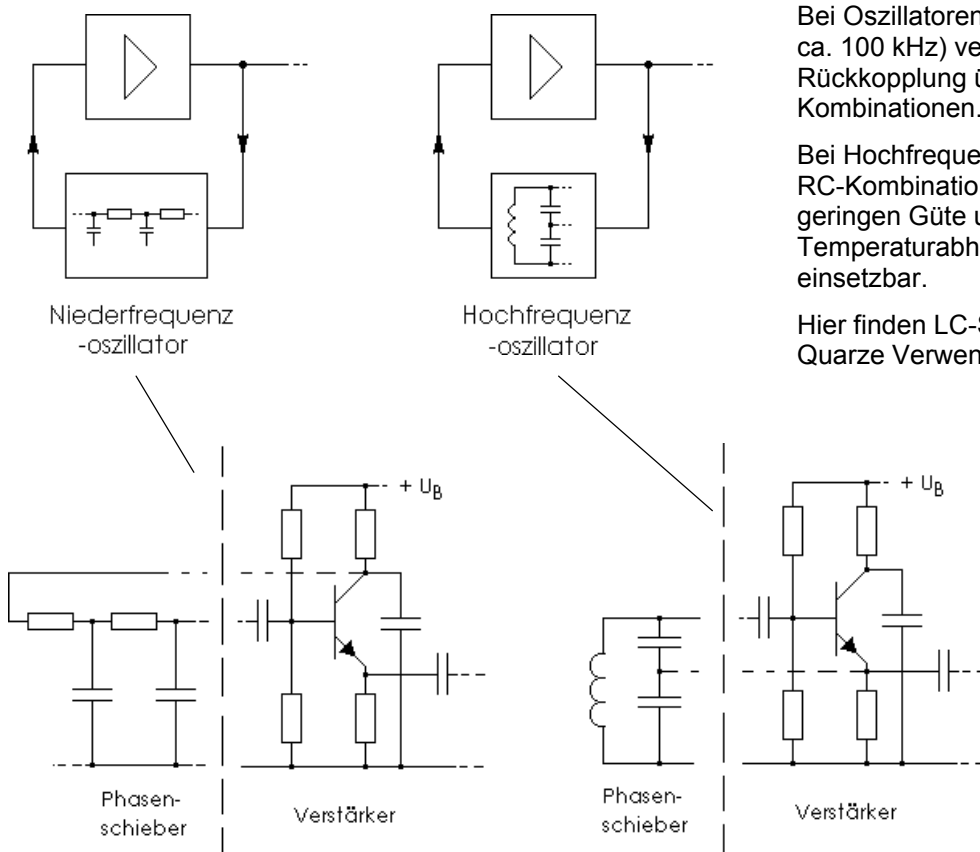


## Oszillatoren

Oszillatoren dienen zur Erzeugung der benötigten hoch- und niederfrequenten Schwingungen.

Prinzip: Ein Oszillator besteht aus einem Verstärker, dem ein Teil seines Ausgangssignals in der richtigen Phasenlage und mit ausreichender Amplitude als Eingangssignal zurückgekoppelt wird.

Vergleich: - Ein Pendel (oder Schaukel), das immer im richtigen Zeitpunkt mit der richtigen Energie angestoßen wird, so daß die Schwingung konstant bleibt.  
- Mikrofon → Verstärker → Lautsprecher  
Rückkopplung

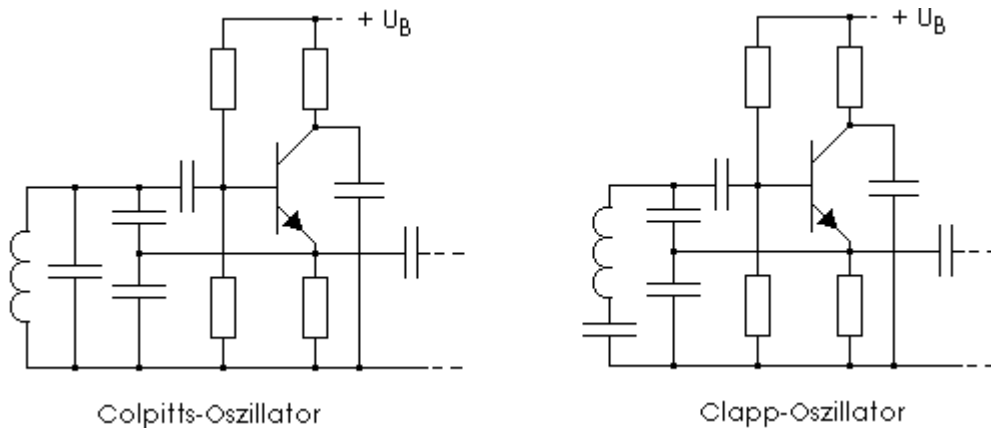


Bei Oszillatoren für Niederfrequenz (bis ca. 100 kHz) verwendet man zur Rückkopplung üblicherweise RC-Kombinationen.

