

Schwingquarze Oszillatoren

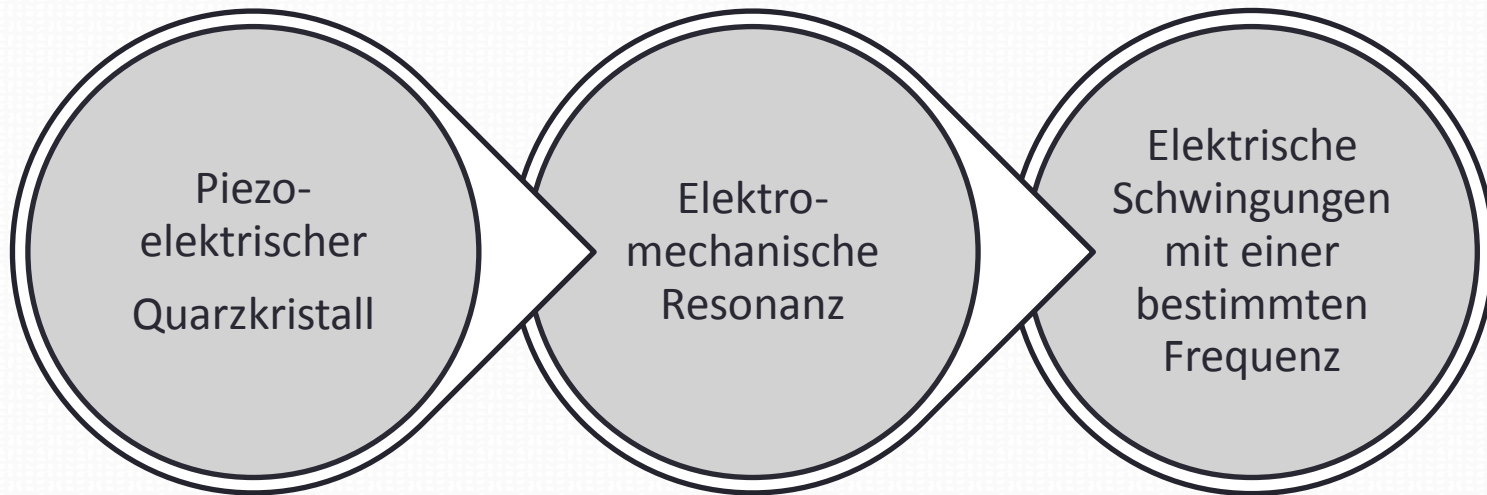
Gabriela Manu

15.05.2014

Gliederung

- Überblick
- Piezoelektrizität
- Materialien
- Resonanzschwingung
- Eigenschaften & Schwingungsformen
- Elektrisches Verhalten
- Uhrenquarz
- Quarzoszillator
- Quellenangabe

