

# Oszillator

Fragen TD601 bis TD615



Deutscher Amateur-Radio-Club e.V.  
Bundesverband für Amateurfunk in Deutschland

Henrik Meierkord – DL3YHM



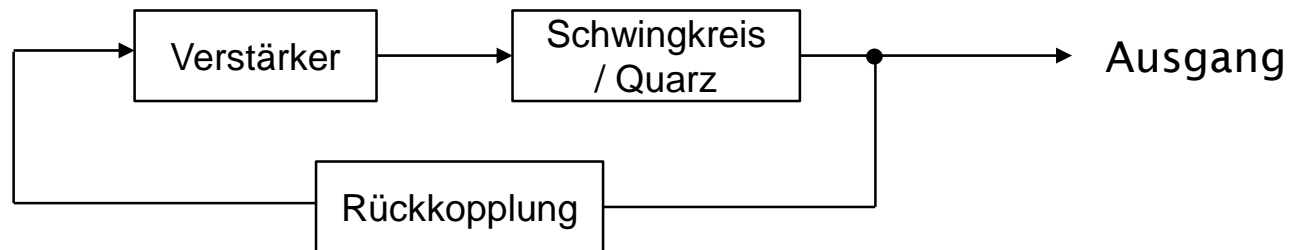
# Was ist ein Oszillator?

Oszillieren bedeutet nichts anderes als Schwingen. Ein Oszillator ist also im Prinzip ein Schwingkreis, dessen Dämpfung kompensiert wird. Er schwingt also dauerhaft mit derselben Frequenz und Amplitude.

Es existieren verschiedene Arten von Oszillatoren:

- Mit L-C Schwingkreis als Meißner, Hartley oder Colpitts Oszillator
- Phasenschieber-Oszillatoren
- Quarzoszillatoren
- ....

Generell besteht ein Oszillator aus Verstärker, einem schwingfähigem Element (Schwingkreis, Quarz, o.Ä.) und einer Rückkopplung.



Damit er ständig schwingt darf die Verstärkung nicht kleiner als 1 und die Phase in der Rückkopplung muss  $0^\circ$  sein.

# Was ist ein Oszillator?

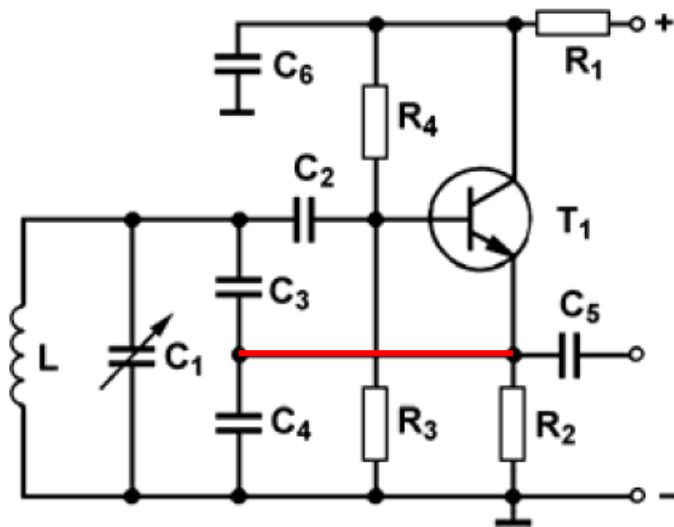
Häufig wird auch der Begriff „VCO“ verwendet. Dies ist ein „Voltage Controlled Oscillator“.

Dies soll andeuten das die Frequenz des Oszillators mittels einer Steuerspannung variiert werden kann.

Schaltbilder von Oszillatoren können häufig mit denen von Verstärkern verwechselt werden. Der Unterschied zu den Verstärkern besteht darin das in der Schaltung der Rückkopplungszweig „versteckt“ ist.

Im Folgenden ein paar Beispiele.

# Aufbau von LC-Oszillatoren

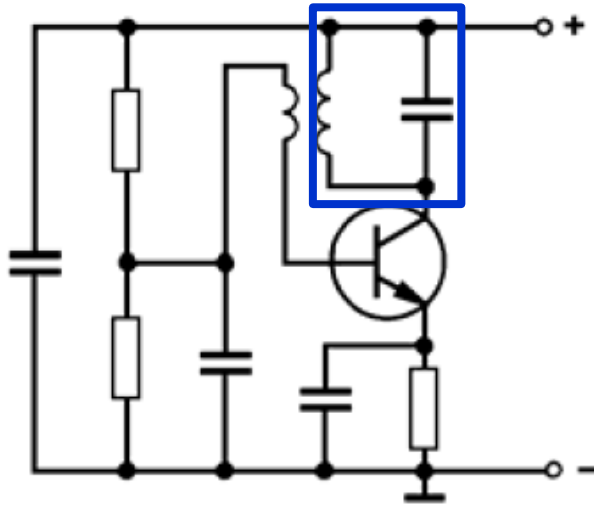


Auf den ersten Blick sieht es aus wie ein Verstärker mit einem Schwingkreis (L und C1) an der Basis des Transistors. Der Verstärker wird in Kollektorschaltung betrieben, jedoch wird das Ausgangssignal über die rote Verbindung und C3 und C4 zurückgekoppelt und wieder auf den Schwingkreis gegeben.