Bei Hochfrequenz-Oszillatoren wären RC-Kombinationen wegen ihrer zu geringen Güte und zu hohen Temperaturabhängigkeit nicht einsetzbar.

Hier finden LC-Schwingkreise und Quarze Verwendung

Als Hochfrequenzoszillator häufig angewendete Oszillatortypen:

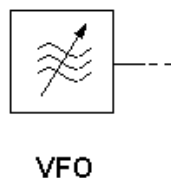
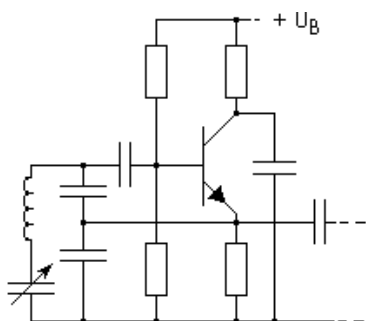


Die Rückkopplungseinheit besteht aus einem Schwingkreis, der die nötige Phasenverschiebung und Amplitudengröße bestimmt. Die Bauteilwerte des Schwingkreises sind somit für den Oszillator frequenzbestimmend.

Ein Oszillator ist nur dann hinreichend frequenzstabil, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- |                            |  |
|----------------------------|--|
| - hohe Schwingkreisgüte    | → Richtige Dimensionierung des Kreises   |
| - stabile Betriebsspannung | → Spannungsregler  |
| - konstante Last           | → Pufferstufe zwischen Oszillatorausgang und Last  |
| - Temperaturkompensation   | → Verwendung von Bauteilen mit gegenläufigen Temperaturkoeffizienten und ggf. Einbau in ein Thermostatgehäuse (→ sehr gute Stabilität) |

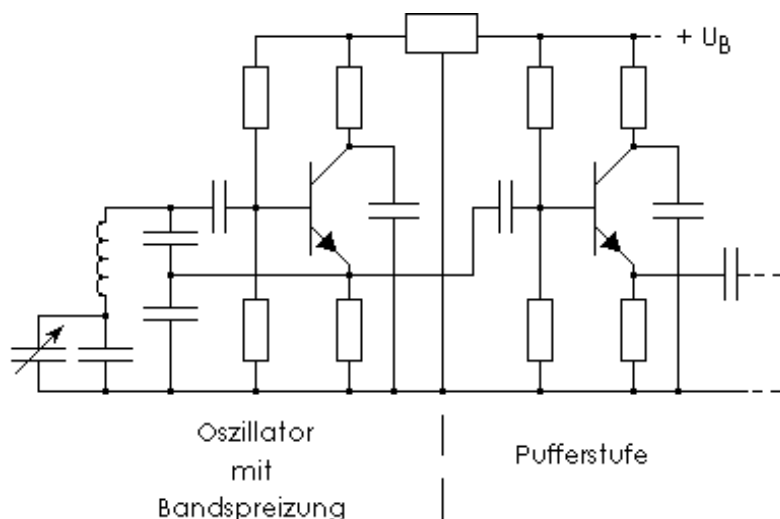
### Der variable Frequenzoszillator (VFO):



Beim VFO setzt man einen veränderbaren Kondensator (Drehkondensator) in den Resonanzkreis ein.

Die Frequenz ist vom Drehwinkel des Drehkondensators abhängig.

Mögliche Realisierung eines stabilen VFO's:



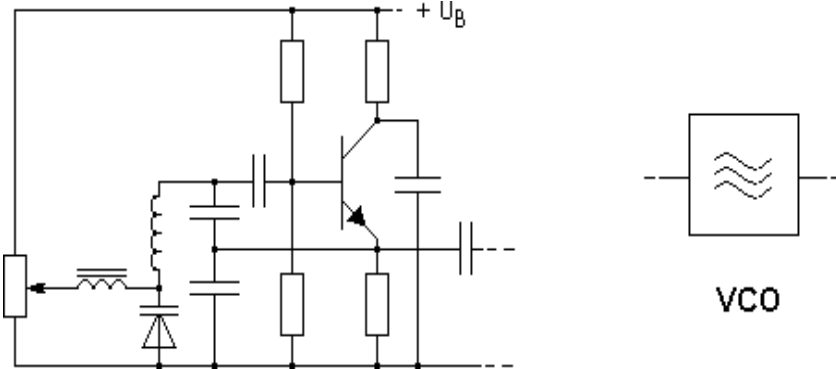
Die Schwingkreiskapazität ist aufgeteilt in ein Fest-C und ein variables C.

