

# Miniaturisierung bei Piezokeramik-Schallgebern

**Was heute machbar ist.** Der Trend zur Miniaturisierung elektronischer Bauteile ist ungebrochen. Damit nimmt die Funktionsdichte auf Leiterplatten und in integrierten Schaltungen unaufhörlich zu – auch bei Akustikkomponenten einschließlich der Sonderbauart des piezokeramischen Schallwandlers.

**K**eramische Wandlerelemente arbeiten nach dem piezoelektrischen Effekt: Das Anlegen einer elektrischen Spannung an ein Keramikelement (ein Stück Keramikmaterial bestimmter Struktur und Geometrie mit Elektroden darauf) bewirkt eine mechanische Verformung, die bei geeigneter Frequenz und Amplitude hörbare Schallwellen erzeugt. Der Effekt ist reversibel, also auch in umgekehrter Richtung vorhanden. Dies bedeutet, dass eine mechanische Belastung (Verformung) des Keramikelements eine nutzbare, wenn auch recht kleine elektrische Spannung zwischen den Elektroden erzeugt. An dieser Stelle soll allerdings nur der zuerst genannte Aspekt betrachtet werden – das Generieren von Schall.

Schall zu erzeugen bedeutet, Luft zu bewegen. Die Luftmoleküle müssen dazu wechselseitig und untereinander so in

Schwingungen versetzt werden, dass am Ohr des Zuhörers ein möglichst deutlicher Schalleindruck zustande kommt. Hierzu



bedarf es einer geeigneten Frequenz und Intensität. Je größer das bewegte Luftvolumen, desto stärker kann der wahrgenommene Schalleindruck sein.

## Der Werkstoff bestimmt den Energieaufwand

Ein Luftvolumen mittels einer Membrane zu bewegen, lässt sich entweder über die Fläche oder über die Auslenkung, den mechanischen Hub, erreichen; gegebenenfalls auch durch eine sinnvolle Kombination daraus (**ⓘ-Kasten**). Als geeignetes Material für die Erzeugung lauter Töne mit geringstmöglichem Energieaufwand haben sich seit vielen Jahren verschiedene Piezokeramiken bewährt. Insbesondere kommt der äußerst geringe Strombedarf eines damit aufgebauten Wandlers (typisch circa 1 mA) den Anforderungen an moderne tragbare Mobilgeräte sehr entgegen, die auf möglichst lange Akkulaufzeiten angewiesen sind. Keramikmaterial ist beispielsweise wie in **Bild 1** aufgebaut.

Die rasterelektronenmikroskopische Aufnahme zweier verschiedener Materialien unterschiedlicher Hersteller lässt erkennen, dass die Werkstoffe trotz der beschriebenen Vorteile doch vergleichsweise porös sind und daher schnell brüchig werden können. In der Praxis ist bei Überbeanspruchung sehr schnell eine Rissbildung zu beobachten, die die Funktion beeinträchtigt und daher unter allen Umständen zu vermeiden ist. Eine weitere Herausforderung ist die Forderung nach uneingeschränkter

## FAZIT

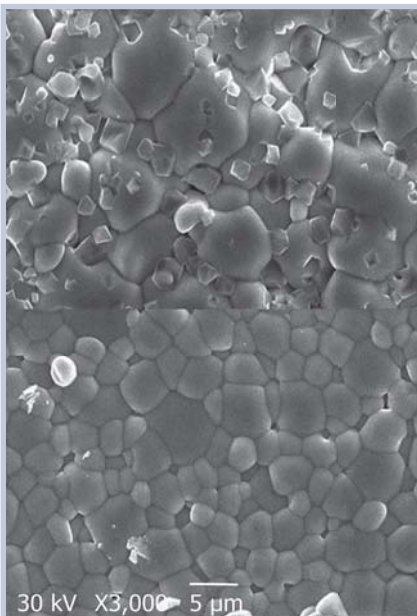
**Miniaturisieren in Grenzen.** Hörbare Schallwellen zu erzeugen bedeutet, Luft zu bewegen – und zwar mit einer geeigneten Frequenz und Amplitude. Keramiken für Schallwandler sind poröse und spröde Materialien. Die Membranen können demzufolge nur begrenzte Auslenkungen erreichen, womit je nach geforderter Schallintensität eine geeignete Membranfläche vorhanden sein muss. Der Miniaturisierung der Bauteile sind also werkstoffbedingte Grenzen gesetzt. Dennoch haben verschiedene Hersteller piezokeramische SMD-Schallgeber mit Abmessungen bis hinunter zu 9 mm x 9 mm zur Serienreife gebracht.