Schwingquarze

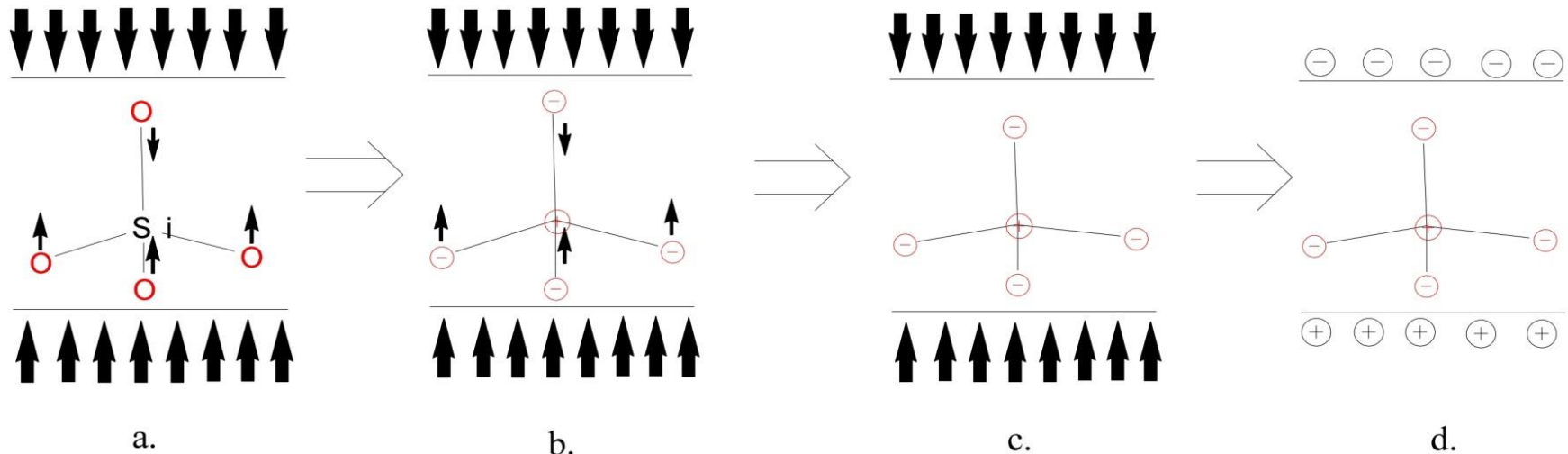


Piezoelektrizität

Mechanischer Druck auf Kristall

Elektrisches Potential

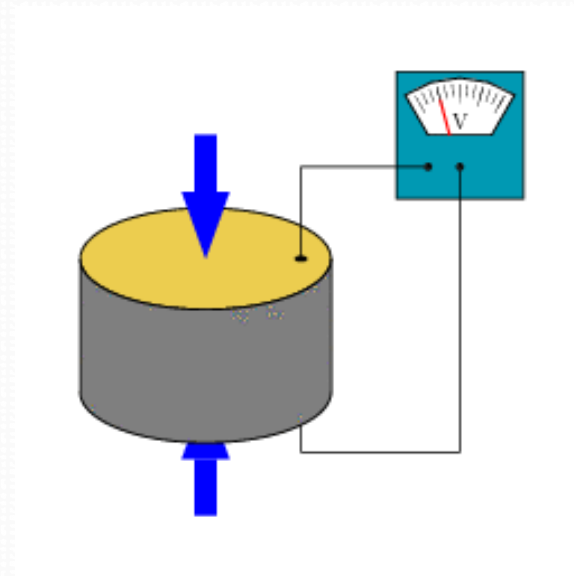
- Ionen verschieben sich
- eine Verschiebung der Ladungsschwerpunkte folgt \longrightarrow Polarisation
- Effekte verstärken sich, da die kristalline Struktur regelmäßig ist \longrightarrow elektrische Potentialdifferenz zwischen den einzelnen Flächen des Kristalls



Piezelektrizität

Kristallverformung ← Elektrisches Feld an Flächen

- Ionen verschieben sich und damit verformt sich das gesamte Kristall
- Wechselspannung mit Frequenz = Resonanzfrequenz des Schwingquarzes →
Schwingung des Quarzes



Materialien

- Entdeckt von den Brüdern Jacques und Pierre Curie im Jahre 1880 bei Quarz und Rochellesalz (Seignette-Salz)