Dimensionierung so, daß das feste C den groben Frequenzbereich bestimmt und das variable C den Feinabgleich ermöglicht. (Bandspreizung)

Ein Festspannungsregler stellt eine stabile Betriebsspannung für den Oszillator sicher.

Eine Pufferstufe entkoppelt den Oszillatorausgang von der nachfolgend angeschlossenen Last (z.B. Misch-, Modulations- oder Verstärkerstufen)

**Der spannungsgesteuerte Frequenzoszillator (VCO = Voltage Controlled Oscillator):**



Beim VCO wird statt eines Drehkondensators eine Varicap-Diode \*) als frequenzbestimmendes Bauteil im Resonanzkreis eingesetzt.

So kann die Oszillatorfrequenz durch eine Spannung variiert werden.

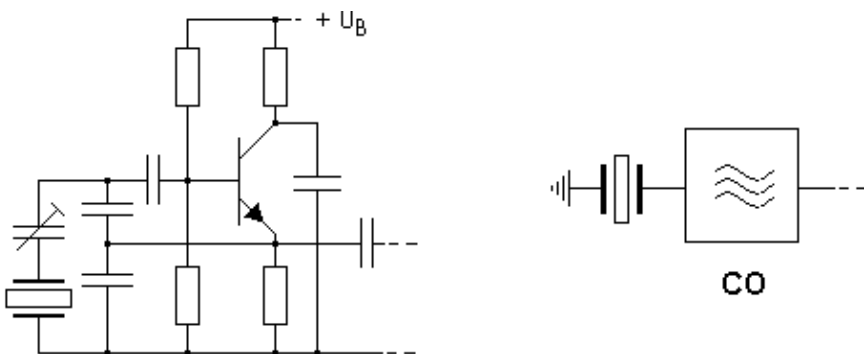
→ Abstimmspannung

\*) Eine Varicap-Diode (auch: Kapazitätsdiode) verhält sich wie ein Kondensator, der seine Kapazität je nach - in Sperrichtung der Diode - angelegter Spannung verändert.

große Spannung → kleine Kapazität  
kleine Spannung → große Kapazität

Die Drossel entkoppelt den Schwingkreis von der Abstimm-schaltung (hier: Potentiometer) und verhindert ein "Entweichen" der HF und somit ein unkontrolliertes Verstimmen des Kreises.

**Der Quarzoszillator (CO = Crystal-Oscillator):**

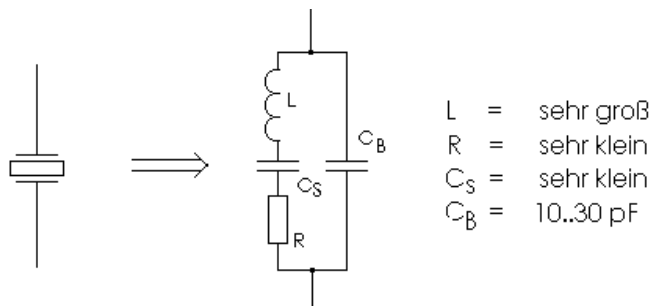


Beim CO wird als frequenzbestimmendes Bauteil ein Schwingquarz \*) im Resonanzkreis eingesetzt.

Die Oszillatorfrequenz wird durch den Quarz auf eine sehr enge Toleranz stabilisiert.

→ hohe Frequenzstabilität

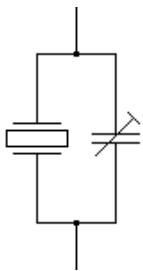
\*) Ein Schwingquarz verhält sich wie ein Resonanzkreis (LC) mit einer äußerst hohen Güte.



Vorteil: sehr hohe Frequenzkonstanz;  
geringes Rauschen;

Nachteil : Quarze können nur auf ihren Grundfrequenzen und ungeradzahli-gen Vielfachen davon schwingen.

