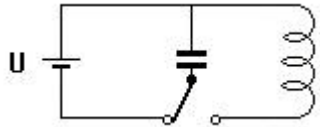


## Erzeugung ungedämpfter Schwingungen:

### Meißnersche Rückkopplungsschaltung und Dreipunktschaltung

#### 1. Meißnersche Rückkopplungsschaltung

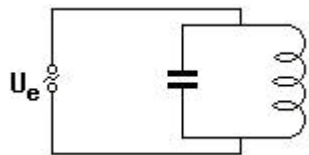
##### Herleitung:



Ein Schwingkreis wird durch die Gleichspannung  $U$  einmal "aufgeladen" und führt dann Schwingungen aus:

Dabei kommt es zu einer **gedämpften Schwingung**, da die Spule einen ohmschen Widerstand  $R$  besitzt und an diesem elektrische Energie in Wärmeenergie umgesetzt wird.

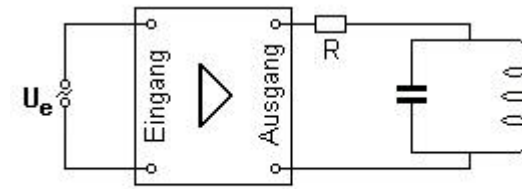
Um eine ungedämpfte Schwingung zu erhalten, muss also immer wieder auch Energie zugeführt werden.



Hier ist an den Schwingkreis eine Wechselspannung  $U_e$  (= Erregerspannung) angeschlossen. Diese führt phasenrichtig Energie zu, das heißt, die Schwingung wird immer wieder "angestoßen". Die Frequenz, mit der der

Schwingkreis nun schwingt, stimmt mit der Frequenz der Wechselspannung  $U_e$  überein (**erzwungene Schwingung**). Es ist energetisch am günstigsten, wenn diese Frequenz mit der Eigenfrequenz des Schwingkreises übereinstimmt (die Stromquelle muss dann nicht viel Energie zuführen).

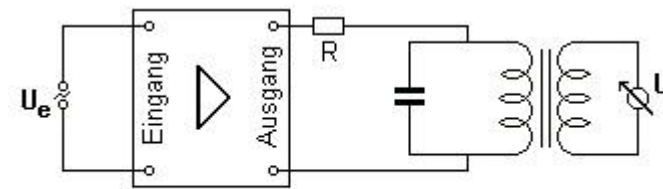
Das Problem bei der vorigen Schaltung ist, dass dabei eine relativ große Wechselspannung benötigt wird, deren Frequenz die gleiche ist wie die Eigenfrequenz des Schwingkreises.



Verstärker

Jetzt liefert der Verstärker die Energie;  $U_e$  ist nur noch dazu da, den Verstärker zu steuern, damit er die Energie im richtigen Moment zuführt. Als Steuerspannung für den Verstärker reicht nun eine relativ

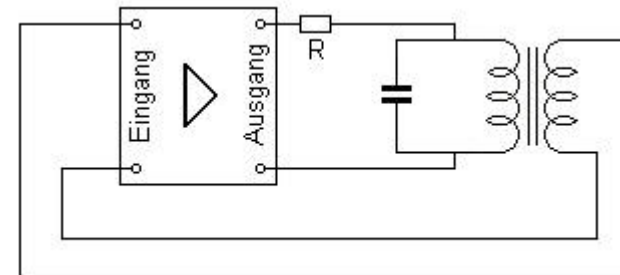
kleine Spannung aus. Der Widerstand  $R$  wird benötigt, damit der Verstärker den Schwingkreis nicht dämpft.



Verstärker

In folgender Schaltung ist an die Schwingkreisspule eine zweite Spule gekoppelt (= "Trafo"). Damit erhält man die Induktionsspannung  $U_i$ , die

gleichphasig zu  $U_e$  und der Ausgangsspannung am Verstärker verläuft.



Die Induktionsspannung  $U_i$  kann nun zur Steuerung des Verstärkers benutzt werden.

Damit ist  $U_i$  die Steuerspannung, man spricht deshalb von einer

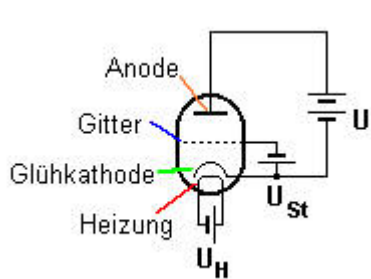
**Selbststeuerung**. Die Schwingung des Kreises wird also gleichzeitig dazu benutzt, die Energiezufuhr zu steuern = **Rückkopplung** (oder **Mitkopplung**, da die Steuerung mithilft, die Schwingung zu erhalten, das Gegenteil wäre Gegenkopplung).

