprozess einzunehmen. Die Apps stellen Versorgern, Kostenträgern, Patientenorganisationen und der Gesundheitspolitik eine Plattform bereit, um Instrumente zum Selbstmanagement von chronischen Erkrankungen bereitzustellen und ihre Wirksamkeit in der Praxis zu evaluieren.

### Projektförderung

H2020 643529

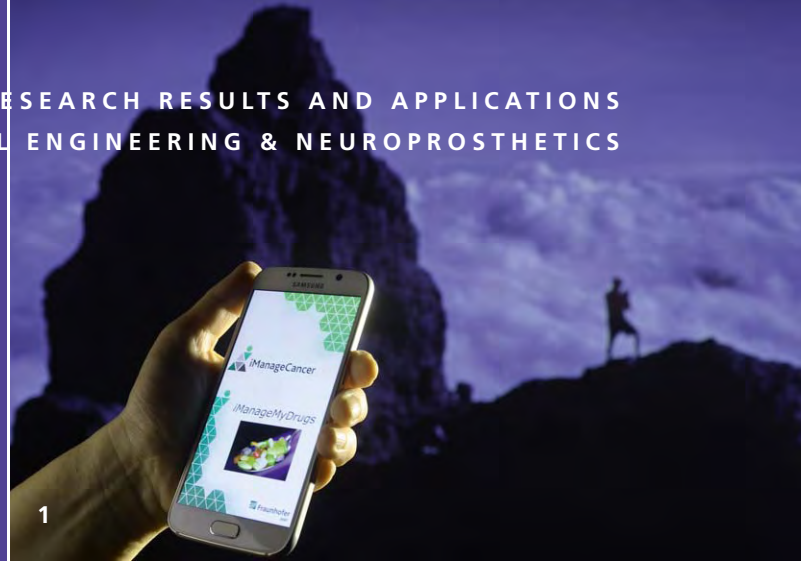
Projektpartner: Universitätsklinikum des Saarlandes, Promotion Software GmbH, Foundation for Research and Technology Hellas, Philips Electronics, Cancer Intelligence Ltd, University of Bedfordshire, European Institute of Oncology, King's College London

<http://imanagecancer.eu/>

### Ansprechpartner

Dipl.-Inform. Stephan Kiefer  
Telefon: +49 (0) 6897/9071-406  
[stephan.kiefer@ibmt.fraunhofer.de](mailto:stephan.kiefer@ibmt.fraunhofer.de)

<sup>1</sup> App iManageMyHealth (Foto: Bernd Müller).



## PROJECT EXAMPLE: "IMANAGECANCER" – INNOVATIVE HEALTH APPS FOR CANCER PATIENTS

### Starting situation

Advances in tumour therapy are increasingly making cancer a curable or chronic long-term disease. This poses major challenges for patients and their environment in managing their health, making therapy decisions with doctors and overcoming the illness. More than ever, patients and their relatives are required to assume an active role in the treatment.

### Solution

The IBMT-coordinated EU project "iManageCancer" wants to support patients in this with an innovative smartphone platform especially tailored to their needs for health management and patient-empowerment. The iManageCancer platform helps patients to better manage certain aspects of their illness and to reinforce their role in decision processes regarding their treatment. The tools provide support, for example, in medication management; they warn about interactions and contraindication, help patients to understand and administrate clinical documents, evaluate the mental stress on the patient and his/her environment, provide accurate information on therapy decisions, recognize and warn against complications, or help with pain therapy and the necessary lifestyle adaptations. In addition to this, a special role is played by serious games to help, in particular, children to maintain a positive attitude to life and to their illness, or train and motivate adults in dealing with the consequences of the illness. Patients can also involve their doctors and share the self-collected data with them or make their data available for research purposes. The platform is rounded off by a forum for exchange between the persons affected. The work of the IBMT here is concentrated on the development of an expert system known as a "Care-Flow-Engine" that leads doctor and patient through the therapy.

Based on the concept of clinical pathways, the technology should allow oncologists to formulate treatment processes with integrated tasks, decision rules and aids for the user that the system can then personalize and execute for patients and their doctors.

### Potential

"iManageCancer" researches and demonstrates how intelligent, informative and entertaining health apps and eHealth services can support the ability of chronically ill patients to manage their illness and take an active role in the treatment process. The apps provide a platform to healthcare providers, funders, patient organizations and health policymakers to provide instruments for the self-management of chronic diseases and to evaluate their efficacy in practice.

### Project funding

H2020 643529

Project partners: Saarland University Medical Center, Promotion Software GmbH, Foundation for Research and Technology Hellas, Philips Electronics, Cancer Intelligence Ltd, University of Bedfordshire, European Institute of Oncology, King's College London

<http://imanagecancer.eu/>

### Contact

Dipl.-Inform. Stephan Kiefer

Telephone: +49 (0) 6897/9071-406

[stephan.kiefer@ibmt.fraunhofer.de](mailto:stephan.kiefer@ibmt.fraunhofer.de)

1 App iManageMyHealth (Photo: Bernd Müller).

## 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
- Ofen zum Imidisieren von Polyimid
- Laser zum Bohren und Schneiden (z. B. von Silizium oder Aluminiumoxid-Keramik)
- Labor für Replikationstechnologien (Silikonabformung; Herstellung von Gussformen)
- 3D-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

#### *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
- 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

### Folienbasierte Mikrosystemtechnik

- Heißpräganlage
- Anlage zum rotativen Heißprägen großflächiger Folien (Rolle-zu-Rolle)
- Anlage zum rotativen Drucken von Proteinen und von leitfähigen Strukturen aus Graphen (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)
- elektrotechnisches Labor zur Entwicklung und Fertigung verteilter Sensorik und Aktuatorik einschließlich Systeme für die physiologische Messtechnik und Elektrostimulation
- 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

### 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
- 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

### Microsystems 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
- furnace for imidization of polyimide
- laser for drilling and cutting (e. g. silicon or aluminium oxide ceramics)
- laboratory for replication technologies (silicone moulding, mould manufacturing)
- 3D rapid prototyping by means of 3D printer and 3D scanner
- laboratory for the processing and manufacturing of silicon structures, including the targeted optimization of their properties through biological functionalization of surfaces and the introduction of special fillers