## ① | WISSENSWERT

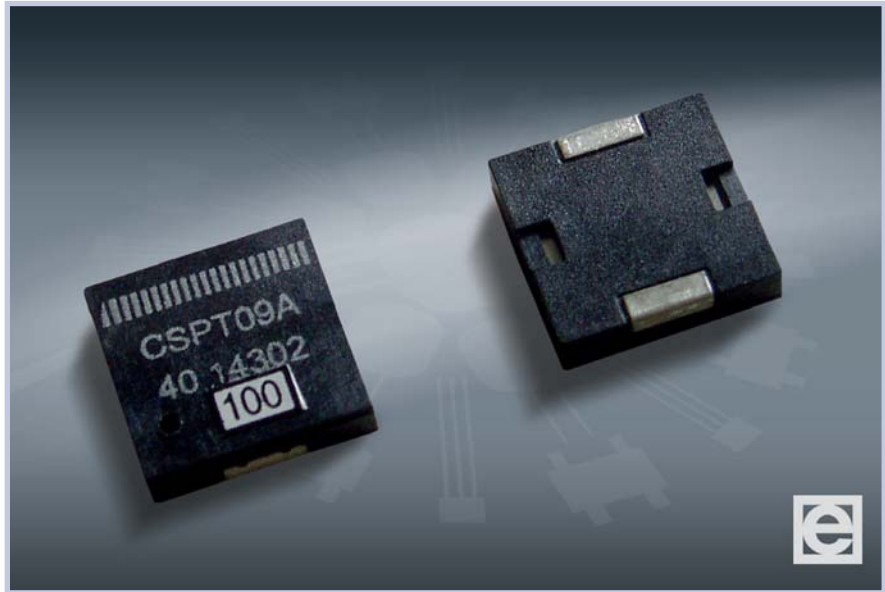
**Die elastische Verformbarkeit** und somit die erzielbare Auslenkung einer keramischen Membrane ist begrenzt – und zwar wegen der Porosität und Sprödigkeit des Materials. Somit muss das Luftvolumen weniger über den Hub, als vielmehr über die Fläche bewegt werden, um auch bei kleiner Baugröße noch einen akzeptablen und gut wahrnehmbaren Schalldruck erzeugen zu können. Genau das ist der Grund, weshalb akustische Bauteile im Allgemeinen und Piezoschallgeber im Besonderen dem Trend zur Miniaturisierung nicht ohne Weiteres folgen können: Eine gewisse Mindestbaugröße ist für diese Bauteile nötig und unumgänglich.

Reflow-Verarbeitbarkeit, sofern es sich um eine SMD-Bauform handelt. Typische Temperaturen liegen dabei um die 260 °C.

Der Porosität und Sprödigkeit des Materials ist es geschuldet, dass der erreich-



**1 | Piezokeramiken verschiedener Hersteller im Elektronenmikroskop: Die porösen Werkstoffe können schnell brüchig werden; bei Überbeanspruchung entstehen leicht Risse, welche die Funktion beeinträchtigen**



**2 | Trotz materialbedingter Einschränkungen haben die Schallwandler-Hersteller kleine Bauteile für die Oberflächenmontage zur Serienreife entwickelt**

bare mechanische Hub begrenzt ist. Somit ist eine Balance aus Hub und Fläche nötig, um einen gut wahrnehmbaren Schalldruck zu erzeugen. Eine Mindestbaugröße ist also unumgänglich, und der Miniaturisierung sind Grenzen gesetzt. Dennoch ist es das Ziel, auch diese Schallgeber-Bauteile immer weiter zu verkleinern.

Ein Lösungsansatz dazu sind Weiterentwicklungen bei Materialzusammensetzung und Rezeptur, um so eine möglichst elastische Keramik zu finden, die bei kleineren Abmessungen höhere Auslenkungen erlaubt, ohne zu brechen. Nach Auskunft der Hersteller gibt es zurzeit deutliche Fortschritte auf diesem Gebiet; jedoch gelten die Rezepturen der Werkstoffe als höchstes Geschäftsgeheimnis.

### Stand der Technik

Derzeit haben verschiedene Hersteller piezokeramische SMD-Schallgeber mit Abmessungen bis hinunter zu 9 mm x 9 mm zur Serienreife gebracht (**Bild 2**). Bauhöhen von 1,8 mm sind realisierbar. Derartige Teile befinden sich momentan bei diversen potenziellen Verwendern in der Freigabeuntersuchung, wobei von Fabrikat zu Fabrikat auch Unterschiede zu Tage treten und noch viele Detailfragen

## ② | KONTAKT

### Endrich Bauelemente Vertriebs GmbH,

Hauptstraße 56,  
72202 Nagold,  
Tel. 07452 6007-0,  
Fax 07452 6007-70,  
[www.endrich.com](http://www.endrich.com)

zu klären sind: beispielsweise zur mehrfachen Reflow-Fähigkeit bei doppelseitigem Löten, zur Temperaturstabilität, Frequenzdrift, Lautstärkestabilität, Vibrationsbeständigkeit, zu Falltests oder nicht zuletzt zu der zu erwartenden Ausfallwahrscheinlichkeit.

Spezialdistributoren wie die Endrich können je nach Applikation verschiedene Fabrikate dieser zurzeit kleinsten serienmäßig verfügbaren Bauform anbieten. An noch winzigeren Bauformen wird seitens der Hersteller gearbeitet. (m)

### Autor

Fred Kubert ist Produktmanager bei Endrich Bauelemente in Nagold.

### Online-Service

Akustik-Katalog des Herstellers

[EL-info.de/235701](http://EL-info.de/235701)

**Tagesaktuelle Meldungen auf [EL-info.de](http://EL-info.de)**