

Medizinischer Durchblick

HANS KAARMANN | ARNULF OPPELT

Dieses Dokument ist eine Ergänzung zum gleichnamigen Artikel in **Physik in unserer Zeit**, 40. Jahrgang 2009, Nr. 3, S. 145, über bildgebende Ultraschallverfahren (Sonographie).

Beamforming

Um auch schwache Reflektionen nachzuweisen, benutzt man zum *Empfang* der Ultraschallechos eine möglichst große, in viele Elemente unterteilte Apertur (Array). Statt einer Linse, die nur auf eine feste Gewebetiefe fokussieren kann, verwendet man den dynamischen elektronischen Fokus. Dieser läuft mit dem rücklaufenden Schall mit, sodass über die ganze Bildtiefe eine hohe Ortsauflösung erzielt wird. Die mitlaufende elektronische Fokussierung wird durch variable Verzögerung und Addition der von den einzelnen Arrayelementen aufgenommenen Signale erreicht (Abbildung oben).

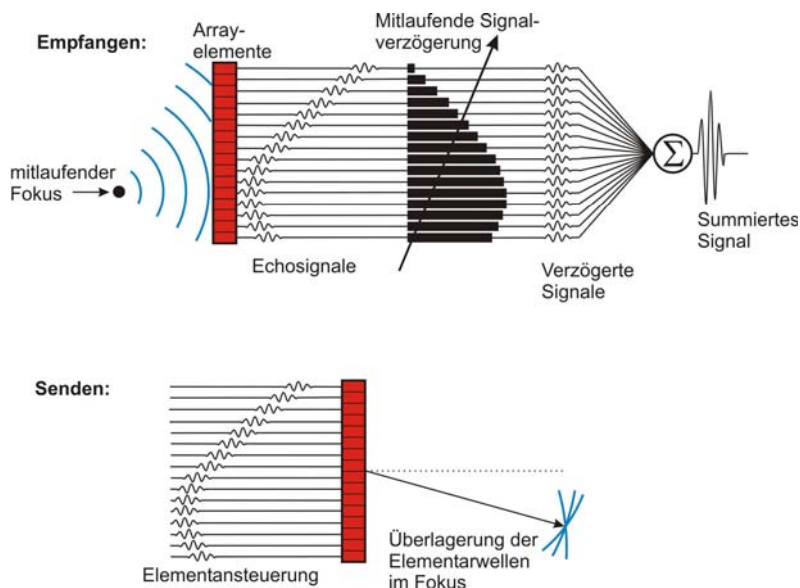



Abb. 1 Empfangs- und Sendemodus beim Beamforming.

Umgekehrt kann durch verzögerte Ansteuerung der einzelnen Elemente des Arrays während des *Sendens* ein Schallpuls nur auf einen festen Abstand fokussiert werden (Abbildung unten). Zum Bildaufbau fokussiert man entweder nacheinander auf verschiedene Tiefen oder schickt gleichzeitig mehrere Schallimpulse mit unterschiedlichen Brennpunkten los. Die aufwendige Elektronik zur Steuerung des Schallstrahls bei Senden und Empfangen wird als *Beamformer* bezeichnet.



Die Ansteuerung des Arrays und die Bilddarstellung erfolgt auf der mobilen Gerätehaupteinheit, die mit dem zu benutzenden Schallkopf über flexible Kabel verbunden wird. Die im Schallkopf erzeugte Abwärme kann ein technisches Problem sein, ebenso wie die Zahl der Leitungen zur Haupteinheit, die die Beweglichkeit des Schallkopfes einschränken. Die Rechenleistung moderner Ultraschallgeräte ist enorm und durchaus vergleichbar mit aktuellen Röntgen-Computer- oder Magnetresonanz-Tomographen. Es gibt jedoch auch miniaturisierte Ultraschallgeräte in Notebookgröße, zum Beispiel für den medizinischen Notfalleinsatz.

Im Allgemeinen sind Ultraschallbilder zweidimensional: Der Schallkopf fokussiert senkrecht zur Bildebene, meistens mit einer akustischen Zylinderlinse. Mit fortgeschrittenen Korrelationsalgorithmen ist es möglich, durch manuelle, parallele Verschiebung gewonnene Schnittbilder zu einem dreidimensionalen Datensatz zusammenzusetzen. Für eine automatisierte Erzeugung des dreidimensionalen Datensatzes sind Konstruktionen im Einsatz, mit denen das Array elektromechanisch um die Längsachse geschwenkt oder parallel verschoben wird.

Die ideale Lösung für die Erzeugung von 3D-Datensätzen ist aber sicher ein in x - und y -Richtung unterteiltes *Matrixarray*. Damit kann man durch phasenrichtige Ansteuerung der Elemente den Schallstrahl elektronisch in jede Richtung lenken und fokussieren.