

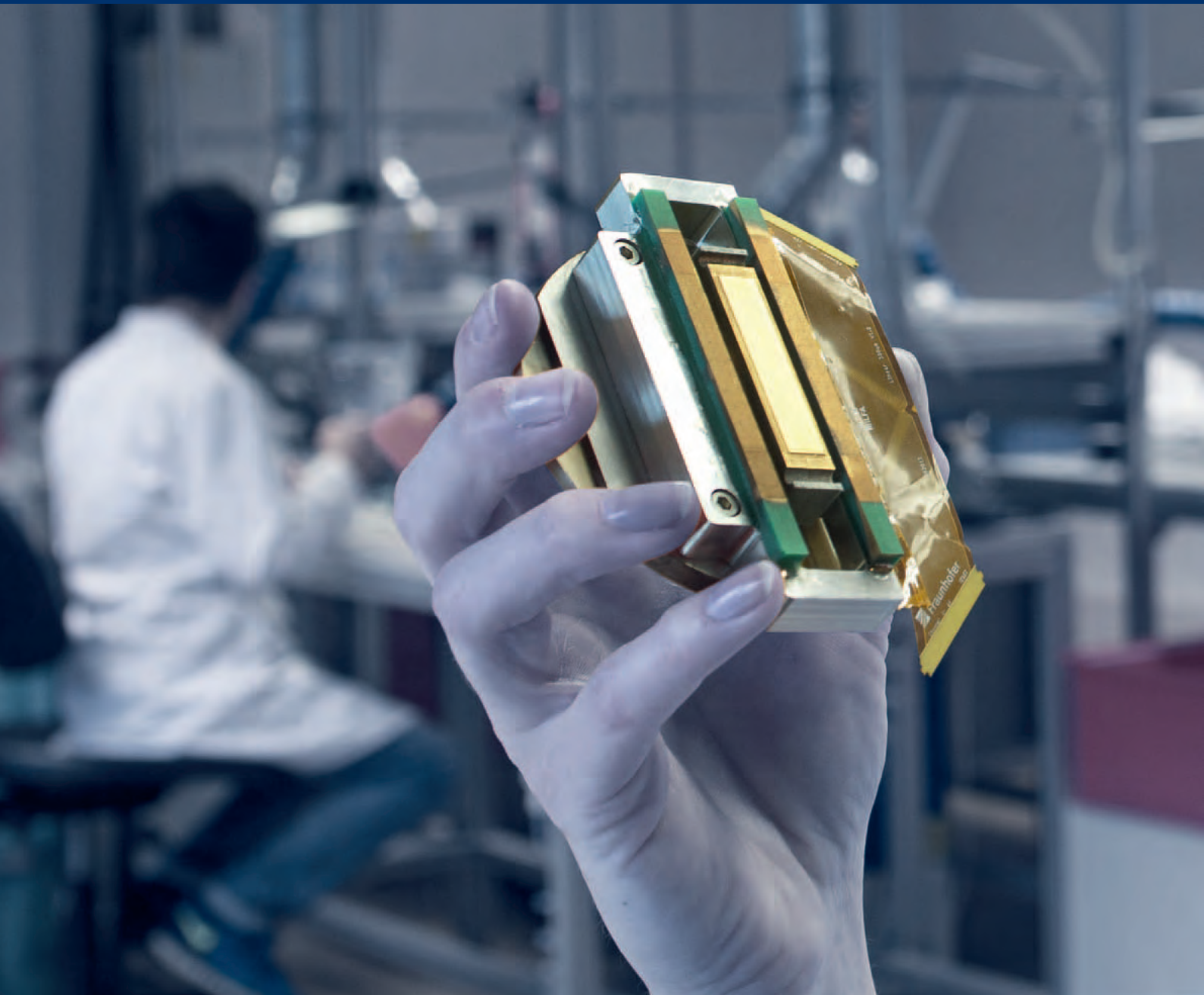


Fraunhofer

IBMT

INSTITUT FÜR BIOMEDIZINISCHE TECHNIK

ULTRASCHALL ULTRASOUND



(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

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

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.

