



Die Wirkung der phononischen Kristalle wies die Forscher an einem selbst gebauten Fenster nach.

## Schallschutz neu gedacht

Manche Eigenschaften von Kristallen lassen sich aus der atomaren in die makroskopische Welt übertragen. Allerdings wirken sich diese Eigenschaften dann zum Beispiel nicht mehr auf Röntgenstrahlen, sondern auf Schallwellen aus. Wissenschaftler der Schweizer Empa in Dübendorf haben nun im Labor demonstriert, wie sich mit solchen phononischen Kristallen gezielt Bandlücken erzeugen lassen, um Schall zu dämmen. Der Ansatz ermöglicht hundert Mal leichtere phononische Isolatoren als bislang, besonders für tiefe Töne.<sup>1)</sup>

Die Forscher haben in die Struktur ihrer Kristalle drehbare Scheiben integriert, die Schwingungen entlang der Längsachse in Torsionsbewegungen umwandeln. Waren mehrere Scheiben im Kristall miteinander gekoppelt, so wandelte der Kristall entweder Schall in Wärme um oder leitete die Wellen weiter. Die Geometrie des Kristalls bestimmt also, ob er Schall leitet oder nicht. Die Umwandlung in Wärme gelang mit einer syndiotaktischen Anordnung: Jede Scheibe entlang der Längsachse dreht sich entgegengesetzt zu ihrem direkten Nachbarn.

1) A. Bergamini et al., Nat. Commun. **10**, 4525 (2019)

2) B. Kaiser et al., Microsyst. Nanoeng. **5**, 43 (2019)

Die rund 10 cm langen Kristalle wurden durch selektives Lasersintern gefertigt. Als Material diente ein kommerziell erhältliches Polyamid, das mit Mineralfasern verstärkt ist. Die Forscher fügten syndiotaktische Kristalle, die auf die Frequenz der menschlichen Sprache abgestimmt waren, zwischen zwei Plexiglasscheiben ein. Von einer Unterhaltung im Nachbarraum war hinter dem Fenster nichts zu verstehen.

Mögliche Anwendungen für diese Art der Schalldämmung finden sich bei Gebäuden und Räumen sowie bei Flugzeugen, Maschinen und Autos.

## Kleiner Mann im Ohr

Akustische Mensch-Maschine-Schnittstellen gelten als wichtiges Wachstumsfeld, vor allem wenn sie über kleine drahtlose Kopfhörer funktionieren, die sich direkt – und künftig womöglich dauerhaft – im Gehörgang tragen lassen. Die heutigen In-Ear-Kopfhörer könnten der Anfang sein auf dem Weg zu Internet-of-Voice-Diensten. Dafür müssen Miniaturisierung und Integration der Kopfhörer allerdings weiter voranschreiten. MEMS-basierte Lautsprecher sind ein möglicher Ansatz. Allerdings ist die Herstellung der bislang publizierten

MEMS-Lautsprecher nicht leicht skalierbar. Ein Team des Fraunhofer-Instituts für Photonische Mikrosysteme IPMS in Dresden und der BTU Cottbus-Senftenberg hat nun einen Lautsprecher vorgestellt, der dieser Einschränkung nicht unterliegt.<sup>2)</sup>

In einem Wafer fertigten die Forscher Aktor-Paare, die mehrere neben- und hintereinander liegende Abschnitte bilden und parallel zur Wafer-Ebene schwingen. Erstmals entstehen die Schallwellen damit im Volumen der Chips und nicht durch eine Membran, was die Miniaturisierung begünstigt. Ober- und unterhalb der Aktor-Paare befindet sich ein Wafer mit Öffnungen entlang der Abschnitte, über die Schallwellen austreten können. Über eine äußere Spannung lassen sich die Aktor-Paare in Schwingungen versetzen.

Der Platzbedarf des Labormusters beträgt inklusive Flächen für die Kontaktierung 9,3 mm<sup>2</sup>. Das System erreichte in einem gängigen Test einen maximalen Schalldruck von 69 dB bei 500 Hz, oberhalb von 10 kHz fiel er stark ab. Die Total Harmonic Distortion (THD) beträgt 4,5 %, ohne jegliche Signalverarbeitung. Das System ist patentiert.

Nun gilt es, das Aktor-Design zu optimieren und eine passende Steuerung und Signalverarbeitung zu entwickeln. Dadurch sollten sich der maximale Schalldruck und die THD deutlich verbessern lassen. Oberstes Ziel ist dabei, die geringe elektrische Leistungsaufnahme zu erhalten. Auch ein Stapeln der MEMS-Lautsprecher könnte eine Option sein.



MEMS-basierter Lautsprecher ohne Deckwafer: Zu sehen sind die neben- und hintereinander angeordneten Aktor-Paare, die über die Flächen links zu kontaktieren sind.

