

- 1 Wirkprinzip dielektrischer Elastomere  
oben: mit flexiblen Elektroden  
unten: mit gelochten, starren Elektroden.
- 2 Stapelaufbau mit Metallelektroden und hexagonalen Lochstruktur.
- 3 elektrogeformte Metallelektroden mit Mikroperforation.

## ELASTORMER-STAPELAKTOR MIT GELOCHTEN ELEKTRODEN

### Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF

Bartningstraße 47  
64289 Darmstadt

Ansprechpartner

William Kaal  
Telefon +49 6151 705-440  
Fax +49 6151 705-214  
william.kaal@lbf.fraunhofer.de

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

### Stapelwandler aus elektroaktiven Polymeren

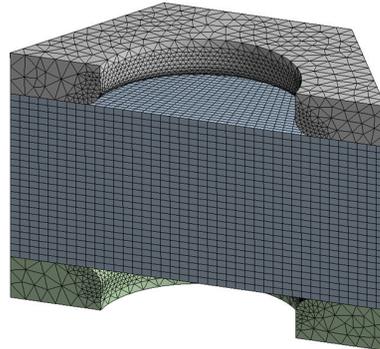
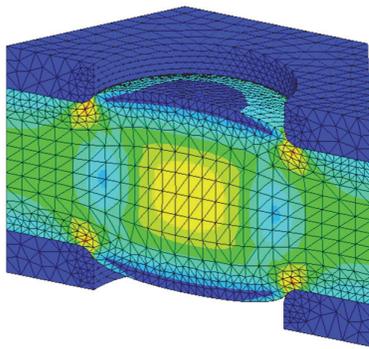
Elektroaktive Polymere sind elastische Materialien, die bei Anlegen eines elektrischen Feldes große Verformungen erfahren können. Aufgrund ihres speziellen Eigenschaftsprofils empfehlen sie sich als neuartige Funktionswerkstoffe für innovative Lösungen in den unterschiedlichsten Anwendungsgebieten. Durch stapelförmiges Anordnen vieler Einzelschichten mit abwechselnd angeordneten Elektroden lassen sich insbesondere Festkörperaktoren mit großem Deformationsvermögen realisieren. Da Elastomermaterialien selbst nahezu inkompressibel ist, führt eine Dickenreduk-

tion der dünnen Elastomerfolien immer zu einer Flächenzunahme, sodass üblicherweise flexible Elektroden eingesetzt werden müssen, die die großen Dehnungen ertragen können. Solche elastischen Elektroden aus beispielsweise Graphitpulver bringen allerdings technologische Nachteile mit sich, die ihre Einsetzbarkeit in technischen Systemen einschränken. Außerdem sind für viele Anwendungen extrem große Dehnungen nicht zielführend und notwendig.

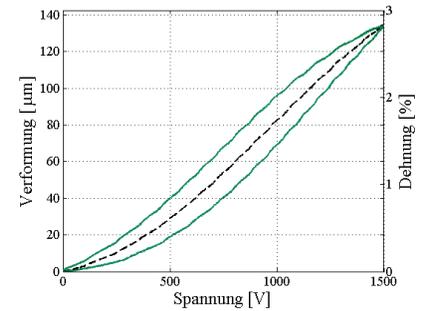
### Innovatives Elektrodendesign

In dieser am Fraunhofer LBF entwickelten Lösung werden dünne, metallische Elektroden eingesetzt, die eine feine Perforation aufweisen. Dadurch kann das Elastomer bei





4 Simulationsmodell eines Detailausschnittes eines Elastomeraktors.



5 aktorische Kennlinie des Funktionsdemonstrators bei 3N Vorlast.

anliegendem elektrischem Feld lokal in diese Löcher entweichen. Auf diese Weise ist eine makroskopische Kompressibilität des Aufbaus gewährleistet – die Aktorfläche bleibt bei Aktivierung konstant. Das Deformationsvermögen liegt bei diesem Designansatz immer noch um über eine Größenordnung über dem von Piezoaktoren. Durch die gute elektrische Leitfähigkeit der Elektroden können resistive Verluste weitgehend minimiert und der Aktor dadurch bei höheren Frequenzen betrieben werden. Damit werden die Aktoren besonders für Anwendungen in der aktiven Schwingungsreduktion interessant. Da die Elektroden dehnstarr sind, ist zudem eine mechanische Anbindung an die umgebende Struktur ohne Leistungsverlust auch bei geringer Bauhöhe möglich. Die frei wählbare Lochgeometrie bestimmt die Aktorkennlinie und kann entsprechend den Anforderungen angepasst und optimiert werden. Dadurch kann der Konstrukteur maßgeschneiderte Lösungen für seine Problemstellung entwickeln.

### Vielfältige Anwendungsmöglichkeiten

Ein solcher Wandler lässt sich prinzipiell nicht nur als Aktor nutzen, sondern auch als adaptive Steifigkeit, als Sensor und als Generatorelement. Aufgrund der Zunahme der anliegenden Flächen bei mechanischem Druck kommt es zu einer Steifigkeitszunahme, die beispielsweise zur Verstellung eines adaptiven Tilgers einsetzbar ist, aber auch eine deutliche Zunahme der Kapazität, die sensorisch und auch generatorisch genutzt werden kann. Damit sind insbesondere Anwendungen im Bereich Energy-Harvesting mit kleinen Amplituden möglich. Darüber hinaus sind haptische und akustische Applikationen denkbar und wurden bereits exemplarisch umgesetzt.

### Funktionsdemonstrator

Der ausgestellte Funktionsdemonstrator verdeutlicht das grundsätzliche Wirkprinzip. Er besteht aus 44 aktiven Schichten mit je

110 µm Schichtdicke und einer Grundfläche von 60x60mm<sup>2</sup>. Die 30 µm dünnen Elektroden wurden elektrogalvanisch hergestellt und weisen jeweils über 280.000 Löcher mit einem Durchmesser von 90 µm auf. Als Elastomermaterial wurde industriell aufbereiteter Naturkautschuk verwendet, der besonders günstig verfügbar und ökologisch unbedenklich ist. Mit Ansteuerspannungen über 1 kV sind Dehnungen weit über 1% und aktorische Kräfte über 10 N möglich. Eine Reduktion der Schichtdicke und eine Verbesserung der Materialeigenschaften lässt eine weitere Performancesteigerung erwarten. In ersten Langzeitversuchen mit 10<sup>8</sup> Schwingungszyklen erwies sich der Funktionsdemonstrator als zeitstabil. Weitergehende Untersuchungen zur Zuverlässigkeit und Lebensdauer dieser Aktoren werden derzeit durchgeführt.

#### Herausgeber:

Fraunhofer-Allianz Adaptronik  
Postfach 10 05 61  
64205 Darmstadt  
Tel: +49 6151 705-236  
Fax: +49 6151 705-214  
info@adaptronik.fraunhofer.de  
www.adaptronik.fraunhofer.de

#### Geschäftsführer:

Heiko Atzrodt

#### Allianzsprecher:

Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz

 **Fraunhofer**  
ADAPTRONIK