

Teilprojekt P5

Ultraschallbildgebung für die präklinische Forschung mit Schwerpunkt auf tomographischen Verfahren, insbesondere zur Tumordiagnostik

Helmut Ermert

Forschungsgruppe Hochfrequenztechnik
Ruhr-Universität Bochum

Reinhard Lerch

Lehrstuhl für Sensorik
Universität Erlangen-Nürnberg

Ergebnisse aus Phase I - Ziele und Lösungsansätze für Phase II

Ergebnisse der Arbeiten in FOR 661 P5 Phase I

Kleintier-Bildgebung mit Ultraschall:

1. Perfusionsdiagnostik mit Anwendung von Ultraschall-Kontrastmitteln (Rattenhirn, 3 – 5 MHz, „Tissue Harmonic Imaging“ **THI**, Nutzung eines kommerziellen Ultraschallgerätes der Humanmedizin, Vergleich mit anderen Modalitäten, Abb. 1)
2. Morphologische Abbildung (Mäuse, Ratten)
 - a) Echo-CT (Full Angle Spatial Compounding **FASC**), 2-12 MHz, Ganzkörper-CT, Aufbau eines Scanners, Anwendungen (Mäuse)
 - b) Echo-CT (Limited Angle Spatial Compounding **LASC**), HF-Ultraschall, 20 MHz, Aufbau eines Scanners, erste Abbildungsexperimente (Abb. 2, Abb. 3)

Vorarbeiten im Kompetenzzentrum Medizintechnik Ruhr (KMR) und zmb-ruhr (Bochum): US-CT und FB-US

Bildgebung in der Humanmedizin: Mammadiagnostik mit Full Angle Angle Spatial Compounding **FASC** und 2-4 MHz Ultraschall

1. 360°-Echo-CT (inkl. Brechungs- u. Laufzeitkorrektur, Abb. 4, Abb. 5)
2. Transmissions-CT: Schallgeschwindigkeitsverteilung (Abb. 5)
3. 360°-Echo-CT mit Kontrastmitteln: kleine Gefäße, Perfusion (Abb. 6)

Ziele und Pläne

Projektbereich **LASC**:

Spatial Compounding mit begrenztem Aspektwinkelbereich für die Kleintierbildgebung:

- a) Morphologische Abbildung von Tumormodellen am Kleintier mit hochfrequentem Ultraschall (Hirn-, Mamma-Tumore, 20 MHz): Weiterentwicklung des Systems
- b) Perfusionsabbildung von Kleintiertumoren mit hochfrequentem Ultraschall (20 MHz) und Ultraschall-Kontrastmitteln: Entwicklung geeigneter Pulssequenzen
- c) Erprobung, Kooperation mit P1, P3, P6 und P8

Projektbereich **FASC**:

Spatial Compounding mit 360° Aspektwinkelbereich für die Mammadiagnostik in der Humanmedizin:

- a) Entwurf und Aufbau eines Scanners, Entwicklung und Erprobung neuer Ankopplungstechniken Ultraschallwandler/Organ
- b) 360°-Echo-CT
- c) Transmissions-CT (Rekonstruktion von Dämpfungs- & Schallgeschwindigkeitsverteilungen)
- d) Perfusionsbildgebung mit Ultraschall-Kontrastmitteln, Anwendung zeiteffizienter, kontrastmittelspezifischer Puls-Echo-Sequenzen
- e) Erprobungen, Vergleich mit anderen Modalitäten, Kooperation mit P1