Die Schwingung kann man starten, indem man in das System eingreift, also zum Beispiel den Verstärker einschaltet. Dann kommt es im Idealfall zur Aufschaukelung bis zur maximalen Amplitude und am Ende schwingt der Schwingkreis mit dieser Amplitude und in seiner Eigenfrequenz.

## Meißnerschaltung:

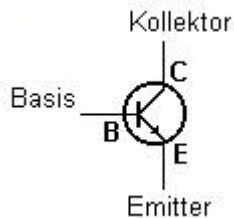
Die oben gezeichnete Schaltung wurde von Meißner 1913 entwickelt. Als Verstärker benutzte er die Elektronenröhre (Triode).

### Funktionsweise einer Röhre:



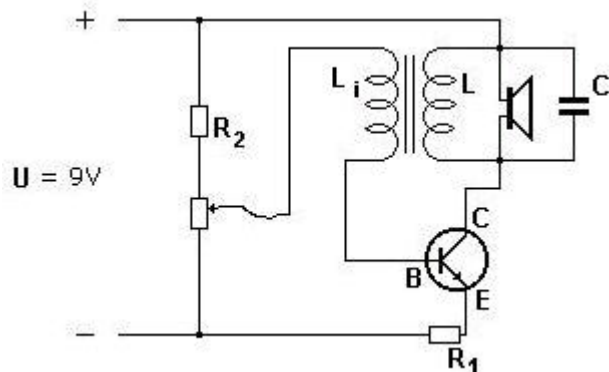
Die Kathode in der Röhre glüht und sendet deshalb Elektronen aus. Wie viele dieser Elektronen die Anode erreichen, lässt sich durch die Steuerspannung  $U_{St}$  regeln, indem man das Gitter in der Röhre mehr oder weniger stark auflädt.  $U_{St}$  ist im Verhältnis zu  $U$  ziemlich klein. Mit der Röhre lässt sich mit einer kleinen Steuerspannung (und einem kleinen Strom) die Größe des Anodenstroms steuern (der viel größer ist als der Steuerstrom).

Mit dem später erfundenen Transistor kann man die Meißnerschaltung genauso aufbauen.



Die Elektronen werden vom Emitter ausgesandt und vom Kollektor aufgefangen. Mit der Basis kann man die Größe des Stromes zwischen Emitter und Kollektor steuern.

### Schaltung:



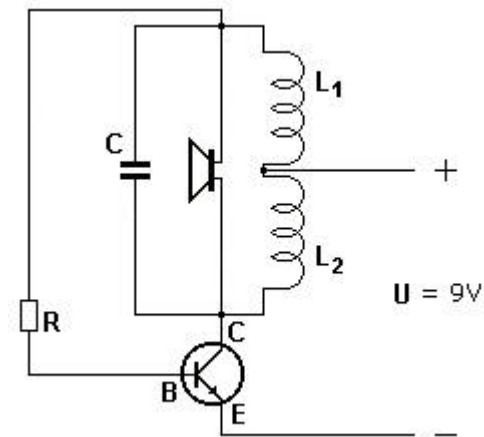
Durch den Lautsprecher hört man, dass die Schwingung nicht aufhört, also ungedämpft ist. Die Spannungsteilerschaltung wird verwendet, damit an der Basis des Transistors immer

eine gewisse Grundspannung anliegt; diese Spannung wird dann durch die Induktionsspannung aus der Induktionsspule  $L_1$  vergrößert oder verkleinert. Die Widerstände  $R_1$  und  $R_2$  sind für das Funktionieren der Schaltung wichtig, für den theoretischen Aufbau haben sie keine große Bedeutung.

### 2. Dreipunktschaltung:

Der Unterschied zur Meißnerschaltung besteht darin, dass man die Spannung zur Steuerung des Transistors nicht über eine Induktionsspule gewinnt, sondern dass man sie direkt aus dem Schwingkreis "entnimmt".

### Schaltung:



Der Vorteil der Dreipunktschaltung besteht darin, dass man sie auch bei Dipolschwingungen anwenden kann: Statt zwischen den Spulen  $L_1$  und  $L_2$  greift man die benötigte Spannung in der Mitte (oder allgemein: zwischen den Enden) des Dipols ab. Für die Meißnerschaltung müsste man an den Dipol eine Induktionsspule koppeln, was schwer möglich ist.

Mit diesen Rückkopplungsschaltungen sollte der Schwingkreis im Endzustand **ungedämpfte sinusförmige Schwingungen** ausführen.