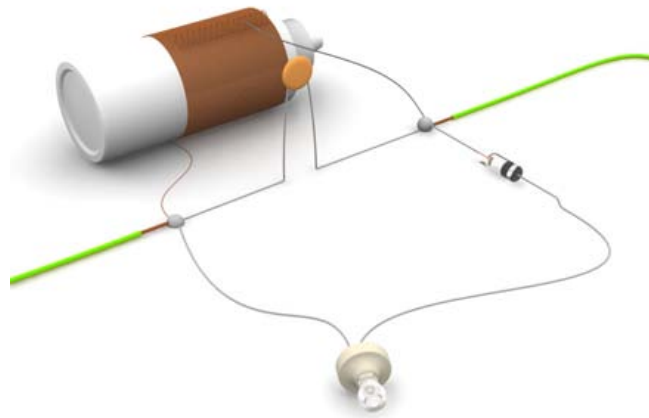


# Detektorradio



Schwierigkeitsgrad: \*

Thema: Elektrodynamik

Kosten: ca. 18 €

Bauzeit: ca. 1,5 h

# Detektorradio

Das Detektorradio ist das einfachste Radio überhaupt. Es besteht aus wenigen Bauteilen und ist schnell aufgebaut. Mit ihm lassen sich – ganz ohne Batterien – Mittelwellensender hören. Gerade wegen des simplen Aufbaus lässt sich die Funktionsweise der Radiotechnik leicht veranschaulichen.

## Bauanleitung:

Die Bauanleitung für das Detektorradio besteht aus den folgenden Teilen:

1. Die Bauanleitung und der Schaltplan.
2. Die zu der Bauanleitung gehörenden Bilder.

## Versuche:

1. Höre Radio und entferne dabei die Verbindung zur Antenne, was bemerkst du?
2. Verbinde die Antenne wieder mit dem Radio. Entferne jetzt den Kondensator. Was hörst du?
3. Setze den Kondensator wieder ein. Kannst du verschiedene Sender hören, je nachdem an welcher Schlaufe die Antenne anliegt?
4. Notiere dir bei welcher Schlaufe du die verschiedenen Sender am Besten hören kannst, und ab welcher Schlaufe sie kaum oder nicht mehr zu hören sind.  
Ersetze nun den 470 pF-Kondensator durch einen mit 100 pF Kapazität. Prüfe an welcher Schlaufe man jetzt die Sender jeweils hört, bzw. ab welcher Schlaufe sie nicht mehr zu hören sind.
5. Mache denselben Test auch für andere Kapazitätswerte, z.B. 25 pF, 50 pF, 200 pF, 300 pF, 400 pF, 670 pF, 770 pF und 870 pF.  
Wie kannst du mit vier 100 pF-Kondensatoren, zwei 25 pF-Kondensatoren und einem 470 pF-Kondensator diese Kapazitäten erzeugen?  
Was lässt sich aus deinen Notizen folgern?
6. Entferne das Erdungskabel. Was ändert sich jetzt?

**Erklärung:**

*Ein Detektorradio ist ein Radio, das aus sehr wenigen Teilen besteht und keine Batterien braucht. Die vom Radio benötigte Energie wird ausschließlich von den empfangenen Funkwellen geliefert. Es lassen sich Sender aus dem Mittelwellenbereich hören.*

