

Phononische Kristalle

Superleichte Dämpfer für tiefe Töne

Empa-Forschern ist es gelungen, makroskopische Kristallstrukturen zu bauen, die innere Drehbewegungen nutzen, um die Ausbreitung von Schallwellen abzuschwächen. Mit der Methode lassen sich sehr leichte und steife Materialien entwerfen, die auch tiefe Frequenzen besonders gut «schlucken» können.

Weg für Vibrationsdämpfung ist damit gefunden. Vergrösserte Kristallstrukturen mit solchen akustischen Eigenschaften nennt man phononische Kristalle.

Andrea Bergamini und seinem Team der Empa-Abteilung Akustik / Lärminderung ist es nun gelungen, Zusatzeigenschaften in die Kristalle zu integrieren, die im Original nicht vorhanden sind. Die Forscher bauten kleine, drehbare Teller in die Kristallstrukturen, die in der Lage sind, Schwingungen entlang der Längsachse in Torsionsbewegungen umzusetzen, wie die Empa in einer Medienmitteilung schreibt.

Erstmals lässt sich eine unerwünschte Schwingung nicht nur in verschiedene Raumrichtungen streuen, sondern auch in Wärmeenergie umwandeln.

In einem nächsten Schritt koppelten Bergamini und seine Forscherkollegen mehrere der Drehteller im Kristall miteinander. Das geht auf zwei verschiedene Arten: entweder drehen alle Teller gemeinsam in die gleiche Richtung (isotaktische Anordnung) oder sie sind in ihren Drehrichtungen abwechselnd miteinander verbunden (syndiotaktische Anordnung). Die Wirkung unterscheidet sich dramatisch: die syndiotaktische ABAB-Anordnung der Drehrichtung erzeugt eine sogenannte Bandlücke in den Frequenzen.

Ein breiter Bereich von Schwingungen wird also von der Dreh-Mechanik «verschluckt» und nicht durch den Kristall hindurch weitergegeben. Demgegenüber erzeugt die isotaktische AAAA-Anordnung der Drehbewegungen neue Wellen mit ähnlicher Frequenz, die durch den Kristall weitergegeben werden. Ein mechanisches

Bauteil mit bestimmter Geometrie bestimmt also darüber, ob der Kristall isoliert oder leitet. Die Forschungsergebnisse veröffentlichte das Team nun in der aktuellen Ausgabe des Fachmagazins Nature Communications.

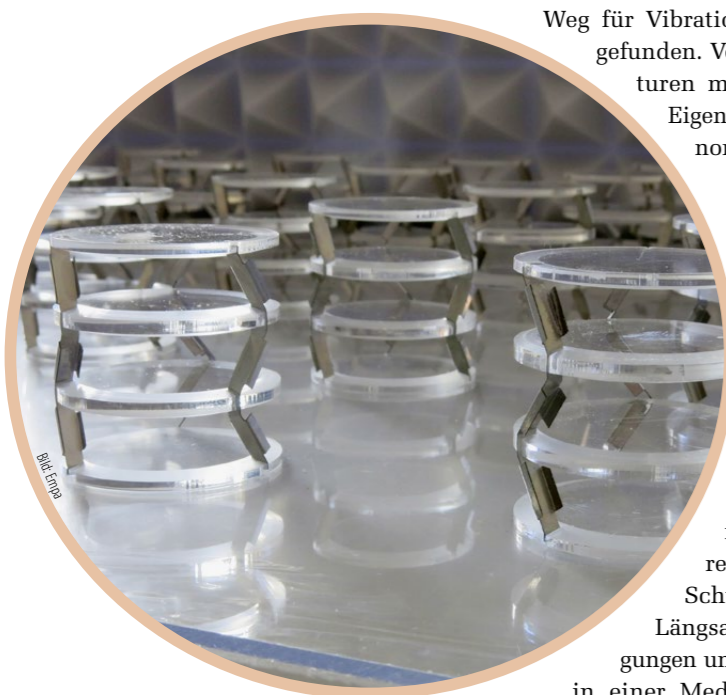
Das «Kryptographie-Fenster»

Wie aber lassen sich solche Schwingungsfrequenz-Bandlücken nutzen? Inzwischen ist nach Angaben der Empa im Labor ein erstes Modell entstanden, das eine mögliche Funktion phononischer Kristalle zeigt: Bergamini baute ein Fenster aus zwei Plexiglas-Scheiben, in das syndiotaktische Drehteller integriert sind. Die Grösse der Teller ist auf die Frequenz der menschlichen Sprache abgestimmt.