#### *Assembly and packaging technologies*

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

### Measurement Technology/Analytics

- scanning electron microscope (SEM, EDX)
- scanning probe microscope (SPM, AFM)
- 3D confocal microscope
- impedance measurement station with Solartron SI 1260, SI 1287, SI 1294
- metrological laboratory for electrochemical, optical and mechanical characterization of electrodes, in particular investigation of field distributions at microelectrodes, electrical impedance spectroscopy, stability under mechanical stress and low leakage currents

### Foil-based Microsystems Technology

- hot embossing equipment
- equipment for rotative hot embossing of large area foils (reel to reel)
- equipment for rotative printing of proteins and conductive structures of graphene (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)
- electrotechnical laboratory for the development and production of distributed sensors and actuators, including systems for the physiological measurement technology and electrostimulation
- 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

### 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
- 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

Lagerung von Humanproben für das Umweltbundesamt am Standort Münster/Wolbeck (Foto: Bernd Müller).

Storage of human specimens for the Federal Environment Agency at the Münster/Wolbeck location (Photo: Bernd Müller).





---

# FAKTENTEIL

# FACTS SECTION

---

## **Messe- und Veranstaltungsspiegel**

## **Wissenschaftliche Veröffentlichungen**

Promotionen, Diplom-, Master- und Bachelorarbeiten  
Wissenschaftliche Publikationen und Vorträge  
Patente

## **Fairs and events**

## **Scientific publications**

Doctorates, diploma, master and bachelor theses  
Publications and presentations  
Patents

---

---

## MESSE- UND VERANSTALTUNGSSPIEGEL

### FAIRS AND EVENTS

---

**PharmaForum 2016 – »Pharma trifft Medizintechnik«**

03.03.2016, Wiesbaden

Fraunhofer IBMT mit Gesundheitsinformationssystemen

**Oceanology International 2016**

15.-17.03.2016, London, Excel (GB)

Stand H600

Fraunhofer IBMT auf dem Fraunhofer-Gemeinschaftsstand

**Biomedical Engineering Goes Digital – IoT & Industrie 4.0  
für Biomedizin- und Labortechnik**

06.09.2016, Sulzbach

**Festival der Zukunft: 30 Jahre BMUB – Umweltpolitik 3.0**

10.-11.09.2016, EUREF-Campus Berlin

Fraunhofer IBMT mit mobilem epiLab

**IEEE International Ultrasonics Symposium 2016**

18.-21.09.2016, Tours (F)

Stand 19

Hauptabteilung Ultraschall des Fraunhofer IBMT

**MEDICA 2016**

14.-17.11.2016, 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

Mohrhardt, Elmar

»Das Hühnerei: Alternative Ansätze für das Tissue Engineering«  
Universität des Saarlandes

Shah, Abdul Sayed Qadir

»New Microchip-based Imaging System for Investigation of Nanomaterials Interaction with Cells«  
Universität Salzburg (Österreich)

Stab, Julia

»Nanoparticles for Neurodegenerative Disorders«  
Universität des Saarlandes

Wilhelm, Nadine

»HSA-basierende Nanopartikel zum virusfreien Gentransfer in der Gen- und Zelltherapie«  
Universität des Saarlandes

##### Masterarbeiten / Master theses

Brausch, Lukas

»Shear Wave Elastography in Ultrasound Research«  
Universität des Saarlandes

Brunner, Jenny

»Polymergekapselte aktive Implantate – Experimentelle Untersuchungen zur Langzeitstabilität gekapselter Elektronikmodule«  
Technische Universität München

Dabrowski, Jasmin

»Einfluss von zyklischen Temperaturschwankungen während der Tieftemperatur-Lagerung auf die Stabilität von HIV-1-Env-Pseudoviren«  
Hochschule Kaiserslautern

Diesing, Jan

»Analyse der EMG-Signale des internen analen Sphinkters im Rahmen eines pelvinen intraoperativen Neuromonitoring«  
Universität Lübeck

Gebler, Anna Martina

»Comparative Analysis of Human Induced Pluripotent Stem Cell Cultivation with Functional Integrity in Suspension Bioreactors«  
Hochschule Kaiserslautern

Hedge, Vinayak

»Panoramic Video Transmission for Autonomous Water Surface Research Vessels«  
Universität des Saarlandes

Hey, Natascha

»Evaluierung biodegradierbarer Materialien für aktive Kurzzeitimplantate«  
Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes

Huber, Esther Jacqueline

»Vergleichende Untersuchungen zu modifizierten, Stimulus-responsiven Polymeren für die Anwendung mit humanen Stammzellen und deren Derivaten«  
Universität des Saarlandes

Kiefer, Sabrina

»Prozessoptimierung eines RIE-Prozesses zur Strukturierung von Siliziumnitrid für die Herstellung von Mikrolochchips«  
Hochschule Kaiserslautern

Majer, Julia

»Vergleichende Untersuchungen neuartiger Vitrifikationstechnologien für humane induziert pluripotente Stammzellen«  
Universität des Saarlandes

Oevermann, Jorge

»Kompensation von Laufzeitunterschieden bei Ultraschallausbreitung in anisotropen Medien«  
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Olsommer, Yves

»Realisierung eines drahtlosen Messverfahrens zur Bestimmung des Stimulationsstroms in elektrischen Implantaten«  
Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes

Staudt, Niklas Fabian

»Dreidimensionale medizinische Ultraschallbildgebung mit einem Mills-Cross-Transducer-Array«  
Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes

Warschburger, Nadine

»Modifikation zur Optimierung eines standardisierten serum- und proteinfreien Mediums zur Kryokonservierung von peripheren mononukleären Blutzellen«  
Hochschule Kaiserslautern