Publikationen in Phase I

- Ashfaq M., Ermert H.: "A unified transmission/reflection acoustic tomography scheme for small animal tissue characterization", 2007 IEEE Ultrasonics Symposium. IEEE. pp. 977-80. Piscataway, NJ, USA.
- Opretzka J., Vogt M., Ermert H.: "3D Small Animal Imaging with High-Frequency Ultrasound (20 MHz) Using Limited-Angle Spatial Compounding". 2008 IEEE Ultrasonics Symposium. IEEE. pp. 130-133. Piscataway, NJ, USA.
- Opretzka J., Vogt M., Ermert H.: "A Correction Scheme for Refraction and Time-of-Flight Artifacts in Limited-Angle Spatial Compound Imaging with High-Frequency Ultrasound". 2008 IEEE Ultrasonics Symposium. IEEE. pp. 1378-1381. Piscataway, NJ, USA.
- Vogt M., Opretzka J., Perrey Ch., Ermert H.: "Ultrasonic Microscanning". Proc. Inst. Mech. Eng., Part H: Journal of Engineering in Medicine, vol. 223 (2009), Invited Paper (submitted, to appear).

Publikationen aus Projekten im KMR und zmb-ruhr, Bochum

- Hansen C., Hüttebräuer N., Wilkening W., Ermert H.: "Three-dimensional reconstruction of fine vascularity in ultrasound breast imaging using contrast-enhanced spatial compounding: in vitro analysis". Academic Radiology, vol. 15, no. 9, Sept. 2008, pp. 1155-64. Publisher: Elsevier Science B.V., Netherlands.
- Hansen Ch., Hüttebräuer N., Schasse A., Wilkening W., Ermert H., Hollenhorst M., Heuser L., Schulte-Altdorneburg G.: "Ultrasound Breast Imaging using Full Angle Spatial Compounding: In-vivo results". 2008 IEEE Ultrasonics Symposium. IEEE. pp. 54-57. Piscataway, NJ, USA.
- Hansen Ch., Hüttebräuer N., Wilkening W., Ermert H.: "A Method to Expedite Data Acquisition for Multiple Spatial-Temporal Analyses of Tissue Perfusion by Contrast Enhanced Ultrasound". IEEE Trans. Ultrason. Ferroelect. Freq. Contr., vol. 56, no. 3, March 2009, pp. 507-519. Publisher: IEEE, USA.

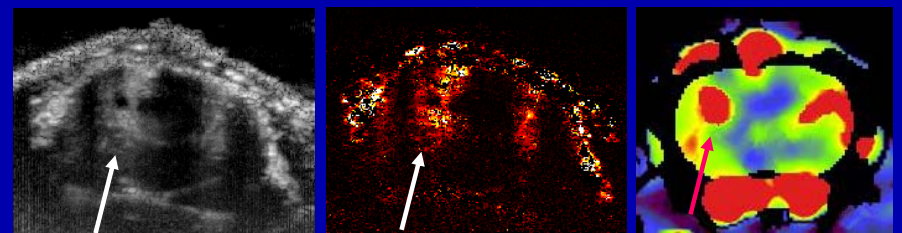


Abb. 1: Perfusionsbildgebung, Rattenhirn mit Glioblastom (Pfeil), relatives zerebrales Blutvolumen: Maximum-Intensity-Projektion aus US-B-Bild-Zeitreihe (links), US-Parameterbild: Peak Intensity (Mitte), CT-Kontrastmittel-Aufnahme (rechts). Glioblastom hyperperfundiert, gute Korrelation US/CT.

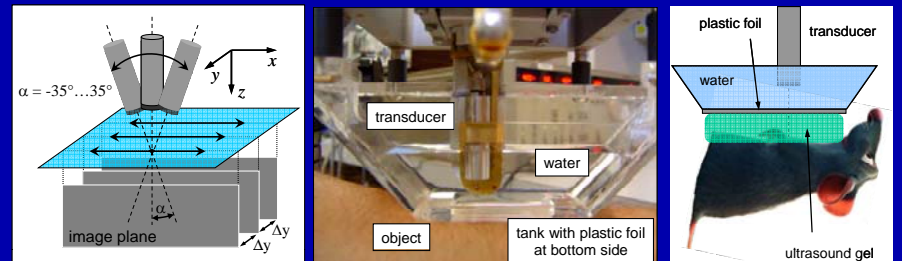


Abb. 2: Schema (links u. rechts) und Abbildung (Mitte) des 3D-Scansystems für Spatial Compounding (LASC-Modus) mit hochfrequentem Ultraschall (20 MHz)

