Link-Ebene Physik

Lehrplananbindung: 11.1 Statisches elektrisches Feld – Anwendung in Natur und Technik

Piezoelektrischer Effekt

Bei manchen Kristallen (wie z. B. Quarz) verschieben sich durch eine gerichtete, äußere mechanische Verformung die Ladungsschwerpunkte in den Elementarzellen des Kristallgitters. Nebenstehende Abbildung zeigt schematisch den Effekt. Die Summe der in allen Elementarzellen entstehenden Spannungen führt zu einer messbaren Gesamtspannung U. Diesen Effekt nennt man den **Piezoelektrischen Effekt**. Er findet z. B. bei der Erzeugung eines Zündfunkens in manchen Feuerzeugen Verwendung.

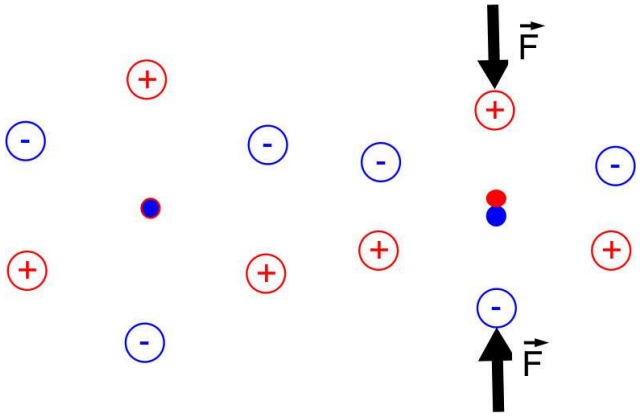

Abb: Stark vereinfachte schematische Darstellung der Ladungsschwerpunkte (blauer und roter Punkt) in einem Piezokristall ohne gerichtete Krafteinwirkung (links) und mit gerichteter Krafteinwirkung (rechts).

Legt man umgekehrt eine Spannung an ein piezoelektrisches Element an, dann führt dies zu einer Verformung des Materials (reziproker piezoelektrischer Effekt). Damit lassen sich höchst präzise Steuerungsmechanismen konstruieren, wie z.B. beim Raster-Tunnel-Mikroskop, bei dem eine feine Spitze in atomaren Abstand über eine Probe gefahren wird. Dabei misst man den Elektronenstrom, der von den Elektronen hervorgerufen wird, die vom Material auf die Nadel des Mikroskops tunneln. Piezokristalle sind auch oftmals in elektrischen Pulsmessern integriert.

Versuch:

Pulsmessung mit Hilfe eines selbst gebauten Erschütterungssensors:

Ein in einem Elektrofachgeschäft für wenige Cent erhältliches piezoelektrisches Element wird auf einen Tisch geklebt. Klopft man auf den Tisch, so führt die Erschütterung zu einer geringfügigen Verformung es Elements. Die dadurch entstehende Spannung wird mit einem Speicheroszilloskop aufgezeichnet und sichtbar gemacht. Alternativ kann man das Element auch auf einem Lautsprecher montieren.

Die Beschreibung eines ähnlichen Versuches findet sich in der Handreichung „Technik erleben“. Hier wird ein piezoelektrisches Element zur Pulsaufzeichnung verwendet.

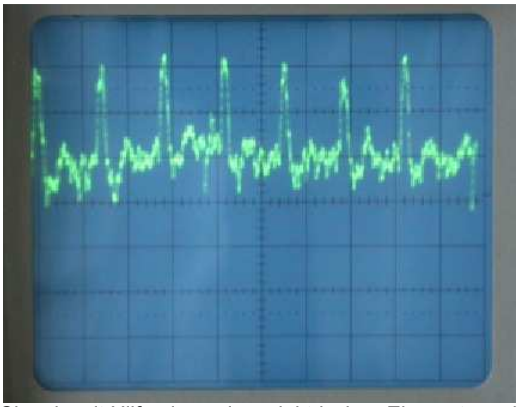

Abb: Messung eines periodischen Signals mit Hilfe eines piezoelektrischen Elements und eines Oszilloskops (Quelle: Handreichung „Technik erleben“)

Weitere Fragestellungen:

a) Erläutern Sie ihrem Banknachbarn die Funktionsweise eines piezoelektrischen Elements.
b) Begründen Sie, warum der piezoelektrische Effekt nur in Nichtleitern auftreten kann.
c) Recherchieren Sie im Internet, wie ein Rastertunnelmikroskop prinzipiell funktioniert und inwiefern der Einsatz von piezoelektrischen Elementen notwendig wird. Erstellen Sie dazu ein einseitiges Informationsblatt.