#### **Bachelorarbeiten / Bachelor theses**

Rakinstein, Julia

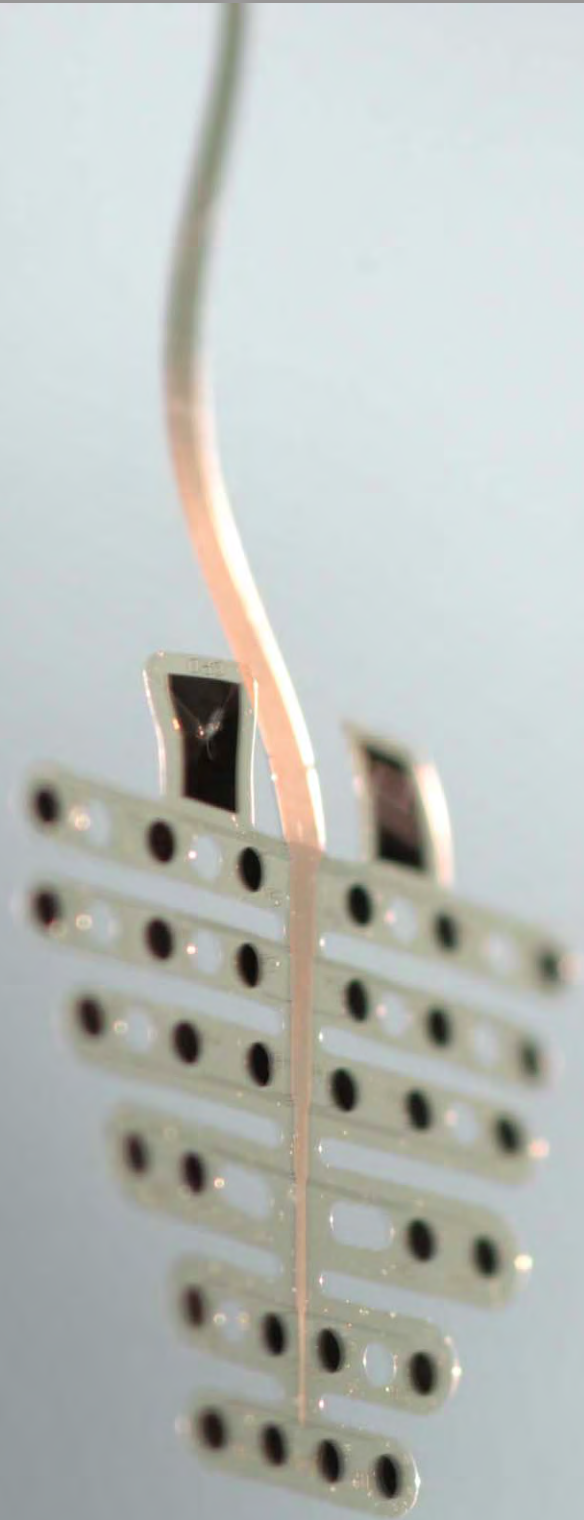
»Adhäsionsoptimierung im Polymer-Verbund von All-Polymer-Elektroden«  
Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes

In der Summe wurden am IBMT 4 Promotionen, 14 Masterarbeiten sowie 1 Bachelorarbeit abgeschlossen.

In total, 4 doctorates, 14 master theses and 1 bachelor thesis were completed at the IBMT.

*Flexible implantierbare Mikroelektrode auf der Basis von Polyimid zur kortikalen Ableitung bioelektrischer Signale des Gehirns der Maus (Foto: Bernd Müller).*

*Flexible implantable microelectrode on the basis of polyimide for cortical recording of bioelectric signals from the brain of the mouse (Photo: Bernd Müller).*



