

**Bild 1:** Die berechnete transiente Verteilung des vom Hochtonlautsprecher abgestrahlten Schalldrucks und die Gehäuseverformung bei 8000 Hz.

Akustiksimulation mit Fluid-Struktur-Interaktion (FSI)

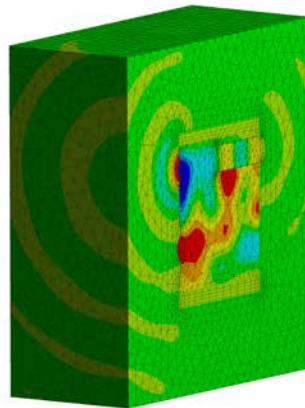
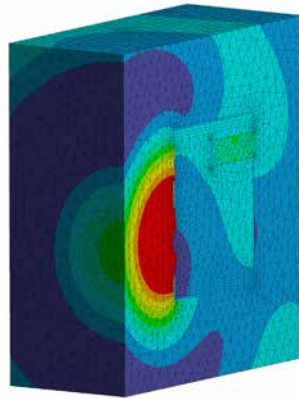
# Das gehört zum guten Ton

Ein wichtiges Qualitätsmerkmal von Lautsprechern ist das räumliche Abstrahlverhalten. Dieses wird als besonders gut empfunden, wenn die Lautsprecher eine möglichst gleichmäßige Charakteristik haben, und zwar über den gesamten Frequenzbereich, der abgedeckt werden soll.

Um dieses zu erreichen, muss neben der akustischen Ausbreitung in der Luft auch die Interaktion zwischen den Schalldruckwellen, den Membranen und dem Lautsprechergehäuse beachtet werden. Ziel der Simulation war es, den Einfluss verschiedener Faktoren wie der (nachgiebigen) Gehäusewände oder Toleranzen auf das Abstrahlverhalten der Lautsprecher sowie die Verzerrung des abgestrahlten Signals zu ermitteln.

## Gegenseitige Beeinflussung beachten

Die Analyse der Abstrahlcharakteristik des Lautsprechers erfolgte mit ANSYS Mechanical. Dazu wurde zwischen Gehäuse und umgebender Luft eine Fluid-Struktur-Interaktion definiert, mit der die gegenseitige Beeinflussung realitätsnah abbildbar ist. Damit die Modellgröße in gut handhabbaren Dimensionen verbleibt, wurde lediglich der maßgebliche Bereich der umgebenden Luft bei der Simulation berücksichtigt. Trotzdem konnte sich der Schall auf Grund der verwendeten Fernfeld-Randbedingungen ungehindert ausbreiten. Basierend auf dem Prinzip der äquivalenten Schallquellen ließen sich auch außerhalb des simulierten Modells die erforder-



**Bild 2:** Mit dem Finite-Elemente-Modell berechnete Verteilung des Schalldruckpegels bei 538 Hz und 2320 Hz (unten).

lichen Auswertungen vornehmen. Die frequenzbezogene Parametrisierung des Netzes sowie der umgebenden Luft reduzierten die Rechenzeiten. Eine weitere Beschleunigung ließ sich durch die gute Parallelisierbarkeit für den HPC-Einsatz (High Performance Computing) erreichen.

## Verbesserung des Abstrahlverhaltens

Die Simulationen führten zu einem besseren Verständnis der Interaktionen zwischen Gehäusekomponenten und umgebender Luft. Auf dieser Grundlage war eine effiziente Optimierung des Abstrahlverhaltens des Lautsprechers möglich, ohne Prototypen fertigen zu müssen.

Außerdem wurde gegenüber den bisherigen Messungen mit Prototypen ein höherer Informationsgehalt erzielt, da eine „raumumfassende“ Analyse der Schallausbreitung möglich war und nicht nur an einzelnen Punkten gemessen wurde wie bei Mikrofonen. Folglich konnte in kurzer Zeit und mit überschaubarem Kostenaufwand eine hohe Produktqualität erreicht werden.

**InfoAnsprechpartner** | CADFEM  
Steffen Peters  
Tel. +49 (0) 711-99 07 45-31  
speters@cadfem.de