



1



2

1 *Kombinierter Wandler für die Aufnahmen von akustischen und optoakustischen Daten.*

2 *3-D-Rekonstruktion von optoakustischen Signalen von humanen Blutgefäßen.*

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. Die Arbeiten des IBMT auf dem Gebiet der Optoakustik reichen von der Synthese von Kontrastmitteln bis hin zum Aufbau von kompletten Bildgebungssystemen. Die Optoakustik erlaubt es bei Nutzung von nanoskaligen Kontrastmitteln mit einer relativ einfachen und somit kostengünstigen Technologie molekulare Bildgebung zu betreiben. Darüber hinaus ist die Modalität ideal

geeignet um Gefäßstrukturen – auch weit unterhalb der Auflösungsgrenze des Dopplerultraschalls mit hoher Sensitivität darzustellen.

Lösungsweg

Am IBMT wurde eine Hardwareplattform aufgebaut, welche auf dem DiPhAS (Digital Phased Array System, Fraunhofer IBMT) basiert und sowohl Ultraschall als auch optoakustische Bildgebung ermöglicht.

Die Abgrenzungen im Vergleich zu Geräten für den konventionellen Ultraschall liegen vor allem in der Bereitstellung einer Optik zur Applizierung der Laserstrahlen.

Diese Optik ermöglicht die Synchronisation der Datenaufnahme mit den Laserpulsen sowie die Verfügbarkeit von Kanaldaten für eine spätere softwarebasierte Bildrekonstruktion.

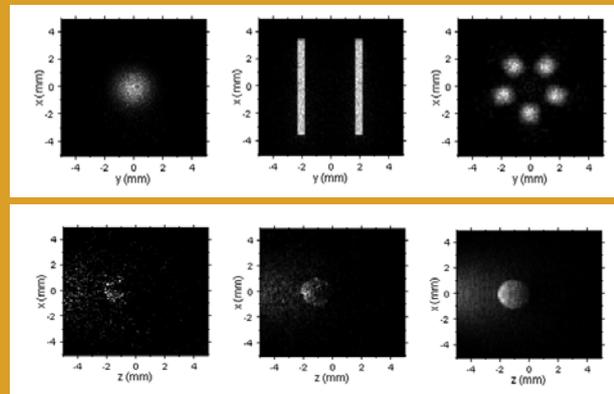
Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik IBMT

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

Ansprechpartner

Hauptabteilung Ultraschall
Biomedizinische Ultraschallforschung
Dr. Marc Fournelle
Telefon 06894 980-220
Fax 06894 980-234
marc.fournelle@ibmt.fraunhofer.de

www.ibmt.fraunhofer.de



2

Aufgrund der Proportionalität der Signalamplituden zur Strahlungsdichte des Lasers ist eine adäquate Beleuchtungsgeometrie von besonderer Bedeutung. Um diese zu optimieren, wurden auf Monte-Carlo-Algorithmen basierende Simulationen entwickelt, mit deren Hilfe die Lichtausbreitung im Gewebe sowie die Erzeugung optoakustischer Signale simuliert werden konnten.

Technische Daten

- Digitalisierung mit 80 MSa/s für Wandler bis 20 MHz
- Kanaldaten von 128 Elementen synchron aufnehmen
- Software-Rekonstruktion mit Beamforming oder 2D-FFT Algorithmen
- verschiedene Triggerausgänge zur Ansteuerung beliebiger Lasersysteme
- Real-time optoakustische Bildgebung mit bis zu 20 Bilder/s
- optimierte Faseroptik zur optoakustischen Signalanregung



Makroskopisches optoakustisches Bildgebungssystem basierend auf DiPhAS.

Anwendungen – Molekulare Bildgebung

Die Optoakustik erlaubt es mit vergleichsweise geringem technischem Aufwand und ohne ionisierende Strahlung Signale mit molekularer Spezifität aufzunehmen. Die Detektierbarkeit geringer Konzentrationen an Nanopartikeln (pMol bis nMol) wurde mit dem System bereits nachgewiesen. Klinische Testmessungen können derzeit in Ermangelung geeigneter zugelassener Kontrastmittel trotz vorhandener Technik noch nicht durchgeführt werden. Proof-of-Concept-Versuche wurden allerdings am Kleintiermodell durchgeführt.

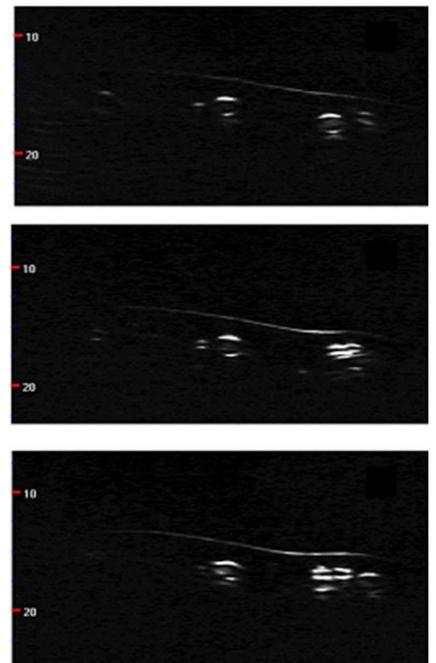
Darstellung der Vaskularisierung

Aufgrund des hohen Absorptionskoeffizienten kann Blut mit extrem hohem Kontrast optoakustisch dargestellt werden.

Die Technik eignet sich daher vor allem dann, wenn eine Auflösung jenseits der Abbildungsgrenze des Dopplerultraschalls gefragt ist oder wenn wenig oder gar kein Blutfluss vorhanden ist.

Darüber hinaus kann die Optoakustik zur funktionalen Bildgebung herangezogen werden. So unterscheiden sich z. B. die Signalamplituden von Arterien und Venen, da die Sauerstoffsättigung von Blut einen direkten Einfluss auf dessen Absorptionskoeffizienten hat.

Durch die Nutzung eines Lasersystems mit verstellbarer Wellenlänge (OPO) können multispektrale optoakustische Datensätze aufgenommen werden. Aus dem bekannten Absorptionsverlauf von Oxy- und Desoxyhämoglobin kann z. B. die Zugehörigkeit einzelner Pixel zu Arterien oder Venen festgestellt werden.



Optoakustische B-Bilder von subkutanen Blutgefäßen im Unterarm.

- 1 3-D-Rekonstruktion von optoakustischen Daten von subkutanen Blutgefäßen.
- 2 Ergebnisse von Monte-Carlo-Simulationen zur Optimierung der Beleuchtungsgeometrie bei der Optoakustik.