# WISSENSCHAFTLICHE PUBLIKATIONEN UND VORTRÄGE

## PUBLICATIONS AND PRESENTATIONS

### 1. Beiträge in Fachzeitschriften

#### Articles in journals

- Afshar, M.; Leber, M.; Poppendieck, W.; König, K.; Seidel, H.; Feili, D.  
„On-chip nanostructuring and impedance trimming of transparent and flexible ITO electrodes by laser induced coherent sub-20 nm cuts“. Applied surface science 360, pp.494-501 (2016)
- Angel, S.; von Briesen, H.; Oh, Y. J.; Baller, M. K.; Zimmermann, H.; Germann, A.  
„Towards optimal cryopreservation and storage for achievement of high cell recovery and maintenance of cell viability and T-cell functionality“. Biopreservation and Biobanking (2016)  
DOI: 10.1089/bio.2016.0046
- Christmann, J.; Azer, L.; Dörr, D.; Fuhr, G. R.; Bastiaens, P. I. H.; Wehner, F.  
„Adaptive responses of cell hydration to a low temperature arrest“. The journal of physiology 594 (6), pp.1663-1676 (2016)
- Diesing, J.; Ruff, R.; Krüger, T. B.; Kneist, W.; Hoffmann, K.-P.  
„Intra-anal surface electrode design for a pelvic intraoperative neuromonitoring“. Proceedings im Rahmen einer Focus Session anlässlich der BMT Dreiländertagung Biomed Tech 2016; 61(s54), Walter de Gruyter Berlin Boston (2016)  
DOI: 10.1515/bmt-2016-5005
- Djuzenova, C. S.; Fiedler, V.; Katzer, A.; Michel, K.; Deckert, S.; Zimmermann, H.; Sukhorukov, V. L.; Flentje, M.  
„Dual PI3K- and mTOR-inhibitor PI-103 can either enhance or reduce the radiosensitizing effect of the Hsp90 inhibitor NVP-AUY922 in tumor cells: the role of drug-irradiation schedule“. Oncotarget, Vol. 7, No. 25 (2016)  
DOI: 10.18632/oncotarget.9501
- Finkler, B.; Riemann, I.; Vester, M.; Grüter, A.; Stracke, F.; Jung, G.  
„Monomolecular Pyrenol-derivatives as multi-emissive probes for orthogonal reactivities“. Photochemical & Photobiological Sciences (2016)  
DOI: 10.1039/c6pp00290k
- Fischer, B.; Schulz, A.; Gepp, M.; Neubauer, J.; Gentile, L.; Zimmermann, H.  
„3D printing of hydrogels in a temperature-controlled environment with high spatial resolution“. Current Directions in Biomedical Engineering, Band 2, Heft 1, pp.109-112, ISSN (Online) 2364-5504 (2016)  
DOI: 10.1515/cdbme-2016-0027
- González-Sánchez, C.; Fraile-Marinero, J. C.; Pérez-Turiel, J.; Damm, E.; Schneider, J. G.; Zimmermann, H.; Schmitt, D.; Ihmig, F. R.  
„Capacitive sensing for non-invasive breathing and heart monitoring in non-restrained, non-sedated laboratory mice“. Sensors 2016, Online journal 16 (7), pp. Art. 1052, 16 (2016)  
DOI: 10.3390/s16071052
- Hughes, S. M.; Shu, Z.; Levy, C. N.; Ferre, A. L.; Hartig, H.; Fang, C.; Lentz, G.; Fialkow, M.; Kirby, A. C.; Adams Waldorf, K. M.; Veazey, R. S.; Germann, A.; Briesen, H. von; McElrath, M. J.; Dezzutti, C. S.; Sinclair, E.; Baker, C. A.; Shacklett, B. L.; Gao, D.; Hladik, F.  
„Cryopreservation of human mucosal leukocytes“. PLoS one. Online journal 11 (5), pp. Art. e0156293, 17 (2016)  
DOI:10.1371/journal.pone.0156293
- Katsen-Globa, A.; Pütz, N.; Gepp, M. M.; Neubauer, J. C.; Zimmermann, H.  
„Study of SEM preparation artefacts with correlative microscopy: Cell shrinkage of adherent cells by HMDS-drying“. Scanning (Online first), pp.9 (2016)  
DOI: 10.1002/sca. 21310
- Kauff, D. W.; Wachter, N.; Heimann, A.; Krüger, T. B.; Lang, H.; Kneist, W.  
„Minimal invasive pelvic intraoperative neuro-monitoring - Novel developments within translational research and collaboration“. Proceedings im Rahmen einer Focus Session anlässlich BMT Dreiländertagung Biomed Tech 2016;61 (s56) , Walter de Gruyter Berlin Boston (2016)  
DOI: 10.1515/bmt-2016-5005, p.56
- Kauff, D.; Wachter, N.; Heimann, A.; Krüger, T.; Hoffmann, K.; Lang, H.; Kneist, W.  
„Surface electromyography reliably records electrophysiologically evoked internal anal sphincter activity: A more minimally invasive approach for monitoring extrinsic innervation“. Eur Surg Res. 2016;57(1-2):81-8 (2016)  
DOI: 10.1159/000445683
- Kohl, Y.  
„Gefahrstoffe Reinhaltung der Luft: Kleinstmengen von Nanomaterialien in Umweltproben nachweisen“. Springer, 76, Nr.6, Juni (2016)
- Kohl, Y.  
„Detektor für Nanoteilchen“. Technology Review, Juni 2016, p.18 (2016)
- Kohl, Y.  
„Nanomaterialien in Umweltproben“. GIT Labor-Fachzeitschrift 08/2016
- Kondylakis, H.; Koumakis, L.; Tsiknakis, M.; Marias, K.; Kiefer, S.  
„Big Data in support of the digital cancer patient“. ERCIM News 104, 27-28 (2016)
- Koumakis, L.; Kondylakis, H.; Chatzimina, M.; Latraki, G.; Argyropaidas, P.; Kazantzaki, E.; Tsiknakis, M.; Kiefer, S.; Marias, K.  
„Designing smart analytical data services for a personal health framework“. Proceedings of 13<sup>th</sup> International Conference on Wearable, Micro & Nano Technologies for Personalized Health, Stud Health Technol Inform. 2016; 224:123-128 (2016)
- Krüger, T.; Somerlik-Fuchs, K.; Wegner, C.; Mattmüller, R.; Hoffmann, K.-P.  
Best Practice: „Surgeon driven application in pelvic operations“. Abstract im Rahmen einer Focus Session anlässlich der BMT Dreiländertagung

