**Elastisches Polymer mit Piezo-Effekt**

**Ein Kraftwerk aus Gummi**

Forschende der Empa haben ein elastisches Material entwickelt, das bei Verformung Strom erzeugt. In Zukunft könnte es als Sensor zum Einsatz kommen, in Kleidung eingebunden oder gar in den menschlichen Körper implantiert werden, um etwa Herzschrittmacher mit Strom zu versorgen.

TEXT: Celine Elber / BILDER: Empa, Wikipedia

Elastisch, organisch, dünn – alles Eigenschaften, die man weder einem Kraftwerk noch einem Sensor zuschreiben würde. Doch das neue Material, das Forschende der Empa entwickelt haben, ist genau das: ein dünner, organischer, elastischer Film, der Strom produziert, wenn er auseinandergezogen oder zusammengepresst wird. Dieser Film, eine Art Gummi, könnte in Schaltknöpfe, Kleidung, Roboter oder sogar Menschen eingebaut werden und Aktivitäten überwachen, Berührungen aufzeichnen oder bei Verformung Strom generieren, etwa um implantierte Geräte wie Herzschrittmacher zu betreiben.

Aus Bewegung wird Strom

Die Fähigkeit, mechanische Bewegungen in elektrische Ladung umzuwandeln, verdankt der Gummi dem piezoelektrischen Effekt. Der Trick dahinter ist einfach: Bei piezoelektrischen Materialien überlagern sich die Ladungsschwerpunkte der positiven und der negativen Ladungsträger, die Ladungen gleichen sich also aus, und das Material ist nach aussen hin elektrisch neutral. Durch Druck oder Zug wird die innere Struktur des Materials deformiert, die Ladungsschwerpunkte verschieben sich in unterschiedliche Richtung. Zwischen dem Schwerpunkt der positiven und dem der negativen Ladung entsteht daher eine elektrische Spannung.

Dieser Effekt wird zum Beispiel bei Tonabnehmern von Analog-Plattenspielern genutzt. Die Nadel wird durch die Rillen in der Platte so gelenkt, dass sie mechanische Schwingungen erzeugt. In einem piezoelektrischen Kristall werden diese Schwingungen in elektrische Impulse umgewandelt, die wiederum verstärkt und in Schallschwingen umgewandelt werden können.

Lange Zeit war der piezoelektrische Effekt nur von Kristallen bekannt. Da sie schwer und starr sind, konnte der Effekt nur in bestimmten Anwendungen genutzt werden. Doch der Empa-Forscherin Dorina Opris und ihren Kollegen gelang es nun, Elastomere mit piezoelektrischen Eigenschaften zu versehen. Einfach in der Herstellung ist das neue Material indes nicht. Der Gummi ist ein Verbundstoff aus polaren Nanopartikeln und einem Elastomer, im Prototyp Silikon. Yee Song Ko, Doktorand an der Empa, muss zuerst beide Stoffe in die gewünschte Form bringen und sie anschliessend miteinander vernetzen. Es entsteht ein dünner, elastischer Film, in dem die polaren Reste der Nanopartikel noch zufällig orientiert sind. Um ein piezoelektrisches Material zu erhalten, muss Song Ko die polaren Reste richtig orientieren; sie werden durch ein starkes elektrisches Feld gepolt. Gleichzeitig wird der Film erhitzt, bis die Glasübergangs-
temperatur der Nanopartikel überschritten wird und von einem festen, glasartigen Zustand in einen gummiartigen, zähflüssigen Zustand übergehen. Unter diesen Bedingungen orientierten sich die polaren Reste an dem elektrischen Feld. Die erreichte Orientierung wird schliesslich durch Abkühlen des Materials eingefroren.

Den Körper zum Kraftwerk machen

Die Anwendungsmöglichkeiten für die neuartige Gummifolie sind vielfältig. Daraus könnten zum Beispiel Drucksensoren gebaut werden. Wird das Material zusammengedrückt, entsteht ein elektrischer Impuls, der von Geräten empfangen und interpretiert werden kann. So könnten nicht nur Schaltknöpfe konzipiert werden, sondern auch eine sensible Haut für Roboter, die (Druck-)Berührungen fühlt. Ausserdem könnte die Folie in Kleidung nützlich sein, um entweder die Aktivitäten des Trägers zu überwachen oder aus dessen Bewegung Strom zu generieren. «Wahrscheinlich könnte man dieses Material sogar nutzen, um Energie aus dem menschlichen Körper zu gewinnen. Man könnte es zum Beispiel in der Nähe des Herzens implantieren und aus den Herzschlägen Strom erzeugen», meint Dorina Opris. Damit könnten Herzschrittmacher oder andere implantierte Geräte angetrieben werden, operative Eingriffe für einen Batteriewechsel wären dann nicht mehr
nötig. //

Infoböxli:
Piezoelektrischer Effekt

Der Piezoeffekt bei Kristallen wurde im Jahr 1880 von den Brüdern Jacques und Pierre Curie entdeckt. Bei Versuchen mit Turmalinkristallen fanden sie heraus, dass bei mechanischer Verformung auf der Kristalloberfläche elektrische Ladungen entstehen. Grund dafür sind Dipole in der Kristallstruktur, die durch die Verformung entstehen. Die ersten Anwendungen waren piezoelektrische Ultraschallwandler und Schwingquarze für die Frequenzstabilisierung. Daraus entstand 1928 in den Bell Laboratories in den USA die erste Quarzuhr. Industriell hergestellte Piezo-Keramiken bestehen oft aus Blei-Zirkonat-Titanat (PZT), siehe Grafik.