Wird das Rückgekoppelte Signal über den gemeinsamen Anschluss zweier Kondensatoren im Schwingkreis zurückgekoppelt spricht man von einer **kapazitiven Dreipunktschaltung**. Oder nach dem Erfinder von einer **Colpitts-Schaltung**.

Wird statt der Kondensatoren C3 und C4 das rückgekoppelte Signal auf die Mittenanzapfung der Spule geführt, so spricht man analog von einer **induktiven Dreipunktschaltung**. Die NF wird dann über einen Koppelkondensator (C5) ausgekoppelt.

# Aufbau von LC-Oszillatoren



Bei dieser Schaltung befindet sich der Schwingkreis in der Kollektorleitung des Transistors (blauer Kasten).

Die Rückkopplung wird hier induktiv realisiert durch die zweite Spule in der Nähe des Schwingkreises.

Hier handelt es sich um einen **induktiv rückgekoppelten Oszillator in Emitterschaltung**.

Häufig auch unter dem Namen seines Erfinders bekannt, der **Meißner-Oszillator**.

# LC Oszillatoren – Temperaturverhalten

Ein LC-Oszillator kann über Temperatur seine Resonanzfrequenz deutlich verändern. Um abzuschätzen ob die Frequenz sich erhöht oder erniedrigt, hilft ein Blick auf die Schwingungsformel:

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{1}{L \cdot C}}$$

Die frequenzbestimmenden Bauteile L und C stehen im Nenner der Formel, d.h. wird einer dieser Werte kleiner, erhöht sich die Frequenz.

Andersherum wird einer dieser Werte aufgrund der Temperatur-(oder Werte) Änderung größer, wird die Frequenz kleiner.

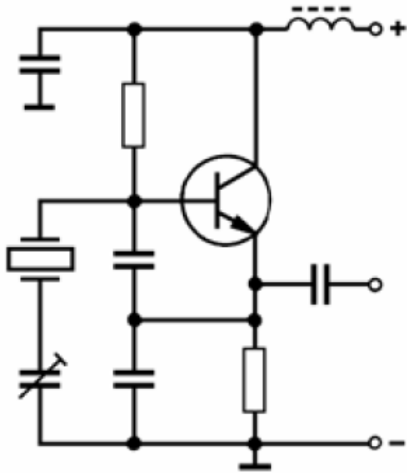
# Aufbau von Quarz-Oszillatoren – Schwingverhalten von Quarzen

In vielen Oszillatoren werden als frequenzbestimmende Bauteile Quarze eingesetzt. Diese weisen eine viel bessere Frequenz- und Temperaturstabilität gegenüber LC-Oszillatoren auf.

Ein Quarz verformt sich leicht durch Anlegen einer elektrischen Spannung. Diese Verformung hat wiederum Einfluss auf die angelegte Spannung. Wird der Quarz durch die richtige Wechselspannung angesteuert, so gerät er mechanisch in Schwingung. Stimmen die Frequenz der mechanischen Schwingung und der elektrischen Wechselspannung überein, so schwingt der Quarz auf seiner Resonanzfrequenz.

Ein Quarz ist jedoch fähig auch auf seinen Obertonfrequenzen zu schwingen. D.h. ein Quarz für 10MHz kann auch bei 20, oder 30 MHz betrieben werden.

# Aufbau von Quarz-Oszillatoren



Häufig wird anstatt des LC-Schwingkreises auch ein Schwingquarz verwendet. Diese ersetzen quasi die Spule in einem LC- Schwingkreis.