- De Gruyter, *Current Directions in Biomedical Engineering*; 2(1): 193-198 (2016)  
DOI: 10.1515/cdbme-2016-0044
- Lermen, D.; Glück, L.; Schirmacher, P.  
„And walls shall break: The ISBER 2016 Annual Meeting and Exhibits“.  
*Biopreservation and Biobanking*: 14(3) (2016)  
DOI: 10.1089/bio.2016.29006.djl
- Lermen, D.; Glück, L.; Schirmacher, P.  
„2016 ISBER Annual Meeting and Exhibits in Berlin – Breaking down walls: Unifying biobanking communities to secure our sustainability“.  
*Biopreservation and Biobanking*: 14(1) (2016)  
DOI: 10.1089/bio.201628999.djl
- Morel, P.; Ferrea, E.; Taghizadeh-Sarshouri, B.; Cardona Audi, J. M.; Ruff, R.; Hoffmann, K.-P.; Lewis, S.; Russold, M.; Abu-Saleh, L.; Schroeder, D.; Krautschneider, W.; Meiners, T.; Gail, A.  
„Long-term decoding of movement force and direction with a wireless myoelectric implant“.  
*Journal of neural engineering* 13(1), pp. Art. 016002, 15 (2016)  
DOI: 10.1088/1741-2560/13/1/016002
- Moszkowski, T.; Krüger, T. B.; Kneist, W.; Hoffmann, K.-P.  
„Modeling the pelvic region for non-invasive pelvic intraoperative neuromonitoring“.  
Abstract im Rahmen einer Focus Session anlässlich der BMT Dreiländertagung  
De Gruyter, *Current Directions in Biomedical Engineering*; 2(1): 185-188 (2016)  
DOI: 10.1515/cdbme-2016-0042
- Neubauer, J.; Sébastien, I.; Germann, A.; Meyerhans, A.; Müller, S. C.; von Briesen, H.; Zimmermann, H.  
„Towards standardized automated immunomonitoring: an automated ELISpot assay for safe and parallelized functionality analysis of immune cells“.  
*Cytotechnology* (2016)  
DOI: 10.1007/s10616-016-0037-4
- Niehoff, A. C.; Grünebaum, J.; Moosmann, A.; Mulac, D.; Söbbing, J.; Niehaus, R.; Buchholz, R.; Kröger, S.; Wiehe, A.; Wagner, S.; Sperling, M.; von Briesen, H.; Langer, K.; Karst, U.  
„Quantitative bioimaging of platinum group elements in tumor spheroids“.  
*Analytica Chimica Acta*: ACA-16-1259R1 (2016)
- Nikas, A.; Klein, L.; Holzberger, A.; Hauer, J.; Voelker, M.; Hoppe, C.; Ruff, R.; Hoffmann, K.-P.  
„ASIC design of an implantable system for improved control of hand prosthesis“.  
Proceedings anlässlich der BIOCAS 2016 in Shanghai (China), 17.-19.10.2016
- Oeri, M.; Bost, W.; Tretbar, S.; Fournelle, M.  
„Calibrated linear array-driven photoacoustic/ultrasound tomography“.  
*Ultrasound in Medicine & Biology*, 2016, 1-11 (2016)  
DOI: 2016.06.028
- Sanchez-Merino, V.; Fabra-Garcia, A.; Gonzalez, N.; Nicolas, D.; Merino-Mansilla, A.; Manzardo, C.; Ambrosioni, J.; Schultz, A.; Meyerhans, A.; Mascola, J. R.; Gatell, J. M.; Alcami, J.; Miro, J. M.; Yuste, E.  
„Detection of broadly neutralizing activity within the first months of HIV-1 infection“.  
*Journal of virology* 90 (11), pp.5231-5245 (2016)
- Stab, J.; Zlatev, I.; Raudszus, B.; Meister, S.; Pietrzik, C. U.; Langer, K.; von Briesen, H.; Wagner, S.  
„Flurbiprofen-loaded nanoparticles can cross a primary porcine in vitro blood-brain barrier model to reduce amyloid-B42 burden“.  
*Journal of nanomedicine & biotherapeutic discovery* 2016, 6:1 (2016)  
DOI: 10.4172/2155-983X.1000140
- Stienen, P. J.; Venzi, M.; Poppendieck, W.; Hoffmann, K.-P.; Alberg, E.  
„Precaution for volume conduction in rodent cortical electroencephalography using high-density polyimide-based microelectrode arrays on the skull“.  
*Journal of neurophysiology* 115 (4), pp.1970-1977 (2016)  
DOI:10.1152/jn.00932.2015
- Strauß, L.; Ruffing, U.; Abdulla, S.; Alabi, A.; Akulenko, R.; Garrine, M.; Germann, A.; Grobusch, M. P.; Helms, V.; Herrmann, M.; Kazimoto, T.; Kern, W.; Mandomando, I.; Peters, G.; Schaumburg, F.; Müller, L. von; Mellmann, A.  
„Detecting staphylococcus aureus virulence and resistance genes: A comparison of whole-genome sequencing and DNA microarray technology“.  
*Journal of clinical microbiology* : JCM 54 (4), pp.1008-1016 (2016)
- Tiefensee, F.; Weber, P.; Kunz, S.; Pamplona, M.; Simon, S.  
„Ultrasonic phased array technology for the non-destructive testing of marble sculptures“.  
*Studies in conservation*, Volume 61, Issue 2 (2016)
- Wachter, N.; Kauff, D. W.; Heimann, A.; Krüger, T. B.; Hoffmann, K.-P.; Lang, H.; Kneist, W.  
„Extracorporeal stimulation of pelvic autonomic nerves under non-invasive intra-anal surface EMG of the internal anal sphincter - Preliminary results of an experimental study“.  
Proceedings im Rahmen einer Focus Session anlässlich BMT Dreiländertagung  
*Biomed Tech* 2016; 61 (s55), Walter de Gruyter Berlin Boston (2016)  
DOI: 10.1515/bmt-2016-5005, p.55
- Wegner, C.; Krüger, T. B.; Hoffmann, K.-P.; Glos, D. W.; Kneist, W.  
„Postprocessing algorithm for automated analysis of pelvic intraoperative neuromonitoring signals“.  
Abstract im Rahmen einer Focus Session anlässlich der BMT Dreiländertagung  
De Gruyter, *Current Directions in Biomedical Engineering*; 2(1): 189-192 (2016)  
DOI: 10.1515/cdbme-2016-0043

**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**

Angel, S.:

„Produktion, Titration und Neutralisation von HIV-1 Pseudoviren“.

Vortrag anlässlich der Vorlesungsreihe „Neues aus Forschung und Industrie“ in Kaiserslautern (Rheinland-Pfalz), 24.11.2016

Biehl, M.; Weber, P.; Molitor, M.; Koch, T.; Schneider, A.

„Ultrasonic-based transcutaneous energy supply and signal transmission for hermetically encapsulated miniature implants“.

Vortrag anlässlich der BMT Dreiländertagung in Basel (Schweiz), 04.-06.10.2016

Brausch L.

„Shear wave elastography – Measuring tissue stiffness with ultrasound“.

Vortrag anlässlich der BMT Dreiländertagung in Basel (Schweiz), 04.-06.10.2016

Bur, S.; Schmidt, K.; Schulz, A.; Gentile, L.; Neubauer, J. C.; Zimmermann, H.

„Innovative culture of hiPSCs in suspension on alginate microcarrier“.

Poster anlässlich der ISSCR 2016 in San Francisco (USA), 22.-25.06.2016

Diesing, J.; Ruff, R.; Krüger, T. B.; Kneist, W.; Hoffmann, K.-P.

„Intra-anal surface electrode design for a pelvic intraoperative neuromonitoring“.

Vortrag im Rahmen einer Focus Session anlässlich der BMT Dreiländertagung in Basel (Schweiz), 04.-06.10.2016

Ehrhardt, M.; Becker, F. J.; Speicher, D.; Fonfara, H.; Hewener, H.; Degel, C.; Tretbar, S.

„Development of a high-resolution real-time

capable 3D sonar camera for deep sea operation“.

Vortrag anlässlich des 10<sup>th</sup> EAA International Symposiums on Hydroacoustics in Jastrzebia Góra (Polen), 17.-20.05.2016

Ehrhardt, M.; Becker, F. J.; Speicher, D.; Fonfara, H.; Hewener, H.; Fournelle, M.; Degel, C.; Tretbar, S.

„Evaluation of a high-resolution real-time capable 3D sonar camera for deep sea operation“.

Vortrag anlässlich der Oceans 2016 in Monterey, California (USA), 19.-23.09.2016

Elberskirch, L.

„Zielgesteuerte BioTransporter oral applizierter Photosensibilisatoren zur photodynamischen Therapie gastrointestinaler Carcinome (GIT-Care)“.

