

- 1 PZT-Keramikprobe und entsprechendes FEM-Modell.
- 2 Schwingungsform einer Keramik-Metall-Sandwich-Struktur.
- 3 Axialsymmetrisches Schallfeld eines Kreiskolbenstrahlers.
- 4 Ausbreitung hochfrequenter Ultraschallwellen in einem SAW-Filterbauteil.

## COMPUTERUNTERSTÜTZTES SENSOR-DESIGN

### Beschreibung

Bei der Entwicklung und Optimierung von Ultraschall-Wandlern für spezielle Anwendungen müssen bei konventioneller Vorgehensweise viele verschiedene Labormuster hergestellt und messtechnisch charakterisiert werden.

Computersimulationen können diesen Aufwand in Zusammenarbeit mit Messtechnik und Wandlerbau minimieren.

Um aus den Anwenderspezifikationen konkrete Vorgaben für den Bau von Wandlern zu entwickeln, stehen am Fraunhofer IBMT in der Arbeitsgruppe Simulation, Visualisierung & Magnetische Resonanz verschiedene Methoden und Softwaretools zur Verfügung.

### CAD

Zur Erzeugung von Modellen und Konstruktionszeichnungen wird das Softwarepaket ProEngineer™ genutzt. Durch die Vielzahl der zur Verfügung stehenden Schnittstellen wird die direkte Übergabe der Konstruktionsdaten sowohl zu den Simulationsprogrammen als auch zu CNC-gesteuerten Fertigungsmaschinen ermöglicht.

### FEM

Unter Nutzung der Geometriedaten aus ProEngineer kann mit Hilfe von ANSYS™ das Schwingungsverhalten eines Wandlers bei verschiedenen Frequenzen und Randbedingungen simuliert werden. Die Analyse beruht auf der Methode der finiten Elemente.

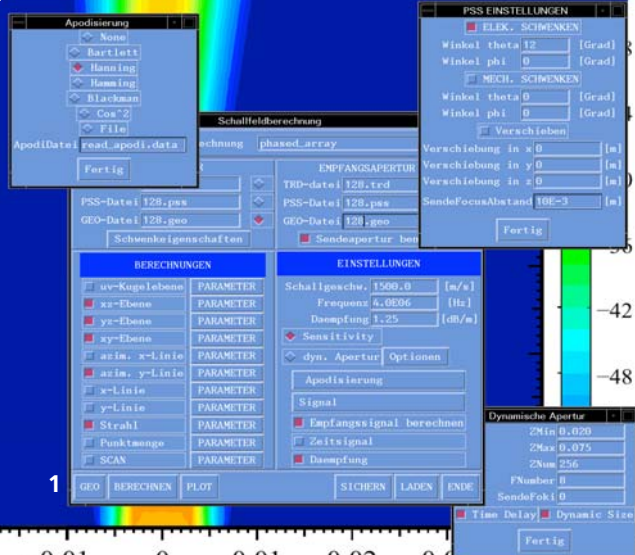
#### Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik IBMT

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

Ansprechpartner

Dipl.-Phys. Daniel Schmitt  
Simulation  
Telefon +49 (0) 6894 980-120  
daniel.schmitt@ibmt.fraunhofer.de

[www.ibmt.fraunhofer.de](http://www.ibmt.fraunhofer.de)



1

Dabei wird die komplexe Geometrie des Modells in viele kleine, geometrisch einfache Elemente zerlegt. Die das System beschreibenden physikalischen Gleichungen werden dann für die Teilelemente numerisch gelöst und zur Gesamtlösung zusammengesetzt. Dann kann zum Beispiel die Schwingungsform des Systems visualisiert und optimiert werden.

### Materialparameter

Die FEM-Simulation piezoelektrischer Keramiken erfordert die Angabe von 11 unabhängigen Materialkonstanten. Die Komplexität der zur Bestimmung notwendigen Messungen und die herstellungsbedingte Schwankung der Materialeigenschaften führen dazu, dass oft nur ein kleiner Teil dieser Daten mit ausreichender Genauigkeit zur Verfügung steht.

Am Fraunhofer IBMT wurde eine auf genetischen Algorithmen basierende Methode entwickelt, unzureichende Parametersätze zu ergänzen und zu optimieren. Dabei werden in einem FEM-Modell Parameter in vordefinierten Bereichen so variiert, dass eine möglichst gute Übereinstimmung mit Messungen charakteristischer Eigenschaften einer Materialprobe erreicht wird.

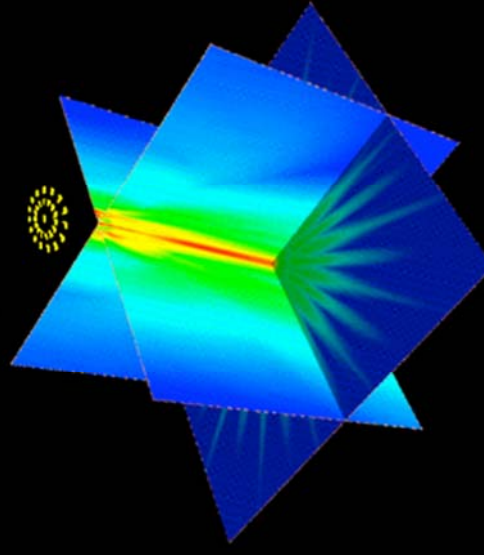
### Schallfeldberechnung

Zur Untersuchung der Schallausbreitung in einem Medium wird ein selbstentwickeltes Softwarepaket eingesetzt. Die Methode beruht auf der Auswertung der Kirchhoffschen Integralformen der Wellenausbreitung.

Die abstrahlende Fläche eines Wandlers wird durch einzelne Punkte repräsentiert und das Schallfeld an einem Punkt im Medium kann aus der Überlagerung der von den Einzelpunkten abgestrahlten Wellen errechnet werden.

Ein integrierter Preprozessor erlaubt die Generierung von Einzelelementwandlern, Linear- und 2-D-Arrays. Diese können monofrequent, mit vordefinierten Burst-Signalen und mit frei definierbaren Zeitsignalen beaufschlagt werden. Die Schallfelder können auf beliebigen Ebenen und Linien im Ausbreitungsraum dargestellt werden. Ein Zusatzmodul erlaubt die Simulation von Phased-Array-Systemen. Damit kann der Einfluss dynamischer Apertur- und Phasenbelegungen auf die Schallfeldeigenschaften untersucht und die Wandlergeometrie dahingehend optimiert werden.

2



### Unser Angebot

Ausgehend von vorgegebenen Spezifikationen können Ultraschall-Sensoren in einem Rechnermodell generiert, getestet und optimiert werden. Materialparameter, die nicht in der vorhandenen Datenbasis enthalten sind, können durch Messung an geeigneten Proben bestimmt und im Rahmen der Toleranzen und Messungengenauigkeiten angepasst werden.

Die am Fraunhofer IBMT vorhandenen Messmöglichkeiten ermöglichen dabei die Verifikation der Modelle und Parameter in unterschiedliche Baustufen bis hin zur endgültigen Qualitätskontrolle am Prototypen oder Serienwandler. Somit können Ultraschall-Wandler schnell und kostengünstig für unterschiedliche Einsatzzwecke konzipiert und optimiert werden.

1 Bedienoberfläche der Schallfeldberechnungssoftware.

2 Schallfeld eines Ultraschall-2D-Arrays.