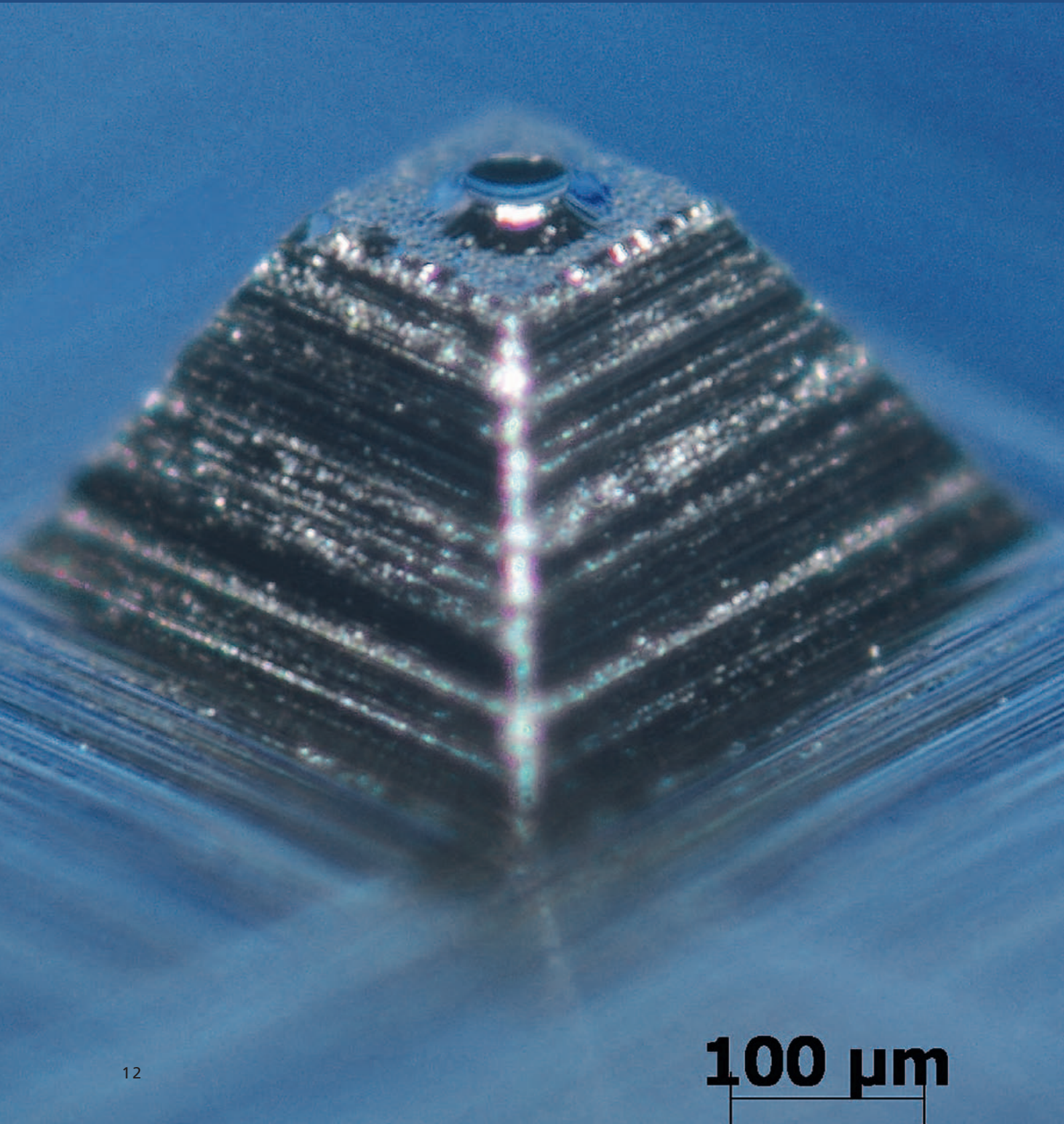
1 Combined acoustic/optoacoustic imaging system for finger tomography