Die Idee: Wenn bestimmte Frequenzen aus der Sprache herausgefiltert werden, wird der Inhalt für Zuhörer unverständlich. Das menschliche Gehirn kann die akustischen Informationen nicht mehr zu einem Sinn zusammensetzen. Erste Tests im Akustik-Labor zeigen, wie viel Potenzial in der Idee steckt: Man kann die sprechenden Personen deutlich sehen und auch gedämpft hören, wer gerade spricht. Doch vom gesprochenen Text ist kein einziges Wort zu verstehen.

Hundertmal leichtere Elemente?

Bergamini und seine Kollegen erwarten, dass transparente, phononische Kristalle für Architekten und Innenarchitekten interessant sein könnten, wie es in der Mitteilung weiter heisst. Mit Hilfe dieses physikalischen Tricks lassen sich formfeste, steife Baustoffe herstellen, die Schall sehr gut isolieren und dabei bis zu hundertmal leichter sein können als andere phononische Isolatoren mit der gleichen Wirkung. Auch im Maschinenbau, im Flugzeugbau und im automobilen Leichtbau könnte das Herausfiltern störender Frequenzen mit leichten Designer-Dämmstoffen bald eine grosse Rolle spielen. n (mgt)



Empa-Forscher haben chirale, phononische Kristalle entwickelt und ein Funktionsmodell gebaut, an dem nun Schwingungsmessungen gemacht werden.

Die Welt der Kristalle bietet viele interessante Eigenschaften: Kristalle können etwa in Einwegfeuerzeugen elektrische Funken schlagen, sie können polarisiertes Licht herstellen und sie können gebündelte Röntgenstrahlen in tausende von Einzelreflexe zerlegen, die in alle Raumrichtungen gestreut werden.

Manche dieser Eigenschaften bleiben auch dann erhalten, wenn man die atomaren Kristallstrukturen 100-millionenfach vergrössert und die Kristalle im Grossmassstab nachbaut. Dies machen sich Physiker seit einigen Jahren zunutze: Wenn die Originalkristalle sehr kurzwellige Röntgenstrahlen streuen, können die vergrösserten Kopien langwellige Schwingungen in alle Richtungen streuen. Ein sehr eleganter

SCHWEIZER PREIS PUTZ+ FÜR ARCHITEKTUR FARBE UND HANDWERK

21

Jetzt Objekt einreichen!

Gesucht sind Fassaden- und Innenraumgestaltungen, bei welchen Putz und Farbe als architekturprägende Elemente in hoher Qualität zur Anwendung kommen und die in Teamarbeit zwischen Planern und Handwerkern realisiert worden sind.

Die Gesamtpreissumme beträgt 35'000.– Franken.

Der Anmeldeschluss ist am 30. September 2020.

Details zum Wettbewerb und Anmeldung unter appli-tech.ch/putzundfarbe

53679

majler
glpser
Die Kreativen am Bau.

appli
-tech

PCI
Für Bau-Profis

A brand of BASF – We create chemistry

Naturstein
sicher verlegen
und verfugen



PCI Carra-Familie und PCI Pavifix®-Familie

Umfassendes Produktsortiment mit Naturstein- und Galabauspezialitäten

- Zum Verlegen und Verfugen von Naturstein
- Natursteinbeläge und -mauern dauerhaft schön und funktional
- Hochwertiger Galabau und Naturstein gehören zusammen

PCI Bauprodukte AG
Im Schachen 291 · 5113 Holderbank

www.pci.ch