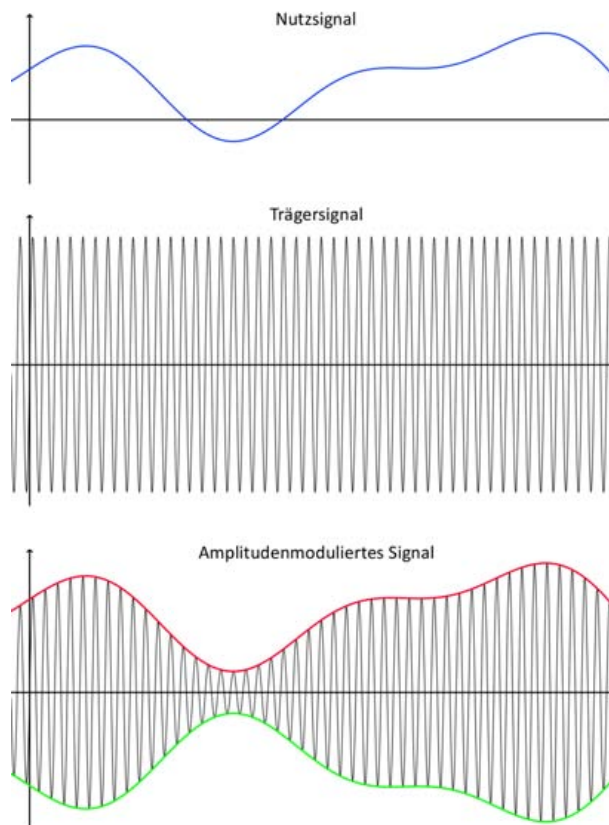
Funkwellen sind elektromagnetische Wellen. Diese Wellen besitzen eine **Wellenlänge** und eine **Frequenz**. Die Wellenlänge wird in Metern gemessen [m], die Frequenz in Schwingungen pro Sekunde [Hertz = Hz]. Verändert man die Frequenz einer Welle, verändert sich die Wellenlänge ebenfalls.



Die Radiowellen werden mit großen Antennen von Radiosendern erzeugt. Die mittlere Antenne im Bild ist die 273 Meter hohe Mittelwellenantenne des SWR in Mühlacker. Sie sendet mit einer Leistung von 100.000 Watt auf einer Frequenz von 576.000 Hz.

Dabei werden die Schallwellen eines Radiosprechers mit Mikrofonen in elektrische Signalwellen umgewandelt. Diese Wellen weisen niedrige Frequenzen im Bereich von 20 – 20.000 Hz auf, was gerade dem menschlichen Hörvermögen entspricht. Diese Signalwellen werden **Nutzsignal** genannt. Man könnte das Nutzsignal jetzt direkt senden, aber dann würden sich alle Sender auf derselben Frequenz zwischen 20 – 20.000 Hz bewegen und aus dem Radio käme nur ein Brei von allen Sendern zusammen.

Daher wird das Nutzsignal auf ein **Trägersignal** mit viel höherer Frequenz aufgesetzt. Das Trägersignal ist sozusagen eine Art Transporter für das Nutzsignal. Nun ist es möglich, dass jeder Sender auf einer anderen Trägerfrequenz sendet. Der Sender in Mühlacker sendet so zum Beispiel mit einer Trägerfrequenz von 576.000 Hz (576 kHz). Der nächste Sender in Deutschland ist auf 594 kHz zu finden.



Das im Bild gezeigte Verfahren nennt man **Amplitudenmodulation (AM)**. Stellt man das Radio auf die entsprechende Trägerfrequenz ein, kann es das Nutzsignal herausfiltern und in Schall umwandeln. Auf diese Weise kann man sich einen Sender heraussuchen und nur diesen hören.

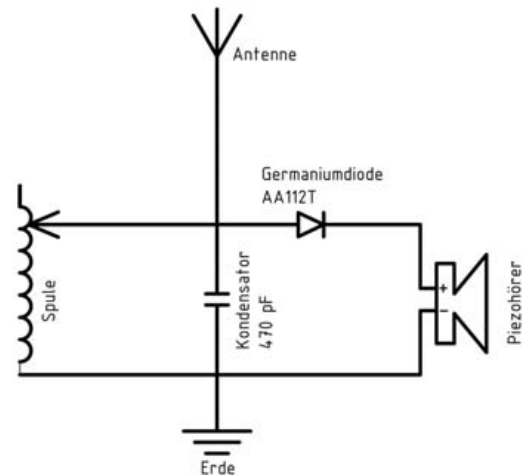
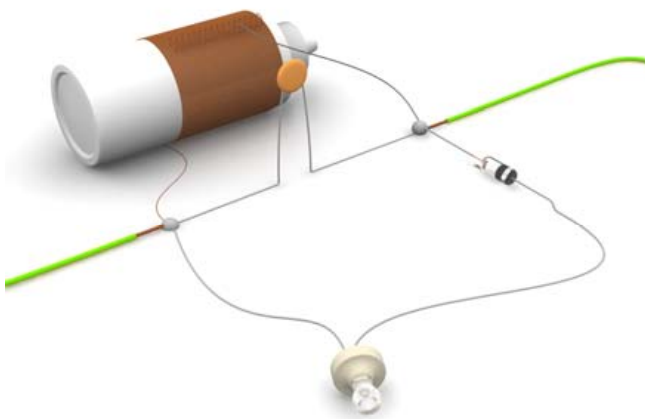
Den von Sendern verwendeten Trägerfrequenzen finden sich in bestimmten Wellenlängenbereichen. Diese Bereiche werden nach der Größe ihrer Wellenlänge eingeteilt.