(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.*



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

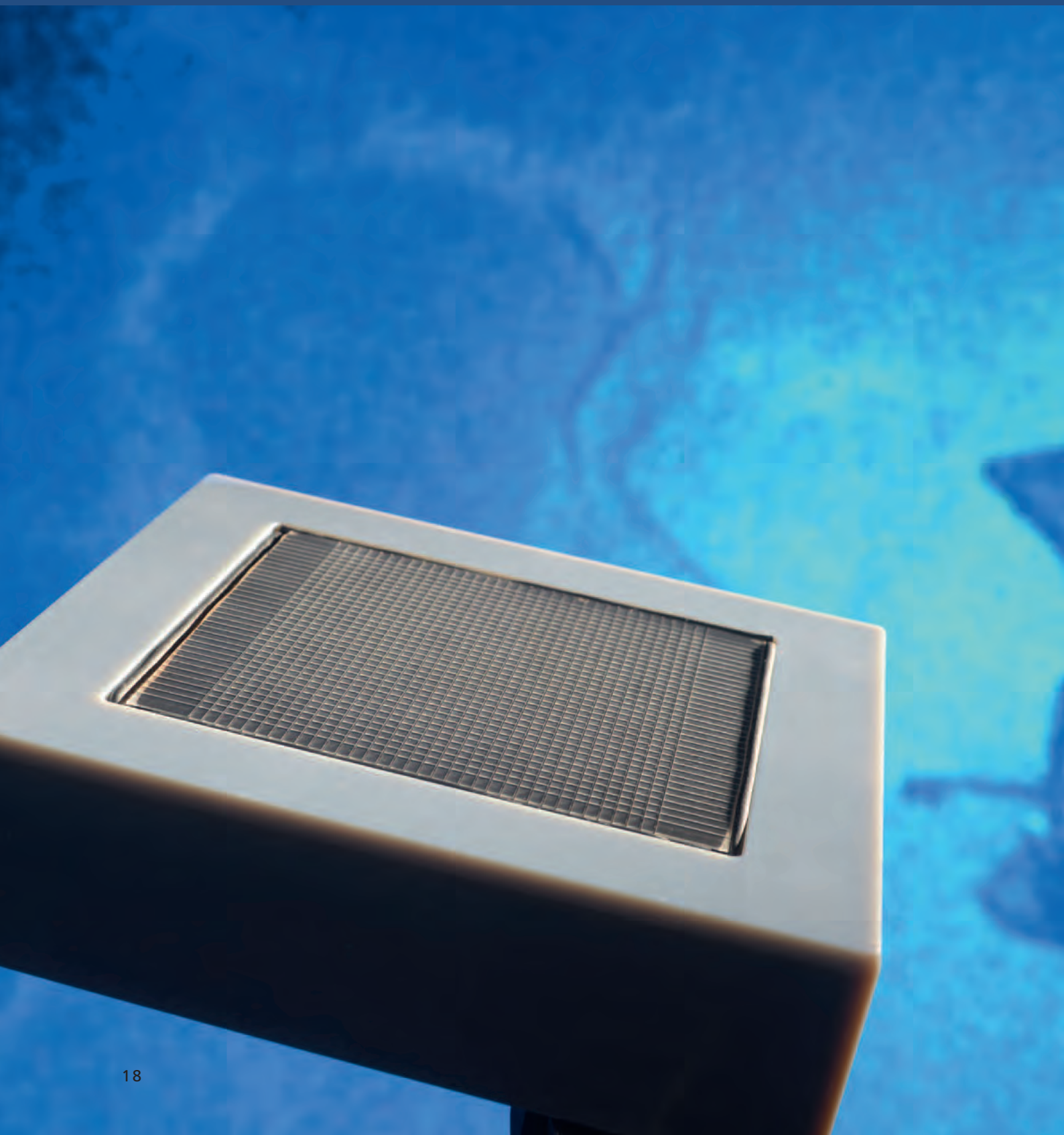
Dipl.-Phys. Daniel Schmitt
Telephone: +49 (0) 6897/ 9071-320
daniel.schmitt@ibmt.fraunhofer.de

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 Trägerplattformensensorik 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).

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.

¹ Trägerplattform
»Hydrocrawler«.



1

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.

