

Der Einsatz von Kontrastmitteln in der Transmissions-Sonographie

Oliver Keitmann,* Lars Benner, Helmut Ermert
Institut für Hochfrequenztechnik, Ruhr-Universität Bochum
*O.Keitmann@ieee.org

Einleitung

Mit Ultraschall-Transmissionskameras ([2, 4, 5, 6, 7]) können bewegte Transmissionsbilder von u. a. Knochenkonturen, Gelenken und Weichteilen in Echtzeit erzeugt und dargestellt werden. Im Rahmen dieser Arbeit wird auf den Einsatz herkömmlicher Ultraschall-Kontrastmittel in der Transmissionssonographie eingegangen. Die mit einer Transmissionskamera aufgenommenen Bilder versprechen einen erfolgreichen Einsatz in der Gefäßdiagnostik.

Crossed-Array Technik

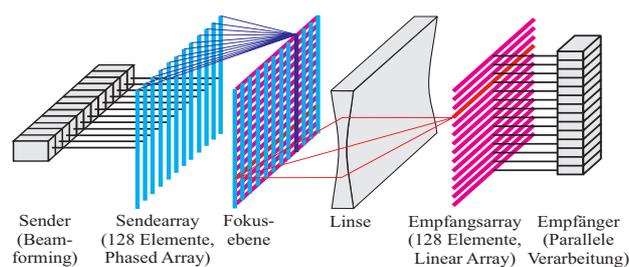


Abbildung 1: Schema der Transmissionskamera mit Crossed-Array Technik

Im Vergleich zu anderen Versionen arbeitet die hier verwendete Transmissionskamera [3] nicht mit einem zweidimensionalen Empfangsarray, sondern mit einem Crossed-Array System [1]. Das Sendearray und das Empfangsarray sind dabei gemäß Abb. 1 zueinander um 90° gedreht. Das als Phased Array arbeitende Sendearray erzeugt eine senkrecht orientierte Fokuslinie, die die Bildfläche periodisch absannt. Eine zylindrische Sammellinse bildet simultan eine große Zahl waagerechter Objektlinien auf das Empfangsarray ab. Die bei der Überschneidung einer Sendefokuslinie und aller 128 Empfangsfokuslinien entstehenden Punkte werden parallel von der

Empfangselektronik ausgelesen. Durch Schwenken der Sendefokuslinie mit einer Frequenz von 25 Hz über die Fokusebene werden so in Echtzeit Dämpfungsbilder aufgenommen.

Technische Spezifikationen der Transmissionskamera

Die aktuelle Version der Ultraschall-Transmissionskamera verwendet zwei lineare Arrays mit zusammen $2 \times 128 = 256$ Transducerelementen. Ein zweidimensionales Empfangsarray mit vergleichbaren Parametern hätte $128 \times 128 = 16.384$ Transducerelemente mit dementsprechend mehr Empfangskanälen und -verstärkern. Um Artefakte durch Speckles zu vermeiden, werden Ultraschall-Sweep-Signale mit einer Mittenfrequenz von 3 MHz und einer Bandbreite von 2 MHz verwendet. Mit diesen Parametern wird eine Auflösung von $1 \text{ mm} \times 1 \text{ mm}$ bei einem Bildfeld von $80 \text{ mm} \times 80 \text{ mm}$ erreicht. In Abbildung 2 ist als Beispiel die Aufnahme einer Kinderhand dargestellt.

Einsatz von Kontrastmitteln

Ultraschall-Kontrastmittel wurden für den Einsatz in Verbindung mit Reflexions-Ultraschall konzipiert. Zusätzlich zu den hervorragenden Reflexions- und Streueigenschaften besitzen diese Kontrastmittel auch Dämpfungseigenschaften, die ausgewertet werden können, um so auf transmissionssonographisch gewonnenen Bildern einzelne Blutgefäße sichtbar zu machen, in denen sich mit Kontrastmittel versetztes Blut befindet. Als erster Ansatz dazu wird die in der Röntgendiagnostik genutzte Subtraktionstechnik genutzt, bei der aufeinanderfolgende Bilder mit unterschiedlichem Durchströmungszustand voneinander subtrahiert werden. Erste Untersuchungen am Phantom und in vivo haben gezeigt,