Bereich	Wellenlänge in m	Frequenz	Sendereichweite
Langwelle (LW)	1.000 – 10.000 m	30 – 300 kHz	bis 1.000 km
Mittelwelle (MW)	100 – 1.000 m	300 – 3.000 kHz	einige 100 km
Kurzwelle (KW)	10 – 100 m	3 – 30 MHz	mehrere 1.000 km
Ultrakurzwelle (UKW)	1 – 10 m	30 – 300 MHz	10 bis 100 km

Der bekannteste Bereich ist der UKW-Bereich von 87,5 bis 108 MHz. Die Wellenlängenbereiche unterscheiden sich stark in ihrer Reichweite und werden deshalb für verschiedene Zwecke genutzt. Damit die verschiedenen Sender nicht auf denselben Frequenzen senden, werden die Sendefrequenzen in sogenannten Wellenplänen international vereinbart. Die Radiowellen, die mit dem Detektorradio empfangen werden können, liegen im Bereich der **Mittelwellen**.

Nun zum Aufbau des Detektorradios. Zunächst benötigt das Radio die folgenden Elemente:

1. Eine Antenne, in der Länge von 10 bis 30 Metern.
2. Eine Leitung, um die Antenne zu erden.
3. Ein Schwingkreis, der aus einer Spule und einem Kondensator besteht.
4. Eine Gleichrichterdiode aus Germanium.
5. Ein Piezohörer.



In der linken Abbildung ist der Aufbau gezeigt, in der rechten das Schema des dazugehörigen Schaltplans.

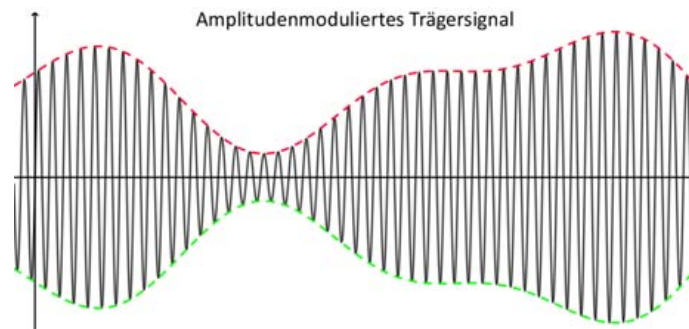
Der Empfang läuft folgendermaßen ab:

1. Die elektrischen Felder der Radiowellen induzieren in der Antenne Wechselströme, wobei die Erdungsleitung dafür sorgt, dass die empfangenen Signale um einen festen Nullpunkt (Erdpotential) auf- und abschwngen können.
2. Das Gemisch aller möglichen aufgefundenen Trägerfrequenzen gelangt in den **Schwingkreis**, der aus einer **Spule** und einem **Kondensator** aufgebaut ist. Je nach Einstellung der Parameter der Spule, des Kondensators oder beidem, gerät der Schwingkreis in Resonanz mit nur einem der Sender. Die anderen Sender werden abgeschwächt.
3. Das Signal wird über die Germaniumdiode an den Lautsprecher weitergeleitet. Die Diode übernimmt dabei die Aufgabe eines **Gleichrichters**, das bedeutet, sie lässt Strom in nur eine Richtung passieren. Kommt der Strom dagegen aus der anderen Richtung wird er nicht durchgelassen. Eine Diode verhält sich also wie ein Ventil in einem Fahrradreifen, das die Luft in den Reifen hinein aber nicht wieder heraus lässt.
4. Das durch die Germaniumdiode „zugeschnittene“ Signal läuft durch in den Ohrhörer. In diesem werden die Signalwellen in Schallwellen umgewandelt und man hört Radio.