Poster anlässlich der ProMatLeben in Nürnberg (Bayern), 15.-16.06.2016

Fabra García, A.; Gonzalez, N.; Merino-Mansilla, A.; Ambrosioni, J.; Schultz, A.; Alcamí, J.; Miro, J. M.; Yuste, E.; Sanchez-Merino, V.

„Broadly reactive neutralizing activity within the first 6 months of HIV-1 infection“.

Poster anlässlich der CROI 2016 in Boston, Massachusetts (USA), 22.-25.02.2016

Fischer, B.; Gepp, M.; Schulz, A.; Dobringer, J.; Vasquez, J.; Gentile, L.; Zimmermann, H.

„Towards a novel ultra-high viscosity alginate scaffold for cardiac tissue engineering“.

Vortrag und Poster anlässlich der ISS 2016 in Kopenhagen (Dänemark), 19.-24.06.2016

Fischer, B.; Gepp, M.; Schulz, A.; Gentile, L.; Zimmermann, H.

„Towards a novel 3D hydrogel printing method for cardiac muscle modelling“.

Vortrag anlässlich der 3D Bioprinting in Cambridge (Großbritannien), 13.-14.10.2016

Fischer, B.; Schulz, A.; Gepp, M. M.; Neubauer, J.; Gentile, L.; Zimmermann, H.

„3D printing of hydrogels in a temperature controlled environment with high spatial resolution“.

Poster anlässlich der BMT Dreiländertagung in Basel (Schweiz), 04.-06.10.2016

Fournelle, M.

„Hybrid Imaging mit Ultraschall: Optoakustische Bildgebung auf dem Weg vom Labor zur Anwendung“.

Vortrag anlässlich des 97. Deutschen Röntgenkongresses in Leipzig (Sachsen), 04.-07.05.2016

Fournelle, M.; Weber, S.; Bost, W.; Hewener, H.; Tretbar, S.

„High-speed interleaved optoacoustic and plane wave compounded imaging“.

Vortrag anlässlich der BMT Dreiländertagung in Basel (Schweiz), 04.-06.10.2016

Gepp, M.; Schulz, A.; Dobringer, J.; Vasquez, J.; Gentile, L.; Neubauer, J.

„Bioactive surfaces for the cultivation of human stem cells on seaweed-derived alginates“.

Vortrag anlässlich der ISS 2016 in Kopenhagen (Dänemark), 19.-24.06.2016

Germann A.; Kazimoto, T.

„Infection biology and epidemiology of staphylococci and staphylococcal diseases in sub-saharan africa“.

Vortrag anlässlich des African-German Network on Staphylococci in Yaounde (Kamerun), 01.-05.06.2016

Glogener, P.; Krause, M.; Katzer, J.; Schubert, M. A.; Birkholz, M.; Bellmann, O.; Weber, C.; Metges, C.; Welsch, C.; Ruff, R.; Hoffmann, K.-P.

„Biostability investigations of a silicone-encapsulated biosensor implant after 17 months of in vivo exposure“.

Proceedings anlässlich der Biosensors 2016 in Göteborg (Schweden), 25.-27.05.2016

Hoffmann K.-P.

„Neue Entwicklungen auf dem Gebiet der Neuroprothetik“.

Eingeladener Vortrag anlässlich „Wechselwirkung Zelle/Material – Implantate und Sensoren in der Medizintechnik“, Workshop Heraeus Holding GmbH

in Hanau (Hessen), 21.01.2016

Hoffmann, K.-P.

„Theranostische Implantate“.



