



1 *Kombiniertes hochauflösendes Optoakustik / Ultraschall-Bildgebungssystem.*

2 *Optoakustische Darstellung von subkutanen Blutgefäßen in der humanen Hand.*

Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik IBMT

Prof. Dr. Heiko Zimmermann
Prof. Dr. Günter R. Fuhr
Joseph-von-Fraunhofer-Weg 1
66280 Sulzbach

Ansprechpartner

Hauptabteilung Ultraschall
Biomedizinische Ultraschallforschung
Dipl.-Phys. Wolfgang Bost
Telefon 06894 980-220
Fax 06894 980-234
wolfgang.bost@ibmt.fraunhofer.de

www.ibmt.fraunhofer.de

HOCHAUFLÖSENDE OPTOAKUSTISCHE BILDGEBUNG

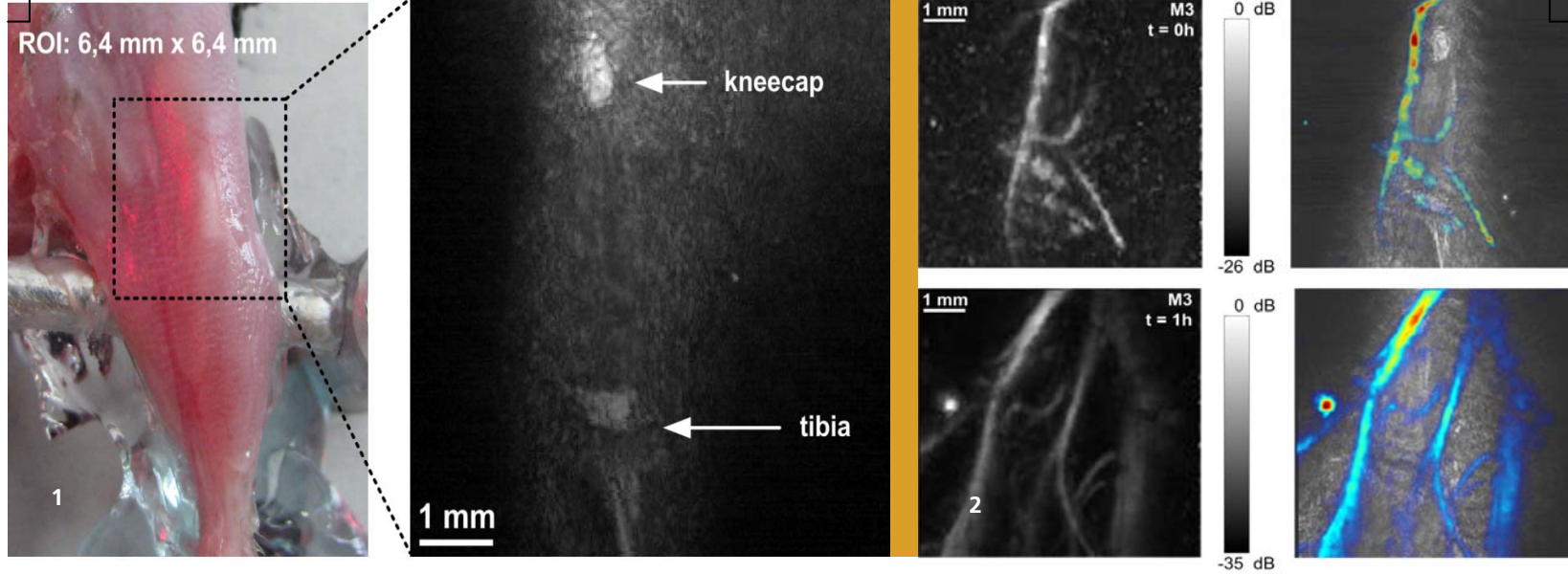
Aufgabenstellung

Die Optoakustik ist eine neue hybride Bildgebungsmodalität, welche die Vorteile der Akustik und der Optik vereint. Ultraschallsignale werden dabei durch die Absorption von Licht erzeugt. Diese können zur Bildgebung genutzt werden, wobei der hohe Kontrast der Optik mit der hohen Auflösung der Akustik kombiniert wird. Zusammen mit geeigneten, nanoskaligen biologisch funktionalisierten Kontrastmitteln kann die Optoakustik auch zur makroskopischen Molekularen Bildgebung eingesetzt werden. Wie alle auf Ultraschall basierenden Bildgebungsverfahren ist auch die Auflösung der Optoakustik in hohem Maße skalierbar. Mit geeigneten Bildgebungssystemen können sowohl Organellen auf subzellulärer Ebene als auch ganze Organe abgebildet werden.