Wie genau funktioniert der Gleichrichter?

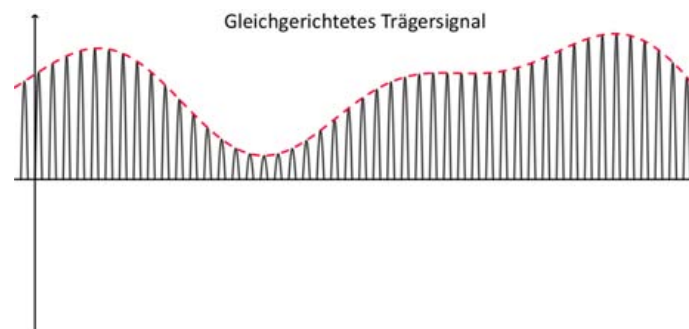
Das empfangene Signal besteht aus der Überlagerung des Träger- und des Nutzsignals. Das Trägersignal schwingt sehr schnell auf und ab. Der Amplitudenverlauf des Trägersignals gibt die Form

des Nutzsignals wieder. Man spricht auch von einer Einhüllenden. Das Signal schwingt symmetrisch um die Nulllinie.

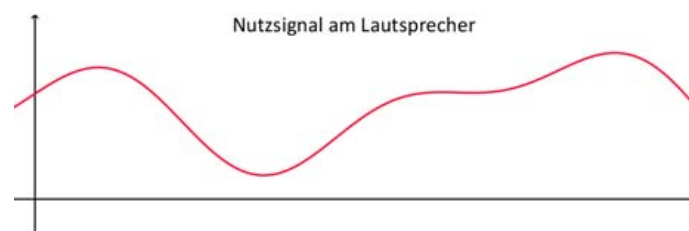


Würde man das Signal so an einen Kopfhörer anschließen, würde dieser lediglich den Durchschnitt des oberen und des unteren Teils des Signals wiedergeben. Da Durchschnitt aber Null ist, könnte man nichts hören.

Die Diode schneidet nun den unteren Teil des Signals ab. Übrig bleibt der obere Teil des sehr schnell auf- und ablaufenden Trägersignals mit dem Nutzsignal als Einhüllende.



Der Lautsprecher kann dem äußerst schnellen Trägersignal nicht folgen und übrig bleibt gerade das hörbare Nutzsignal. Dieses kommt dann zum Beispiel als Musik aus dem Lautsprecher.



Wozu dient das Erdungskabel?

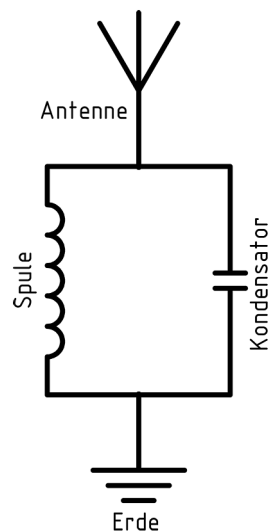
Die von der Antenne aufgefangenen Signale sind in Form von Spannungsschwankungen messbar. Eine Spannungsangabe ist aber immer nur eine relative Angabe, d.h. es wird immer nur ein Spannungsunterschied gemessen. Zum Beispiel bedeutet ein Wert von +5V lediglich, dass zwischen zwei Punkten dieser Spannungsunterschied besteht. Im ganzen Universum gibt es keinen Punkt, dem man einen absoluten Spannungswert zuordnen könnte.

Zum Glück lässt sich auf der Erde behelfen, indem man eine Metallstange tief im Boden verankert. Diese Stange ist leitend mit dem sogenannten Erdpotential verbunden. Zwischen dieser Stange und einer anderen, die an einem anderen Ort in den Boden gesteckt worden ist, gibt es keine Spannungsdifferenz. Wird ein Gegenstand mit solch einer Stange leitend verbunden, spricht man von Erdung. Die Heizungsrohre in einem Gebäude sind meist geerdet.

Die Spannungsschwankungen der Sendeantenne bewegen sich relativ zur Erdung. Erdet man den Empfänger, werden die empfangenen Spannungsschwankungen auf das richtige Niveau bezüglich dem Erdpotential gebracht.