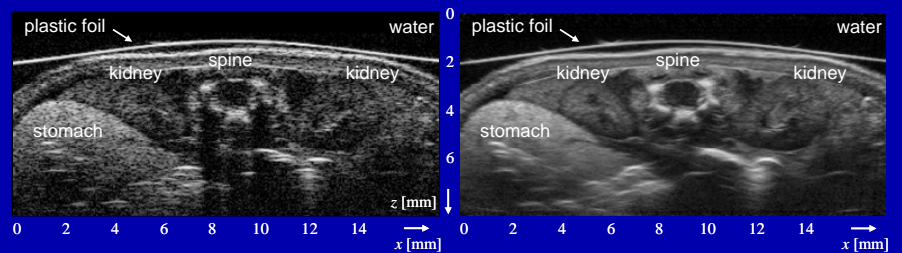


Abb. 3: Transversaler Schnitt der Abdominalregion einer neugeborenen Ratte (ex vivo), B-Bild (links), Spatial-Compound-Bild (rechts)



Abb. 4: Echo-CT und Time-of-Flight-CT: Schema (links), Ansicht Transducer, Reflektor, Wassertank (Mitte), gesamte Ultraschall-Mamma-CT-Anlage (rechts)

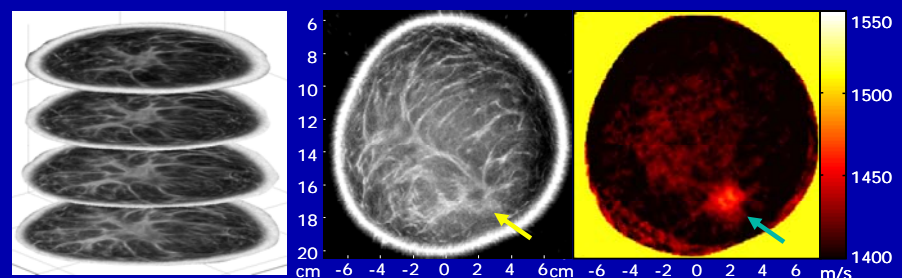


Abb. 5: Echo-CT, FASC-Modus, gesunde Probandin (links), Echo-CT (Mitte) und Schallgeschwindigkeits-Rekonstruktion (rechts) bei einer Patientin mit Mamma-Karzinom (Pfeil)

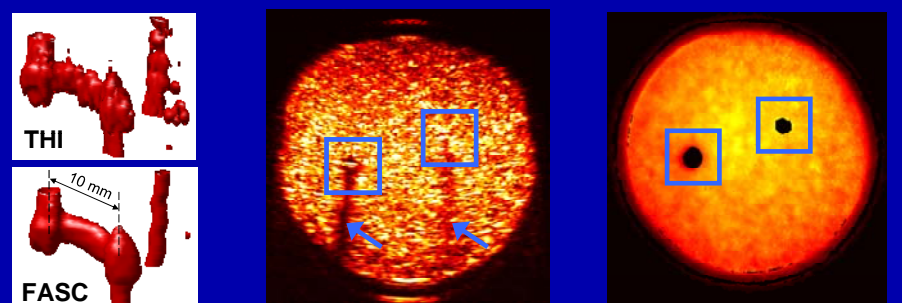


Abb. 6: Perfusionsbildgebung: Rekonstruktion kleiner (künstlicher) Gefäßstrukturen (links), Darstellung von Perfusionsverteilungen, Phantomquerschnitt (Durchmesser 48 mm) mit nicht perfundierten Arealen (4 bzw. 1mm Ø): Einzel-THI-Bild mit Artefakten (Mitte), Spatial-Compound-Bild, FASC-Modus (rechts)