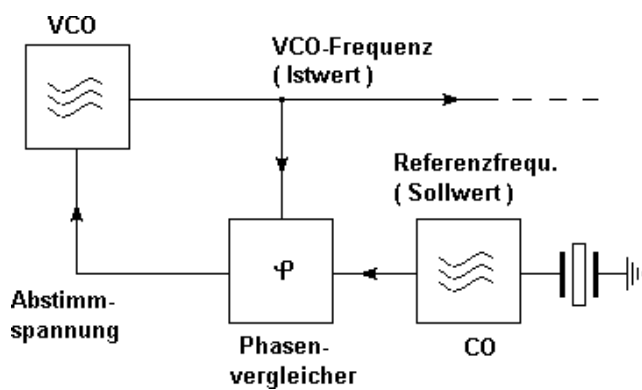
Quarze können in Serien- und in Parallelresonanz schwingen. Die Resonanzfrequenzen für die Serienresonanz ( $Z \approx 0$ ) und Parallelresonanz ( $Z \approx \infty$ ) liegen sehr dicht beieinander.



Betriebs man einen Schwingquarz in Parallelresonanz (häufigste Anwendungsform), so kann man die Resonanzfrequenz durch ein parallelgeschaltetes C in einem kleinen Bereich ( $10^{-4} = 0,01\%$ ) verändern. Man nennt dieses Verändern "Ziehen".

Beispiel:  $f = 12 \text{ MHz}$      $\Delta f/f = 10^{-4} = 0,0001 = 0,01 \%$   
 $\Delta f = f \cdot 10^{-4}$   
 $\Delta f = 12 \text{ MHz} \cdot 10^{-4} = 12 \cdot 10^6 \text{ Hz} \cdot 10^{-4} = 12 \cdot 10^2 \cdot 10^{-4} \text{ Hz}$   
 $\Delta f = 12 \cdot 10^2 \text{ Hz} = 1200 \text{ Hz} = 1,2 \text{ kHz}$   
 $f + \Delta f = 12,0012 \text{ MHz}$      $f - \Delta f = 11,9988 \text{ MHz}$

**Der PLL-Oszillator (PLL = Phase Locked Loop = geschlossene Phasenregelschleife):**



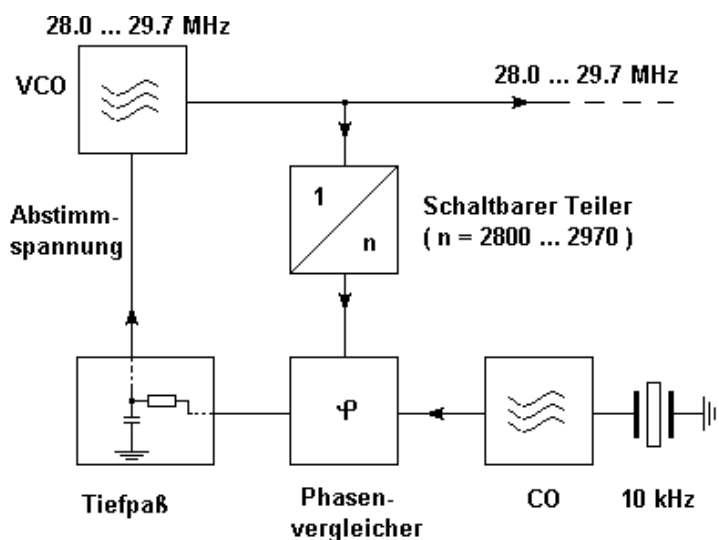
Prinzip einer PLL:

Die Frequenz des VCO's wird über einen Phasenvergleich (→ Frequenzvergleich) ständig mit der Frequenz eines Referenzoszillators verglichen.

Am Ausgang des Phasenvergleichers entsteht eine Spannung, die die Frequenz des VCO nachregelt, bis die beiden Frequenzen übereinstimmen.

In nebenstehendem Beispiel wird die VCO-Frequenz immer genau der Referenzfrequenz angeglichen.

Praktisches Beispiel, PLL-Oszillator für das 10m-Amateurfunkband:



Zwischen VCO-Signal und Phasenvergleich befindet sich ein Frequenzteiler, dessen Teilerfaktor einstellbar ist. Die durch den Teilerfaktor "n" geteilte Frequenz des VCO's wird mit der Frequenz des Referenzoszillators (hier 10 kHz) verglichen.

Der Tiefpaß unterdrückt hochfrequente Anteile zwischen Vergleich und VCO.

Der VCO wird so geregelt, daß er die Frequenz  $f = n \cdot f_{ref} = n \cdot 10 \text{ kHz}$  erzeugt.

Es entstehen so Frequenzstufen im Raster der Referenzfrequenz. Hier: 10 kHz-Stufen.

Vorteile: beliebige Frequenzwahlmöglichkeit; hohe Stabilität

Nachteile: relativ hohes Seitenbandrauschen durch ständiges Ausregeln der Frequenz; relativ hohe Einschwingzeit