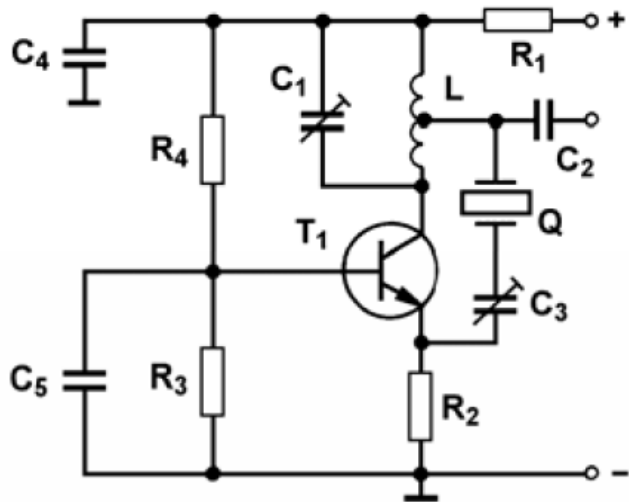
Die Rückkopplung hier ist wieder mit einer kapazitiven Dreipunktschaltung realisiert. Der Verstärker arbeitet in Kollektorschaltung.

Der Quarz schwingt dabei in seiner Grundfrequenz !

Die Resonanzfrequenz eines Quarzes kann durch parallelschalten einer selbst kleinen Kapazität schon verändert werden. Möchte man bei so einer Schaltung die Frequenz mit einem Tastkopf messen, so sollte dies immer am Ausgang der Schaltung (nach dem Koppelkondensator) geschehen.



# Aufbau von Quarz-Oszillatoren



Hier liegt die Basis des Transistors über C<sub>5</sub> auf Masse (hochfrequenztechnisch gesehen). Es handelt sich hier also um eine Basisschaltung.

Der Schwingkreis aus L und C<sub>1</sub> muss auf die Frequenz des Quarzes abgestimmt sein. Da Quarze auch mit ihrem Vielfachen ihrer Grundfrequenz schwingen können dient dieser quasi als Filter für die Quarzfrequenz.

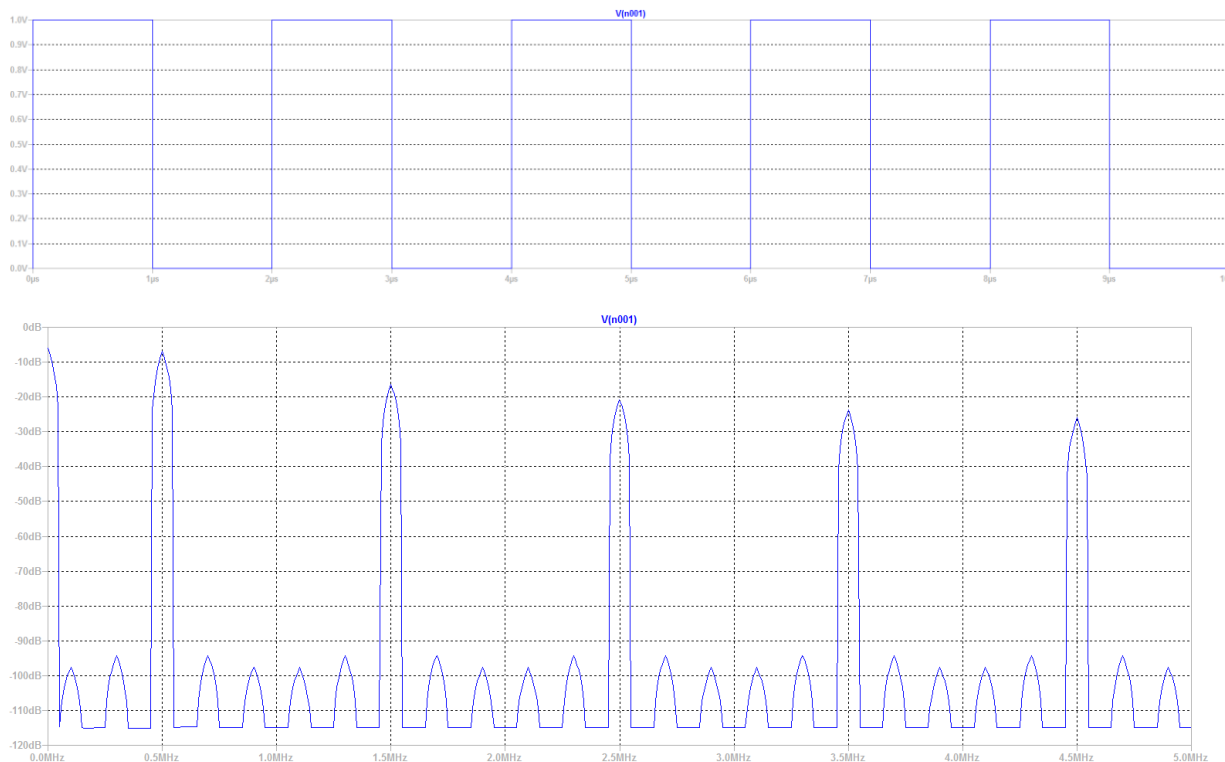
Die Rückkopplung erfolgt kapazitiv über C<sub>3</sub>.