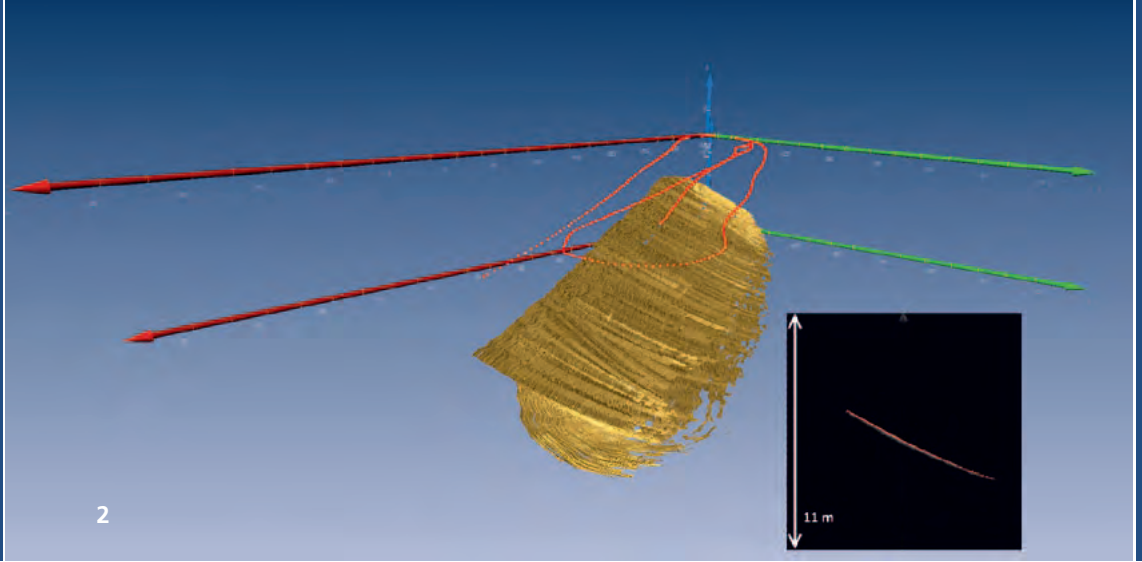
Project description

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).

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".



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 Sonar-Inspektion einer Stau-
 mauer: Mäanderfahrt auf einer
 Fläche 60 x 30 m, 3D-rekonstruiert;
 Messtiefe bis 11 m; Einzel-Schicht-
 darstellung in klein abgebildet.

3 Kompakter Multibeam-
 Echosounder zur Flächenvermes-
 sung unter Wasser.

3

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 Sonar inspection of a dam wall: meander measurement of an area of about 60 x 30 m, image shows 3D reconstruction; measurement depth up to 11 m; single B-Scan slice shown as pictogram.

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. Megascalreinigung)
- 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)
- Präzisionsläpp- und Poliermaschinen (Wolters)

Fertigungstechnologie

- CNC-Diamantkreissägen (Disco DAD 321)
- CNC-Flach- und Profilschleifmaschine (Amada Meister G3)
- CNC-Laserschneid-Schweißeinrichtung (Trumpf)
- CNC-Mikro-Bohr-Fräse-Schleifmaschine (Kern), AB: 220 x 160 x 200 mm, schwenkbarer NC-Rundtisch, fünfschsig
- Fertigungsanlage für Ultraschallsensoren in kleiner und mittlerer Stückzahl
- Läppmaschine
- 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: pygrometer, 3D sound field scanner, impedance 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)

ANFAHRT STANDORTE SULZBACH / ST. INGBERT

HOW TO FIND US IN SULZBACH / ST. INGBERT

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).

Sulzbach: Mit der Bahn

Ungefähr 15 Minuten mit dem Taxi vom Saarbrücker Hauptbahnhof.

Sulzbach: Mit dem Flugzeug

Ungefähr 15 Minuten mit dem Taxi vom Flughafen Saarbrücken-Ensheim.

Sulzbach: 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).

Sulzbach: By rail

Approximately 15 minutes by taxi from Saarbrücken central railway station.

Sulzbach: By air

5 to 10 minutes by taxi from Saarbrücken-Ensheim Airport.

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.

St. Ingbert: 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

St. Ingbert: Mit dem Flugzeug

Ab Flughafen Saarbrücken-Ensheim mit dem Taxi 5-10 Minuten.

St. Ingbert: 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.

St. Ingbert: 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.

St. Ingbert: By air

5 to 10 minutes by taxi from Saarbrücken-Ensheim Airport (SCN).

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

**Fraunhofer-Institut
für Biomedizinische Technik (IBMT)**
Fraunhofer Institute
for Biomedical Engineering (IBMT)

Joseph-von-Fraunhofer-Weg 1
66280 Sulzbach
Germany
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

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