

Im Aufnehmergehäuse ist ein piezoelektrisches Material befestigt. Bild 1 erläutert das Wirkprinzip anhand einer Kompressionsscheibe. Diese ähnelt einem Keramik Kondensator mit zwei sich gegenüberliegenden Elektroden. Eine senkrecht zur Elektrodenfläche einwirkende Kraft bewirkt eine Ladungsverschiebung in der Keramik und kann als Spannung an den Elektroden abgenommen werden.

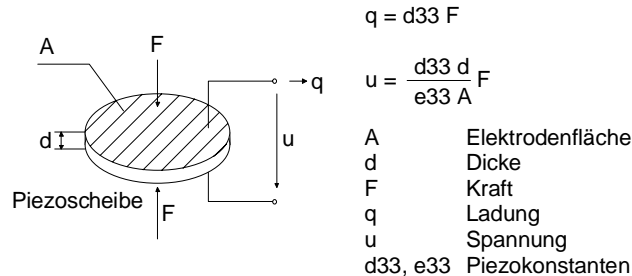


Bild 1: Piezoelektrischer Effekt, Grundberechnungen

Ein piezoelektrischer Beschleunigungssensor besteht aus zwei Grundbestandteilen:

- Piezoelektrisches Material
- Seismische Masse

Die eine Seite der Piezoscheibe ist mit der sogenannten seismischen Masse verbunden, die andere mit einem starren Träger. Wenn diese Kombination in mechanische Schwingung versetzt wird, wirkt über die seismische (träge) Masse eine Kraft auf die Piezoscheibe. Nach dem Newtonschen Gesetz ist die entstehende Kraft das Produkt aus Beschleunigung und Masse. Durch den piezoelektrischen Effekt entsteht an den Elektroden eine Ladung, die proportional zur Kraft und damit auch zur Beschleunigung ist (vgl. Bild 2).

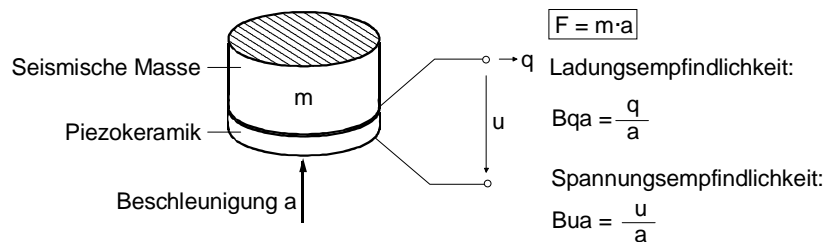


Bild 2: Wirkprinzip eines piezoelektrischen Beschleunigungsaufnehmers

Das Piezoelement ist mit der Sensorbuchse über ein Drähtchen verbunden. Viele Beschleunigungsaufnehmer sind auch mit einem integrierten Impedanzwandler nach ICP[®]-Standard bestückt, womit die sehr hohe Impedanz der Piezokeramik in eine niedrigere umgesetzt wird.

Über einen breiten Frequenzbereich folgen der Sensorboden und die seismische Masse der gleichen Bewegung, wodurch der Sensor korrekt die Beschleunigung misst. Ein piezoelektrischer Beschleunigungsaufnehmer kann als mechanischer Tiefpass mit Resonanzspitze betrachtet werden. Die seismische Masse bildet mit der Piezokeramik und anderen „nachgiebigen“ Teilen ein Feder-Masse-System. Dieses weist ein typisches Tiefpassverhalten mit linearem Frequenzbereich und Resonanzüberhöhung auf. Dadurch wird die obere Grenzfrequenz bestimmt. Um eine höhere Grenzfrequenz zu erhalten, muss die Resonanz nach oben verschoben werden, was durch Verringerung der seismischen Masse geschieht. Je geringer die seismische Masse jedoch wird, desto geringer ist auch die Empfindlichkeit des Sensors. Das hat zur Folge, dass Beschleunigungsaufnehmer mit hoher Grenzfrequenz nur geringe Empfindlichkeiten besitzen (abgesehen von Sensoren mit interner Verstärkung). Andererseits haben hochempfindliche, seismische Sensoren immer eine relativ geringe obere Grenzfrequenz.

Bild 3 zeigt das typische Frequenzverhalten eines Beschleunigungsaufnehmers bei Anregung mit konstanter Beschleunigung.

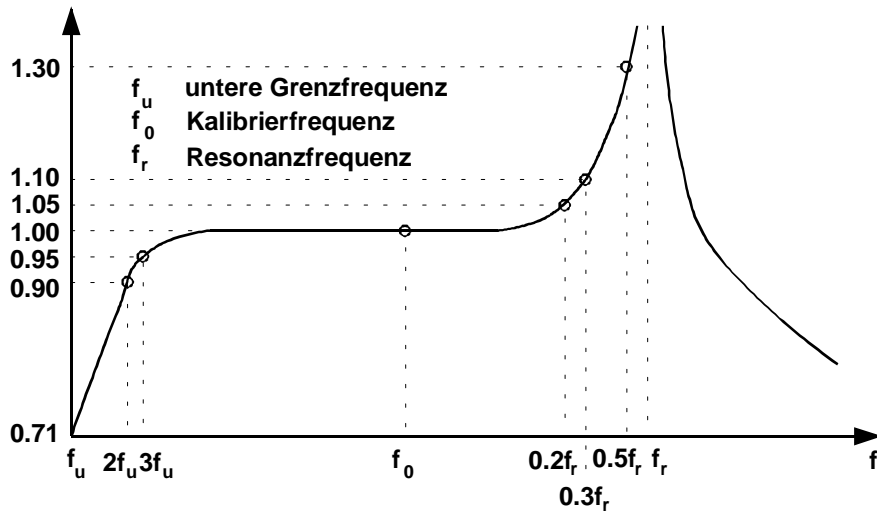


Bild 3: Frequenzgang eines Beschleunigungsaufnehmers

Aus obigem Diagramm lassen sich folgende charakteristische Frequenzgrenzen ablesen:

- Bei etwa $1/5$ der Resonanzfrequenz steigt die Empfindlichkeit auf das 1,05-fache. Der Messfehler gegenüber der Kalibrierfrequenz wird ca. 5 %.
- Bei etwa $1/3$ der Resonanzfrequenz wird der Fehler ca. 10 %. Diese Grenze wird oft als linearer Bereich charakterisiert.
- Die 3 dB-Grenzfrequenz, die mit ca. 30 % Messfehler identisch ist, liegt bei der Hälfte der Resonanzfrequenz.

Diese Angaben stellen typische Werte dar und können je nach Aufnehmertyp variieren.

Die untere Grenzfrequenz wird hauptsächlich vom angeschlossenen Messverstärker bestimmt. Bei vielen Geräten ist sie wählbar. Bei Verwendung von Spannungsverstärkern wird sie von der RC-Zeitkonstante bestimmt, die sich aus dem Verstärker-Eingangswiderstand, sowie den Kapazitäten von Sensor, Kabel und Verstärkereingang bildet.