- Vortrag anlässlich des Symposium Netzwerk 2016 in München (Bayern), 23.-24.02.2016
- Hoffmann, K.-P.  
„Neuroprothesen als individuelle implantierbare Assistenzsysteme“.  
Vortrag anlässlich des 10. COMPAMED Frühjahrsforums (CFF) in Frankfurt (Hessen), 24.05.2016
- Hoffmann, K.-P.  
„Implantable microsystems“.  
Eingeladener Vortrag der Universität of Iceland anlässlich des „Seminar on neural controlled man-machine interface for prosthetics“ in Reykjavik (Island), 29.10.2016
- Kauff, D. W.; Wachter, N.; Heimann, A.; Krüger T. B.; Hoffmann, K. P.; Lang, H.; Kneist, W.  
„Experimentelle Untersuchungen zum intra-analen Oberflächen-EMG - Ein Ansatz zur Überwachung der extrinsischen Innervation während TaTME“.  
Vortrag anlässlich der Preisträgersitzung, Deutscher Koloproktologen-Kongress in München (Bayern), 10.-12.03.2016
- Kauff, D. W.; Wachter, N.; Heimann, A.; Krüger, T. B.; Lang, H.; Kneist, W.  
„Minimal invasive pelvic intraoperative neuro-monitoring - Novel developments within translational research and collaboration“.  
Vortrag im Rahmen einer Focus Session anlässlich der BMT Dreiländertagung in Basel (Schweiz), 04.-06.10.2016
- Kiefer, S.  
„Intelligente Systemlösungen zum Management chronischer Erkrankungen“.  
Präsentation anlässlich des PharmaForums 2016 in Wiesbaden (Hessen), 03.03.2016
- Kiefer, S.  
„Smart disease management systems“.  
Keynote-Vortrag anlässlich der PPMH 2016 - EAI International Conference on Personal, Pervasive and mobile Health in Budapest (Ungarn), 14.-15.06.2016
- Kiefer, S.  
„iManageMyHealth – Smart disease management support for cancer patients“.  
Vortrag anlässlich des eHealthFORUMs 2016 in Athen (Griechenland), 25.-26.10.2016
- Knoll, T.  
„High-resolution gravure printing of graphene for biomedical application“.  
Vortrag anlässlich der „Advanced Functional & Industrial Printing“ Konferenz (AFIP 2016) in Düsseldorf (Nordrhein-Westfalen), 04.03.2016
- Knoll, T.; Brenner, A.; Gorjup, E.; Schultz, A.; Velten, T.; Warmers, R.; Jenke, G.; Spacie, C.  
„High-resolution gravure printing of graphene biosensors“.  
Vortrag anlässlich der 4M/IWMF Konferenz (4M/IWMF 2016) in Kopenhagen (Dänemark), 13.-15.09.2016
- Knoll, T.; Warmers, R.; Spacie, C.; Brenner, A.; Velten, T.; Gorjup, E.; Jenke, G.; Urban, A.; Wiest, J.  
„High-resolution gravure printing of graphene for biomedical applications“.  
Poster anlässlich der LOPEC 2016 in München (Bayern), 06.-07.04.2016
- Kohl, Y.  
„Nanomaterials: All-rounder or environmental hazard?“.  
Vortrag anlässlich der Ringvorlesung in Kaiserslautern (Rheinland-Pfalz), 04.07.2016
- Kohl, Y.  
„Nanomaterialien auf der Spur – Risikobewertung von Nanomaterialien in der Umwelt“.  
Vortrag anlässlich des Biologischen Kolloquiums in Siegen (Nordrhein-Westfalen), 13.07.2016
- Kohl, Y.; Knoll, T.  
„Microchip-based screening tools for enhanced efficiency in nanomaterial hazard profiling“.  
Vortrag anlässlich des Nanosafety Forums in Visby (Schweden), 14.-17.09.2016
- Kohl, Y.; Knoll, T.  
„Microchip-based screening tool for noninvasive nanotoxicological real time analysis“.
- Vortrag anlässlich des International Nano(bio) medicine Forum for Young Scientists in Mainz (Rheinland-Pfalz), 21.10.2016
- Kohl, Y.; Wick, P.; Ellinger, B.; Buechel, C.; Apel, P.; Emmerling, C.; Jost, C.; Buerki-Turnherr, T.; Aengenheister, L.; Schmidt, M.; Scholz, F.; Straskraba, S.; Gruen, 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 (Hessen), 02.-03.05.2016
- Kohl, Y.; Wick, P.; Ellinger, B.; Buechel, C.; Apel, P.; Emmerling, C.; Jost, C.; Buerki-Turnherr, T.; Aengenheister, L.; Schmidt, M.; Scholz, F.; Straskraba, S.; Gruen, A. L.; Diehl, P.; Greupner, M.; von Briesen, H.; Klein, T.; Meier, F.  
„NanoUmwelt: Risk analysis of engineered nanomaterials in the environment.“  
Poster anlässlich der Nano meets Future 2016 in Saarbrücken (Saarland), 15.-16.09.2016
- Kreiner, A.; Stracke, F.; Zimmermann, H.  
„Chemical imaging in cryobiology using confocal Raman Microscopy“.  
Poster anlässlich der ISBER 2016 in Berlin (Berlin), 05.-08.04.2016
- Krüger, T.; Somerlik-Fuchs, K.; Wegner, C.; Mattmüller, R.; Hoffmann, K.-P.  
Best Practice: „Surgeon driven application in pelvic operations“.  
Vortrag im Rahmen einer Focus Session anlässlich der BMT Dreiländertagung in Basel (Schweiz), 04.-06.10.2016
- Meiser, I.; Stracke, F.; Gentile, L.; Neubauer, J.; Gorjup, E.; Koutsouraki, E.; Gardner, J.; de Sousa, P.; Keminer, O.; Claussen, C.; Gribbon, P.; Pless, O.; Zimmermann, H.  
„DropTech® - A hanging drop based automated stem cell technology platform for production and testing“.  
Poster anlässlich der ISSCR 2016 in San Francisco (USA), 20.-25.06.2016