Gleicht man den Schwingkreis auf eine Obertonfrequenz des Quarzes ab, so kann die Schaltung auch auf den Obertönen des Quarzes schwingen.

# Aufbau von Quarz-Oszillatoren – Schwingverhalten von Quarzen

Anwendung finden Quarzoszillatoren in sogenannten Markengebern. Diese setzen im Spektrum eine „Marke“ abhängig von Ihrer Grundfrequenz. Z.B. sind bei einem 10MHz Markengeber, alle 10MHz eine Spitze im Spektrum sichtbar.

Damit der Abstand möglichst konstant ist, wird ein sehr stabiler Oszillator benötigt. Dieses Verhalten besitzt ein Quarzoszillator.



Bildquelle: Henrik Meierkord – DL3YHM

# BFO Oszillator

Ein BFO (Beat-Frequency-Oscillator) oder „Schwebungssummer“ erzeugt aus zwei eng benachbarten Frequenzen die Differenz- und die Summenfrequenz.

Beispiel:

$$f_1 = 14\text{MHz} \quad f_2 = 14,50\text{MHz}$$

$$f_{\text{diff}} = 14,5\text{MHz} - 14\text{MHz} = 500\text{kHz}$$

$$f_{\text{sum}} = 14\text{MHz} + 14,5\text{MHz} = 28,5\text{MHz}$$

Dieser BFO wird häufig beim CW oder SSB Empfang verwendet. Beim CW Empfang wird häufig eine sich ergebende Differenzfrequenz von ca. 800Hz verwendet.

# Oszillator Spannungsversorgung

Damit ein Oszillator stabil schwingt ist eine **stabile Spannungsversorgung** unerlässlich. Ansonsten kommt es zu sogenannten „Chirps“. D.h. während des Sendens bricht die Spannungsversorgung zusammen und die Frequenz des Oszillators ändert sich. Das hört man dann im Empfangssignal deutlich.

Die Spannungsversorgung eines Oszillators sollte mit einem separaten linearem Spannungsregler erfolgen, oder entsprechend mit Filterkondensatoren entkoppelt werden.

Manchmal wird auch eine Z-Diode zur Spannungsstabilisierung eingesetzt! Ebenso sollte die Spannungsversorgung temperaturstabil realisiert, bzw. platziert werden.

Zudem sollte ein Oszillator auch gut geschirmt werden. Zum einen um unerwünschte Aussendungen zu unterdrücken, als auch ihn gegen eingestrahlte Störungen immun zu machen.

# Oszillator Stabilität

Unabdingbar ist natürlich auch eine **mechanische Stabilität des Oszillators**. Eine Spule mit geringem Drahtdurchmesser ist mehr anfällig für mechanische Deformierung als eine mit einem dickem Drahtdurchmesser.

Zudem sollte nach einem Oszillator **immer eine Pufferstufe nachgeschaltet** werden. Diese verhindert, dass der Oszillator durch die angeschlossene Last in irgendeiner Form belastet, bzw. verstimmt wird.

Ebenso muss der Oszillator **fern von irgendwelchen Wärmequellen** platziert werden, damit dort eine möglichst konstante Temperatur gewährleistet wird.

**Initiales Autorenteam:**

Henrik Meierkord - DL3YHM

Michael Funke - DL4EAX

Willi Kiesow - DG2EAF



**Änderungen durch:**

**Sie dürfen:**

**Teilen:** Das Material in jedwedem Format oder Medium vervielfältigen und weiterverbreiten.

**Bearbeiten:** Das Material verändern und darauf aufbauen.

**Unter folgenden Bedingungen:**

**Namensnennung:** Sie müssen angemessene Urheber- und Rechteangaben machen, einen Link zur Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden. Diese Angaben dürfen in jeder angemessenen Art und Weise gemacht werden, allerdings nicht so, dass der Eindruck entsteht, der Lizenzgeber unterstütze gerade Sie oder Ihre Nutzung besonders.

**Nicht kommerziell:** Sie dürfen das Material nicht für kommerzielle Zwecke nutzen.

**Weitergabe unter gleichen Bedingungen:** Wenn Sie das Material verändern oder anderweitig direkt darauf aufbauen, dürfen Sie Ihre Beiträge nur unter derselben Lizenz wie das Original verbreiten.

Der Lizenzgeber kann diese Freiheiten nicht widerrufen solange Sie sich an die Lizenzbedingungen halten.

**Details:** <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/>