Piezokristallen {

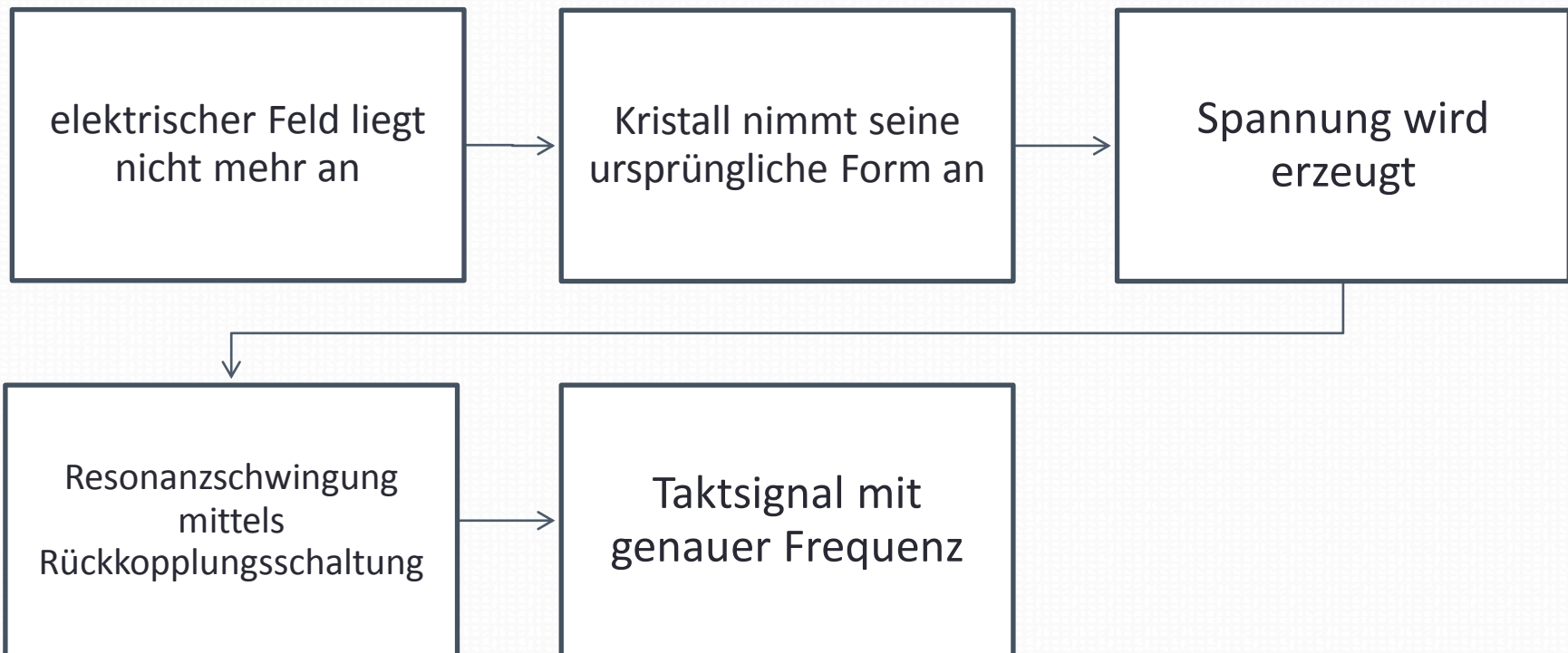
- Quarz-Siliziumoxid SiO_2 : stabile, trigonale Kristallstruktur α -Quarz
- Galliumorthophosphat GaPO_4
- Lithiumniobat LiNbO_3

Piezokeramiken
(Aktoren) {

- Bariumtitanat BaTiO_3
- Blei-Zirkonat-Titanate (PZT)

Quarzkristall → Schwingquarz: Scheibe/quaderförmiges Plättchen wird herausgeschnitten

Spannung am Quarz → Verformung des Kristalls



Resonanzschwingung

Reihenresonanz

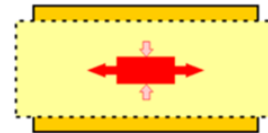
- Scheinbarer Widerstand für Wechselstrom sehr gering
- Verhalten wie Reihenschaltung aus einer Spule und einem Kondensator

Parallelresonanz

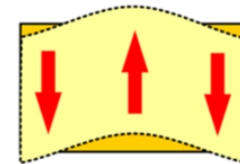
- Scheinbarer Widerstand besonders groß
- Verhalten wie Parallelschaltung von Kondensator und Spule
- Parallelresonanz etwa 0,1 % höher als Serienresonanz

Eigenschaften & Schwingungsformen

- geringe Dämpfung
- geringe Temperaturabhängigkeit
- gute mechanische und dynamische Stabilität