- Moszkowski, T.; Krüger, T. B.; Kneist, W.; Hoffmann, K.-P.  
„Modeling the pelvic region for non-invasive pelvic intraoperative neuromonitoring“.  
Vortrag im Rahmen einer Focus Session anlässlich der BMT Dreiländertagung in Basel (Schweiz), 04.-06.10.2016
- Neubauer, J. C.  
„Improved cryopreservation and handling procedures for pluripotent stem cells and their derivatives“.  
Eingeladener Vortrag am Sanger-Institut in Cambridge (Großbritannien), 26.04.2016
- Neubauer, J. C.  
„Towards differentiation on microcarriers“.  
Vortrag anlässlich des „Modelling human cardiac and neural tissue responses in vitro using iPSC lines“ - Training Course im Roslin BioCentre in Roslin, Midlothian (Großbritannien), 24.11.2016
- Nikas, A.; Klein, L.; Holzberger, A.; Hauer, J.; Voelker, M.; Hoppe, C.; Ruff, R.; Hoffmann, K.-P.  
„ASIC design of an implantable system for improved control of hand prosthesis“.  
Vortrag anlässlich der BIOCAS 2016 in Shanghai (China), 17.-19. 10.2016
- Oeri, M.; Bost, W.; Fournelle, M.; Tretbar, S.  
„Hybrid CMUT-driven photoacoustic/ultrasound scanning tomograph“.  
Poster anlässlich der IEEE IUS 2016 in Tours (Frankreich), 18.-21.09.2016
- Oevermann, J.; Bost, W.; Fournelle, M.; Tretbar, S.  
„Focusing ultrasound through anisotropic media“.  
Vortrag anlässlich der BMT Dreiländertagung in Basel (Schweiz), 04.-06.10.2016
- Risser, C.; Welsch, H. J.; Fonfara, H.; Hewener, H.; Tretbar, S.  
„High channel count ultrasound beamformer system with external multiplexer support for ultrafast 3D/4D ultrasound“.  
Vortrag anlässlich der IEEE IUS 2016 in Tours (Frankreich), 18.-21.09.2016
- Rohrbach, D.; Jakob, A.; Lloyd, H. O.; Tretbar, S.; Silverman, R. H.; Mamou, J.  
„A novel quantitative 500-MHz acoustic microscopy system for ophthalmologic tissues“.  
Vortrag anlässlich der 13<sup>th</sup> Annual Ultrasonic Transducer Engineering Conference in Torrance, California (USA), 16.-17.05.2016
- Ruff, R.; Diesing, J.; Krüger, T. B.; Kneist, W.; Hoffmann, K.-P.  
„Intra-anal surface electrode design for a pelvic intraoperative neuromonitoring“.  
Vortrag im Rahmen einer Focus Session anlässlich der BMT Dreiländertagung in Basel (Schweiz), 04.-06.10.2016
- Schmitt, D.; Lermen, D.; Bartel-Steinbach, M.; von Briesen, H.; Zimmermann, H.  
„Mobile units supporting multicentric studies and standardized collection of human specimen samples“.  
Poster anlässlich der ISBER 2016 in Berlin (Berlin), 05.-08.04.2016
- Schulz, A.; Gentile, L.; Zimmermann, H.; Dobringer, J.; Vásquez, J. A.  
„From seaweeds to smart biomaterials“.  
Vortrag anlässlich des International Seaweed Symposiums 2016 in Kopenhagen (Dänemark), 19.-24.06.2016
- Stracke, F.; Kreiner, A.; Zimmermann, H.  
„Laser Scanning Microscopy and micro-spectroscopy for cryobiology and cryopreservation“.  
Vortrag anlässlich der ISBER 2016 in Berlin (Berlin), 05.-08.04.2016
- Tran, A. T.; Zhang, Y.; Key, G.; Gentile, L.  
„6/9.2, A potential surface protein marker for planarian pluripotent stem cells“.  
Vortrag und Poster anlässlich der 4<sup>th</sup> EMPB Conference 2016 in Barcelona (Spanien), 25.-27.09.2016
- Wachter, N.; Kauff, D. W.; Heimann, A.; Krüger, T. B.; Hoffmann, K.-P.; Lang, H.; Kneist, W.  
„Extracorporeal stimulation of pelvic autonomic nerves under non-invasive intra-anal surface EMG of the internal anal sphincter - Preliminary results of an experimental study“.
- Vortrag im Rahmen einer Focus Session anlässlich der BMT Dreiländertagung in Basel (Schweiz), 04.-06.10.2016
- Wagner, S.; Stab, J.; von Briesen, H.  
„Uptake mechanism of ApoE-modified nanoparticles“.  
Vortrag anlässlich des B4B Meetings in Madrid (Spanien), 16.-19.03.2016
- Weber, P.  
„Portable 3D/4D ultrasound diagnostic imaging system (PUDIS)“.  
Proceedings anlässlich des DIMIMED Symposium, Proceedings 02/2016
- Wegner C.; Krüger, T. B.; Hoffmann, K.-P.; Glos, D. W.; Kneist, W.  
„Postprocessing algorithm for automated analysis of pelvic intraoperative neuromonitoring signals“.  
Vortrag im Rahmen einer Focus Session anlässlich der BMT Dreiländertagung in Basel (Schweiz), 04.-06.10.2016
- Zimmermann, H.  
„Automated liquid nitrogen-based biobanking for improved sample and storage stability“.  
Vortrag anlässlich des “High-throughput processing to preserve viable cells: A Precision Medicine Initiative® Cohort Program Workshop” in Bethesda (USA), 22.08.2016
- Zimmermann, H.  
„Cryostorage stability and vitrification approaches for industrial scale“.  
Vortrag anlässlich der IABS Konferenz in London (Großbritannien), 03.11.2016
- Zimmermann, H.; Neubauer, J. C.  
„Cryopreservation strategies & technical solutions for pluripotent stem cell banking“.  
Vortrag anlässlich der 100. Jahrestagung der DGP in Berlin (Berlin), 20.05.2016

# PATENTE

## PATENTS

### 3. Bücher und Aufsätze in Büchern Books and Capters

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

Zimmermann, Heiko; Stracke, Frank; Le Harzic,  
Ronan  
„Verfahren und Vorrichtung zur optischen  
Detektion einer Bewegung in einer biologischen  
Probe“  
Patentanmeldung: PCT/EP2015/002122  
Prioritätstag: 26.10.2015, 15F57479

Zimmermann, Heiko; Fuhr, Günter R.  
„Verfahren und Vorrichtung zur Temperaturüber-  
wachung einer kryokonservierten biologischen  
Probe – Patent 1“  
Patentanmeldung: 10 2016 005 133.7  
Prioritätstag: 27.04.2016, 16F58044

Zimmermann, Heiko; Fuhr, Günter R.  
„Verfahren und Vorrichtung zur Temperaturüber-  
wachung einer kryokonservierten biologischen  
Probe – Patent 2“  
Patentanmeldung: 10 2016 005 075.6  
Prioritätstag: 27.04.2016, 16F58045

Zimmermann, Heiko; Fuhr, Günter R.  
„Verfahren und Vorrichtung zur Temperaturüber-  
wachung einer kryokonservierten biologischen  
Probe – Patent 3“  
Patentanmeldung: 10 2016 005 076.4  
Prioritätstag: 27.04.2016, 16F58046

Zimmermann, Heiko; Fuhr, Günter R.  
„Verfahren und Vorrichtung zur Temperaturüber-  
wachung einer kryokonservierten biologischen  
Probe – Patent 4“  
Patentanmeldung: 10 2016 005 077.2  
Prioritätstag: 27.04.2016, 16F58047

Zimmermann, Heiko; Fuhr, Günter R.  
„Verfahren und Vorrichtung zur Temperaturüber-  
wachung einer kryokonservierten biologischen  
Probe – Patent 5“  
Patentanmeldung: 10 2016 005 070.5  
Prioritätstag: 27.04.2016, 16F58185

Zimmermann, Heiko; Fuhr, Günter R.  
„Verfahren und Vorrichtung zur Temperaturüber-  
wachung einer kryokonservierten biologischen  
Probe – Patent 6“  
Patentanmeldung: 10 201 005 078.0  
Prioritätstag: 27.04.2016, 16F58186

Zimmermann, Heiko; Fuhr, Günter R.; Schmidt,  
Tomm  
„Kühlbehälter und Verfahren zum Transport von  
Kryoproben“  
Patentanmeldung: 10 2016 008 869.9  
Prioritätstag: 20.07.2016, 16F58399

Zimmermann, Heiko; Fuhr, Günter R.; Schmidt,  
Tomm  
„Kühlfahrzeug und Verfahren zum Transport von  
Kryoproben“  
Patentanmeldung: 10 2016 008 887.7  
Prioritätstag: 20.07.2016, 16F58330

Zimmermann, Heiko  
„Probensammel-Kit und Verfahren zur  
Sammlung von Pflanzenproben, insbesondere  
von Algenproben“  
Patentanmeldung: EP 16001367.8  
Prioritätstag: 17.06.2016, 16F58411

---

# 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 Autobahndreieck 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).

---

# 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: <https://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