Besonders in der präklinischen Forschung sowie bei gewissen Fragestellungen in der klinischen Praxis (Dermatologie) sind sowohl eine hohe Auflösung als auch eine hohe Eindringtiefe, welche über die rein optischer Verfahren hinausgeht, gefragt. Für diesen Bereich wurde am Fraunhofer IBMT ein optoakustisches Bildgebungssystem aufgebaut, welches diese Eigenschaften kombiniert und darüber hinaus auch für die kontrastmittelunterstützte molekulare Bildgebung eingesetzt werden kann.

Lösungsweg

Die am IBMT aufgebaute Hardwareplattform wird mit einelementigen Ultraschallwandlern in einem konfokalen optoakustischen Aufbau betrieben.



Je nach Anwendung stehen unterschiedliche Ultraschallwandler mit einem Frequenzbereich von 20 bis 100 MHz zur Verfügung.

Die Erzeugung der optoakustischen Signale beruht dabei auf dem Einsatz unterschiedlicher gepulster Lasersysteme.

Diodengepumpte frequenzverdoppelte Klasse I-Nd:YAG-Laser wurden bereits ebenso eingesetzt, wie durchstimmbare OPO-Systeme oder blitzlampengepumpte NIR-Laser.

Die Pulsenergie und die Wellenlänge des Lichts werden dabei in Abhängigkeit der darzustellenden Chromophoren (intrinsisch oder synthetisch) gewählt.

Technische Daten

Kombiniertes Bildgebungssystem:

- Ultraschall- und Optoakustik-Modus
- Digitalisierung mit 800 MHz
- fokussierte Ultraschallwandler von 20 bis 100 MHz
- laterale Auflösung ca. 80 μm bei 30MHz-Wandler
- kombinierte Bildgebung US/OA
- intrinsische 3-D-Bildgebung

Anwendungen

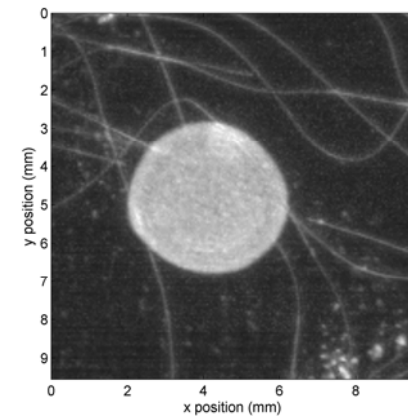
Die hochauflösende Optoakustik kann bei allen Anwendungen eingesetzt werden, bei denen eine Auflösung im Bereich $<100 \mu\text{m}$ bei einer Eindringtiefe im mm-Bereich erforderlich ist.

Im klinischen Bereich ist dies vor allem im Bereich der Dermatologie. Von besonderem Vorteil ist dabei die Integration von zwei Bildgebungsmodalitäten in einem System, so dass potenzielle Anwender ein klinisch etabliertes Verfahren (Ultraschall) mit einem neuen innovativen Ansatz (Optoakustik) kombinieren können.

Bei der geeigneten Wahl der Laserwellenlänge ist die Optoakustik besonders zur Darstellung der Vaskularisierung geeignet.

Im Rahmen der multispektralen Optoakustik kann durch den Einsatz von unterschiedlichen Wellenlängen z. B. zwischen Oxy- und Desoxyhämoglobin unterschieden werden.

Bei dieser Art der Bildgebung unterscheiden sich die Signalamplituden von Arterien und Venen, da die Sauerstoffsättigung von Blut einen direkten Einfluss auf dessen Absorptionskoeffizienten hat. Da Signalerzeugung auf der Absorption von Licht beruht, eignet sich die Technik vor allem wenn eine Auflösung jenseits der Abbildungsgrenze des Dopplerultraschalls gefragt ist oder wenn kein (oder kaum) Blutfluss vorhanden ist.



Optoakustisches Projektionsbild eines Gewebephantoms (Polyvinylchloridplastisol mit 7 μm Kohlenstofffasern).

Wenn abweichende Wellenlängen z. B. im NIR eingesetzt werden, kann die Empfindlichkeit der Bildgebung auf andere Gewebeschromophore (z. B. Melanin) optimiert werden. Bei Verwendung von nanoskaligen Kontrastmitteln kann die Technik auch zur molekularen Bildgebung eingesetzt werden.

Durch die Ankopplung von definierten biologischen Liganden (Antikörper, Peptide) kann eine selektive Bindung der Kontrastmittel an ausgewählte Zelltypen erreicht werden. Somit kann auch eine molekular spezifische Kontrasterhöhung gewährleistet werden.

- 1 Darstellung von anatomischen Strukturen (Tibia, Patella) mit hochauflösendem Ultraschall.
- 2 Darstellung von Blutgefäßen mit hochauflösender Optoakustik. Kontrasterhöhung durch die Nutzung von Gold-Nanorods (oben: vor Injektion, unten: 1h nach Injektion).