Längen- oder
Dehnungsschwinger



Biegeschwinger



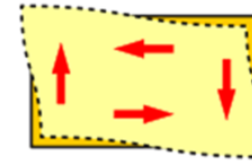
Dickenschwinger
(Grundwelle)



Stimmgabelschwinger



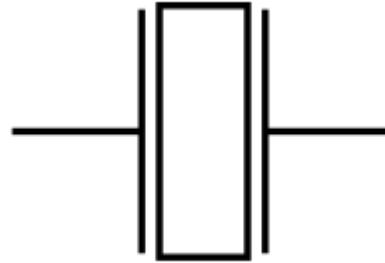
Dickenschwinger
(dritte Oberwelle)



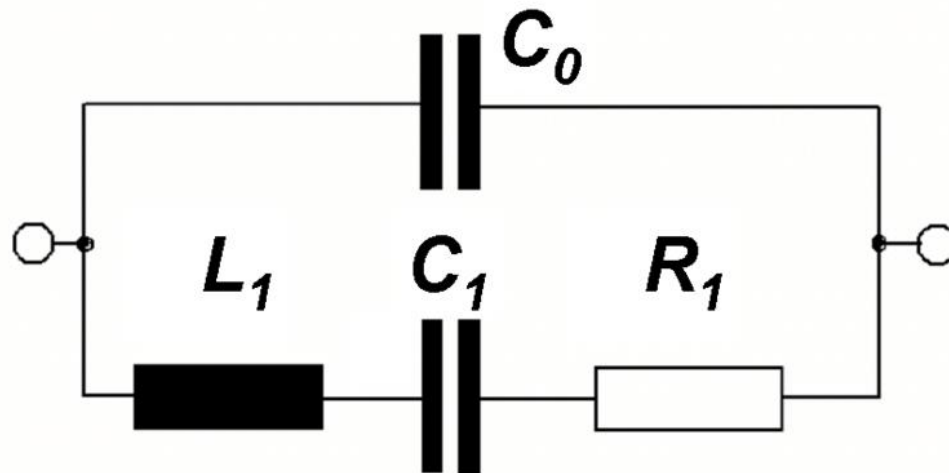
Flächenschwinger

Elektrisches Verhalten

Schaltsymbol eines
Schwingquarzes:



Elektrische Schaltung:
(vereinfacht)

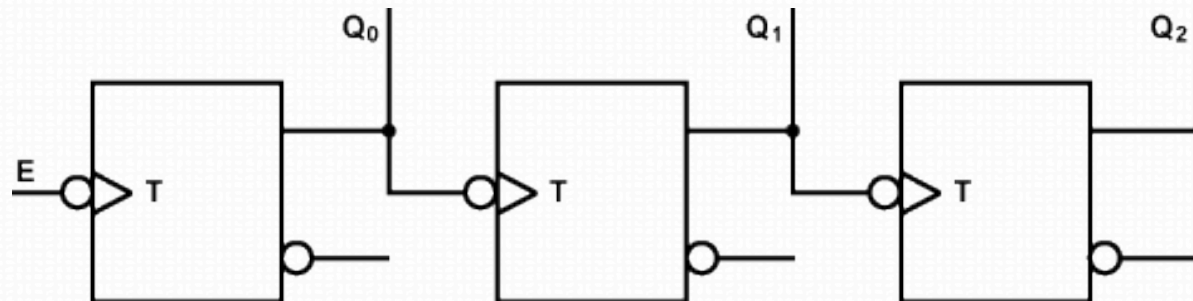


Anwendungsbeispiele

- Taktgeber in Computern & Mikrocontrollern
- Frequenzzählern
- digitale Signalgeneratoren
- Sendeanlagen
- Quarzuhren
- Filtern
- Temperatursensoren

