

## ACOUSTO DICT

## AKUSTIKSIMULATION

- 1 Akustische Messung in einer Fahrgastzelle mit einem Kunstkopf
- 2 Mikrostrukturmodell eines Kunstfasermaterials
- 3 Mikrostrukturmodell eines Naturfaserprodukts
- 4 Schnittbild der Mikrostruktur eines faserverstärkten Kunststoffes

Unser tägliches Wohlbefinden wird stark von Umgebungsgeräuschen geprägt. Insbesondere in Räumen mit einer mangelhaften Akustik erhöht sich die Lautstärke von Geräuschen durch die Reflexion des Schalls an glatten, harten Oberflächen. Diese »Halligkeit« führt zur Verschlechterung der Sprach-

verständlichkeit. Eine Lärmverminderung – bei gleichzeitiger Verbesserung der Sprachverständlichkeit – hilft, den lärmbedingten Stress zu verringern. Im Auto beispielsweise leistet eine so abgestimmte Innenraumakustik einen wichtigen Beitrag zur Fahrsicherheit.

### Die Modellierung

Zur Verbesserung der Raumakustik werden derzeit poröse Absorber eingesetzt, die aus verschiedenen Materialien, wie Glas- oder Mineralwolle, Filz, Natur- oder Polyesterfasern, offenzelligen oder geschlossenporigen Schäumen oder faserverstärkten Kunststoffen bestehen. Die wesentliche Eigenschaft der porösen Absorber besteht darin, dass sie der einfallenden Schallwelle einen Widerstand entgegensetzen, der mit einer Dämpfung verbunden ist. Physikalisch entsteht die Dämpfung durch die Reibung der Luftmoleküle am Absorberskelett. Damit lässt sich die Berechnung der akustischen Absorption auf ein Strömungsproblem zurückführen, bei dem durch die Lösung der

Stokes-Gleichung in der komplizierten Mikrostruktur der Strömungswiderstand bestimmt wird. Die Berechnung der akustischen Eigenschaften – ausgehend von der Mikrostruktur – eröffnet völlig neue Möglichkeiten der Materialoptimierung. Zunächst wird die gemessene Mikrostruktur in einem stochastischen Modell mit dem am ITWM entwickelten Softwarepaket **GeoDict** ([www.geodict.com](http://www.geodict.com)) rekonstruiert. Im Rechner lässt sich nun die komplizierte Absorberstruktur gezielt verändern, um den Einfluss verschiedener Parameter – wie Faserdurchmesser, Ausrichtung oder Verpressgrad – auf die akustischen Eigenschaften zu studieren.

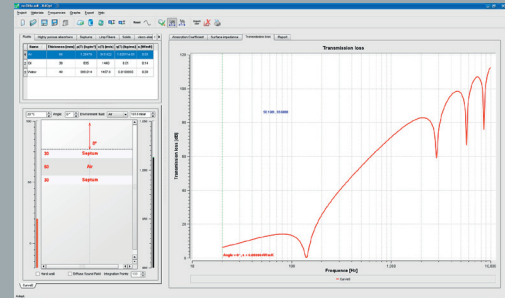
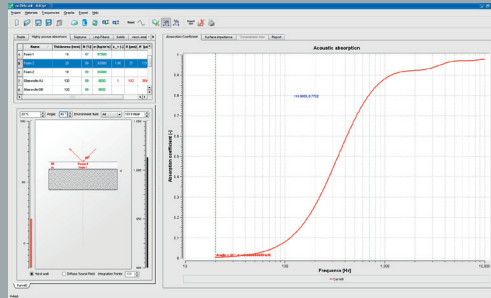
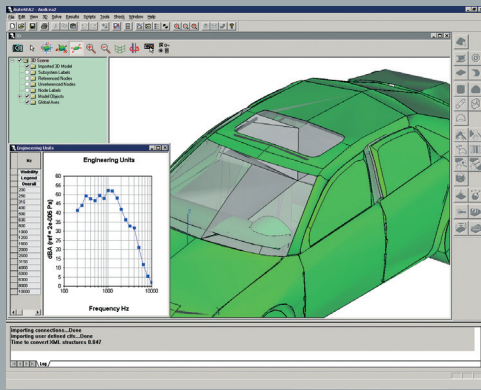
### Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM

Fraunhofer-Platz 1  
67663 Kaiserslautern

#### Kontakt

Priv.-Doz. Dr. Heiko Andrä  
Telefon +49 631 31600-44 70  
[heiko.andrae@itwm.fraunhofer.de](mailto:heiko.andrae@itwm.fraunhofer.de)

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



1

2

3



## Die Übertragbarkeit

Welchen Einfluss hat ein aus dem Absorbermaterial aufgebautes Bauteil auf die Raumakustik? Die Antwort liefert eine statistische Energieanalyse (SEA) des Gesamtsystems, bei der die Ergebnisse von der Mikroskala als Parameter Eingang finden. Ein großes Potenzial in der Akustikoptimierung besitzen sogenannte Schichtabsorber. Durch die Wahl geeigneter Materialparameter und Schichtdicken lassen sich die akustischen Eigenschaften fast beliebig variieren. Entsprechend

ist man hierbei noch stärker auf Simulationsrechnungen angewiesen, um eine optimale Materialauswahl zu treffen. Eine Erweiterung der porösen Absorber stellen viskoelastische Schäume dar. Bei diesen Materialien wird das akustische Verhalten auch durch die mechanischen Eigenschaften der Festsubstanz bestimmt. Auch die effektiven Eigenschaften dieser Schäume, wie z. B. das Elastizitätsmodul, können bei gegebener Mikrostruktur am ITWM berechnet werden.

## Das Beispiel: Optimierung eines PET-Dachhimmels

Seriendachhimmel bestehen heute aus einem Gemisch verschiedener Natur- und Kunstfasern. Das Recycling dieser Bauteile im Sinne der EU-Altautoverordnung (2000/53/EG) ist mit einem hohen Aufwand verbunden. Im Rahmen des ISTWIPP-Projektes (ipp.itwm.fraunhofer.de), einer Zusammenarbeit des

ITWM mit den Firmen Audi, Faurecia und Sandler, wurde der oben beschriebene Optimierungszyklus auf sortenreine PET-Vliese angewandt. Im Zusammenspiel mit Computersimulationen ließ sich ein optimierter PET-Dachhimmel mit besseren akustischen Eigenschaften als ein Seriendachhimmel herstellen.

1 Simulation des Schallpegels in einer Fahrgastzelle

2 Simulation der akustischen Absorption eines Schaums

3 Simulation der akustischen Dämmung einer Doppelwand mit Lufteinschluss

Kooperationspartner

**MATH**  
**2 MARKET**  
www.math2market.com

### Unsere Leistungen

- Modellierung akustischer Eigenschaften von
  - porösen Schallabsorbern und Schichtsystemen aus porösen Absorbern
  - viskoelastischen Absorbern und Schichtsystemen aus viskoelastischen Absorbern
- Parameterstudien auf der Basis von stochastischen Modellen
- Akustiksimulation (Raumakustik) mit

- Hilfe der statistischen Energieanalyse
- Webbasiertes Softwaretool inklusive
  - Datenbank zur Verwaltung akustischer Messdaten (individuell konfigurierbar)
  - Simulation von Schichtsystemen aus akustischen Absorbern
  - Optimierungstool zur bestmöglichen Materialauswahl bei gegebenen Randbedingungen (Wunschabsorption, Materialdicke, Preis etc.)