

## 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

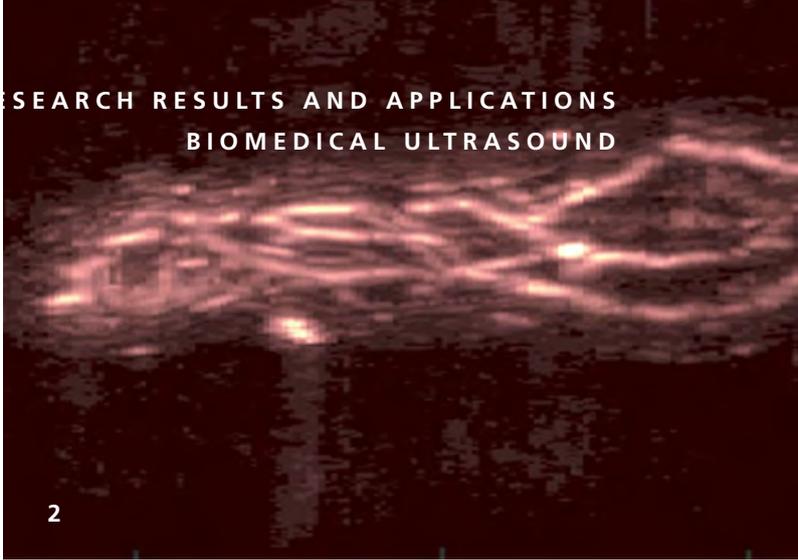
Die Technik wurde bereits in ersten Probandenmessungen validiert. Dabei konnte gezeigt werden, dass eine hohe Empfindlichkeit zur Darstellung der Fingervaskularisierung gegeben ist. Durch den automatisierten Ablauf der Datenerfassung, die hohe Sensitivität der Optoakustik und die Abwesenheit von typischen 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



## 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.