Uhrenquarz

- besonderer Schwingquarz – Taktgeber für Quarzuhren
- Form: Stimmgabel
- niedrige Grundfrequenz: $32.768 \text{ Hz} = 2^{15} \text{ Hz}$, da:
 - weniger Stromverbrauch
 - einfache Teilbarkeit für Sekundentakt: mit Reihenschaltung von 15 T-FlipFlops erhält man die Frequenz von 1 Hz → Ansteuerung des Lavet-Schrittmotors
- Genauigkeit: $32.768 \text{ Hz} \pm 0.06 \text{ Hz}$



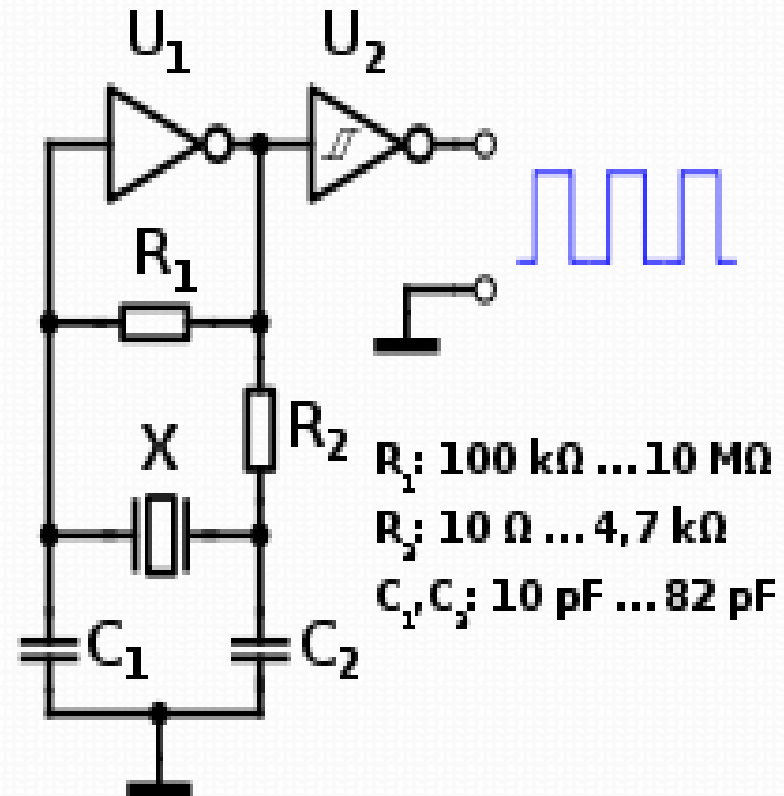
Quarzoszillator

- elektronische Schaltung zum Erzeugen von Schwingungen
- verwendet einen Schwingquarz für die Bestimmung der Frequenz
- benötigt eine Betriebsspannung und liefert eine Recheckspannung (Taktsignal) mit sehr genauer Frequenz



Pierce-Schaltung

- beliebte Form des Quarzoszillators
- Quarz schwingt in Parallelresonanz
- U_2 : Verstärkerstufe & Impulsformung
- das Rechtecksignal am Ausgang kann direkt weiter als Taktsignal für digitale Schaltungen verwendet werden



Quellen:

- <http://de.wikipedia.org/wiki/Piezoelektrizitat>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Quarzoszillator>
- <http://www.thch.uni-bonn.de/pctc/bargon/sensorik/Piezoelektrizitaet.html>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Uhrenquarz>
- <http://piezo.de>
- <http://elektroniktutor.de/grundlagen/piezo.html>
- <http://elektroniktutor.de/signalkunde/quarzosz.html>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Schwingquarz>
- <http://www.rn-wissen.de/index.php/Quarzoszillator>

Bildquellen:

- <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Quarz-Schwingungsmodi-2.png>
- <http://cdn.pollin.de/article/big/G230069.JPG>
- <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cb/Crystal-oscillator-IEC-Symbol.svg>
- [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6e/Integrierter_Quarzoszillator_\(smial\).jpg/220px-Integrierter_Quarzoszillator_\(smial\).jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6e/Integrierter_Quarzoszillator_(smial).jpg/220px-Integrierter_Quarzoszillator_(smial).jpg)

Fragen? 😊