## Biofilm ade

Biofilme sind an medizinischen Geräten, Implantaten oder in der industriellen Produktion ein Problem: Die Mikroorganismen darin sind relativ gut geschützt vor Desinfektionsmitteln, antimikrobiellen Substanzen und mechanischem Abrieb. Ein Team des Fraunhofer-Instituts für Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP in Dresden hat einen Ansatz entwickelt, um dem hartnäckigen Befall zu Leibe zu rücken.

Die Forscher nutzen dazu bidirektionale Displays, die über eine Matrix aus Pixeln und Photodioden verfügen und damit Licht abstrahlen und auch detektieren können. Solche Displays kommen zum Beispiel bei Fingerabdrucksensoren zum Einsatz. Das FEP-Team hat nun das Deckglas eines solchen Fingerabdrucksensors mit einer mehrlagigen, titandioxidhaltigen Schicht versehen.  $\text{TiO}_2$  wirkt photokatalytisch, wenn das Display die Sensorfläche von unten mit UV-Licht beleuchtet. Ein Biofilm auf der Oberfläche des Fingerabdrucksensors, bei den Labortests durch Stearinsäure simuliert, wird deshalb abgebaut. Die  $\text{TiO}_2$ -haltige Schicht muss dazu so gestaltet sein, dass das UV-Licht weder absorbiert noch stark gestreut wird.

Hierbei sind Detektions- und Reinigungsfunktion in einem System vereinigt; das Verfahren benötigt kein



Bidirektionale Displays können Fingerabdrucksensoren von Biofilmen befreien.

Umgebungslicht. Nun modifiziert das FEP-Team den Schichtaufbau, um künftig blaues Licht zu nutzen.

Denkbare Anwendungen gibt es in der Medizintechnik, der chemischen und pharmazeutischen Industrie, bei der Trinkwasserversorgung oder auch bei Solaranlagen.

## Kontrolliert gezündet

Noch immer tauchen in Europa – vor allem bei Bautätigkeiten – Blindgänger auf, die es zu entschärfen gilt. Wie dabei vorzugehen ist, hängt vom Zünder ab: Aufschlagzünder werden ausgebaut oder per Wasserstrahl herausgeschnitten, chemische Zünder werden gesprengt oder ebenfalls per Wasserstrahl herausgetrennt. Problematisch ist es, wenn der Blindgänger

ungünstig liegt: Denn um eine unkontrollierte Explosion zu vermeiden, dürfen möglichst keine Kräfte auf die Bombe einwirken.

Ein Team des Laserzentrums Hannover, der Laser on Demand GmbH und des Kampfmittelräumdienstes Hamburg hat ein laserbasiertes Verfahren entwickelt, um Blindgänger zu entschärfen. Sie schwächen dazu die Hülle der Bombe, indem sie mit einem 2-kW-Festkörperlaser eine lange Kerbe als Sollbruchstelle einbringen. Stickstoff dient als Prozessgas. Die Tiefe der Kerbe ist durch die Temperatur begrenzt, die an der Innenseite der Hülle auftreten darf. Für TNT sind das etwa  $300\text{ }^\circ\text{C}$ . Bleibt die Temperatur darunter, kommt es zu keiner unkontrollierten Detonation. Die Zündung wird durch Laserstrahlung ausgelöst. Die kontrollierte Sprengung breitet sich langsamer als der Schall aus.

Um die Laserparameter zu verifizieren, gab es Tests mit kleinen Sprengkörpern in Bunkern. Der Laserbearbeitungskopf und die optischen Komponenten sollten nicht viel kosten, da sie bei der Entschärfung womöglich zerstört werden. Zum Beispiel wird der Laserbearbeitungskopf aus einem Polymer gedruckt. Nun gilt es, den Prozess zu einem für die Kampfmittelräumdienste anwendbaren Verfahren weiterzuentwickeln.

Michael Vogel

## Tausende Produkte auf Lager



und verfügbar mit PhotonSpeed™

**Schnelle Auswahl** – Optimierte Such- und Filterfunktionen

**Schnelle Lieferung** – Gratis Express-Lieferung für Newport Produkte\*

**Schnelle Ergebnisse** – Top-Produkte und Service für Ihre Forschung

Jetzt mit Newport auf die Überholspur. An die Forschung, fertig, los!  
Mehr auf [www.newport.com](http://www.newport.com)



Weitere Informationen über MKS Newport finden Sie unter [www.newport.com](http://www.newport.com).

\* Weitere Informationen und Bedingungen finden Sie auf [www.newport.com/free2day](http://www.newport.com/free2day).  
Nur gültig für Bestellungen aus und innerhalb den USA und Europa.



**Schnelle Auswahl. Schnelle Lieferung. Schnelle Ergebnisse.**