Wie funktioniert der Schwingkreis?

Die Aufgabe eines Schwingkreises ist, Signale einer bestimmten Frequenz aus einer Mischung vieler Frequenzen herauszufiltern. Der in diesem Experiment verwendete Parallelschwingkreis besteht aus einer Spule und einem Kondensator.



Wird eine Spule von einem Strom durchflossen, entsteht ein Magnetfeld. Schaltet man den Strom ein, dauert es einen Moment, bis sich dieses Magnetfeld aufgebaut hat. Beim Abschalten vergeht ebenso einige Zeit bis das Magnetfeld abgeklungen ist. Die Fähigkeit einer Spule, Magnetfelder aufgrund einer Änderung des Stromes auf- und abzubauen wird **Induktivität** genannt. Die Induktivität ist unter anderem von der Windungsanzahl der Wicklung abhängig.

Wird an einen Kondensator eine Spannung angelegt, entsteht ein elektrisches Feld. Dieses Feld entsteht mit einer gewissen Verzögerung nach Einschalten der Spannungsquelle und baut sich nach dem Ausschalten langsam ab. Ein Kondensator kann auf diese Weise kurzzeitig Ladungen speichern, diese Fähigkeit bezeichnet man als **Kapazität**.

Wird nun eine Antenne an einen Schwingkreis angelegt, induzieren die aufgefundenen Signale Ströme in den Schwingkreis. Diese Ströme schwingen mit dem Signal auf und ab. Das ist so, als ob sie sehr schnell ein- und ausgeschaltet und dazwischen noch umgepolt würden.

Auf diese Weise bauen sich nun abwechselnd elektrische und magnetische Felder in der Spule und dem Kondensator auf. Die Energie im Schwingkreis läuft zwischen Spule und Kondensator hin und her.

Die Felder reagieren aber nur träge auf das Schwingen der Ströme und wirken so wie eine Art Widerstand. Dieser sogenannte **Scheinwiderstand** ist von der Kapazität des Kondensators und der Induktivität der Spule abhängig. Das besondere an diesem Widerstand ist aber seine Frequenzabhängigkeit. Je nach Frequenz des Signals wird er größer oder kleiner.

Ein Parallelschwingkreis besitzt eine sogenannte **Resonanzfrequenz**, bei der der Widerstand seinen geringsten Wert annimmt. Ein Signal dieser Frequenz kann sich im Schwingkreis ungehindert ausbreiten. Ein Signal mit einer zunehmend anderen Frequenz wird hingegen immer stärker gedämpft.

Daraus resultiert ein Filtereffekt. Nur die Signale der Resonanzfrequenz werden durchgelassen, die anderen Signale werden gedämpft. Deshalb ist es möglich, einzelne Radiosender durch das unterschiedliche Abgreifen an der Spule einzustellen. Durch das Abgreifen an verschiedenen Stellen der Spule verändert man deren Induktivität und damit auch die Resonanzfrequenz des Schwingkreises.

**Links:**

Vertiefung über das Prinzip der Nachrichtenübertragung durch Funktechnik:

<http://www.amateurfunkpruefung.de/lehrg/e14/e14.html>

Mehr zum Thema Amplitudenmodulation:

[http://www.dasp.uni-wuppertal.de/ars\\_auditus/akustik/akustik6.htm](http://www.dasp.uni-wuppertal.de/ars_auditus/akustik/akustik6.htm)

Download eines Experimentierpakets zum Thema Schall und Amplitudenmodulation:

[http://www.dasp.uni-wuppertal.de/ars\\_auditus/download.html](http://www.dasp.uni-wuppertal.de/ars_auditus/download.html)

Mehr über verschiedene Detektorradiobausätze:

<http://www.mydarc.de/dk3wi/html/detektor.html>

Hier gibt es eine aktuelle Auflistung über alle Mittelwellensender Europas und Afrikas und ihre Frequenzen (Die Seite ist in englischer Sprache. Auf der rechten Seite sind die Bereiche MW 531-1099 kHz und MW 1100-1700 kHz anklickbar):

<http://www.emwg.info/>