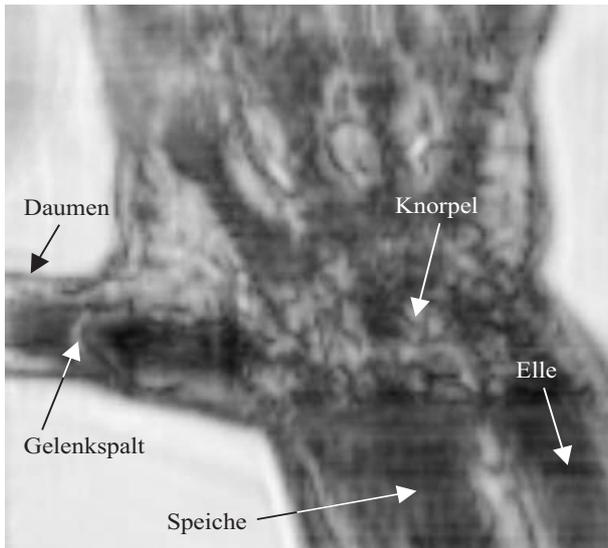


Abbildung 2: Ein Beispiel für die Bildgebung mit der Ultraschall-Transmissionskamera (Einzelbild aus einer Echtzeit-Sequenz): Rechte Hand eines 3-jährigen Mädchens. Deutlich erkennbar ist die knorpelige Struktur der Handwurzel (helles Grau), sowie die einzelnen Knochen der Hand und des Unterarms

dass angiographische Untersuchungen mit handelsüblichen Ultraschall-Kontrastmitteln in der Ultraschall-Transmissionskamera möglich sind. Diese Untersuchungen (siehe Abb. 3) demonstrieren, wie ohne ionisierende Strahlung angiographische Untersuchungen an den Extremitäten möglich sind.

Ein Beitrag aus dem Kompetenzzentrum Medizintechnik Ruhr (KMR), Bochum, gefördert vom BMBFm Aktenzeichen: 01EZ0007

Literatur

- [1] BERNARD, M.: Crossed-Transducers Array for Transmission Ultrasonic Imaging. In: *IEEE Ultrasonic Symposium Proceedings* (1983), S. 732–735
- [2] BRETTEL, H. [u. a.]: Transmissionssonographie. In: *Ultraschalldiagnostik des Bewegungsapparates* (1987), S. 29–36

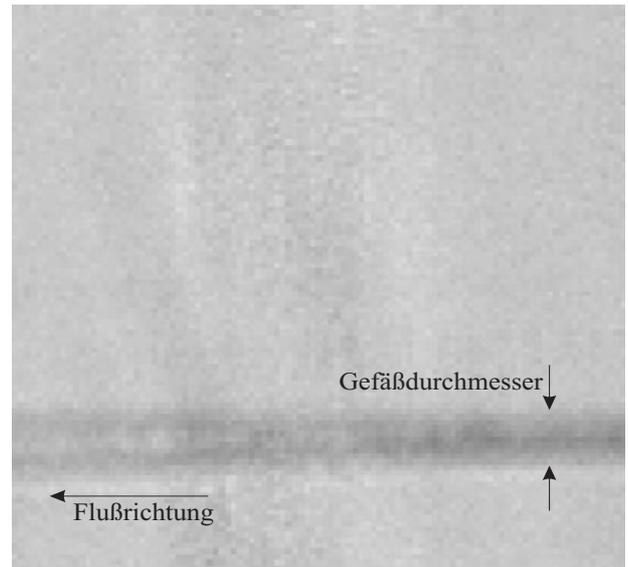


Abbildung 3: Einzelbild aus einer Sequenz von Subtraktionsbildern (am Phantom): Zu erkennen ist das im Bild von rechts einströmende Kontrastmittel sowie der Gefäßdurchmesser, der im Transmissionsbild nicht exakt bestimmt werden kann.

- [3] ERMERT, Helmut [u. a.]: A New Concept for a Real-Time Ultrasound Transmission Camera. In: *IEEE Ultrasonics Symposium Proceedings*, 2000, S. 1611–1614
- [4] GRANZ, B. [u. a.]: Ultraschallbilder, dargestellt mit einer Transmissionskamera. In: *Siemens Forsch.- u. Entwickl.-Ber.* 17 (1988), Nr. 4, S. 204–212
- [5] GREEN, P.S. [u. a.]: A New, High-Performance Ultrasonic Camera. In: *Acoustical Holography* 5 (1974), S. 493–503
- [6] LEHMAN, C.D. [u. a.]: Evaluation of Real-Time Acoustical Holography for Breast Imaging and Biopsy Guidance. In: *SPIE Proceedings* 3659 (1999), S. 236–243
- [7] OPPELT, R. Theoretische und experimentelle Untersuchungen zur quasioptischen Abbildung mit einer Ultraschall-Transmissionskamera. Institut für Hochfrequenztechnik, Universität Erlangen-Nürnberg, Dissertation. 1985