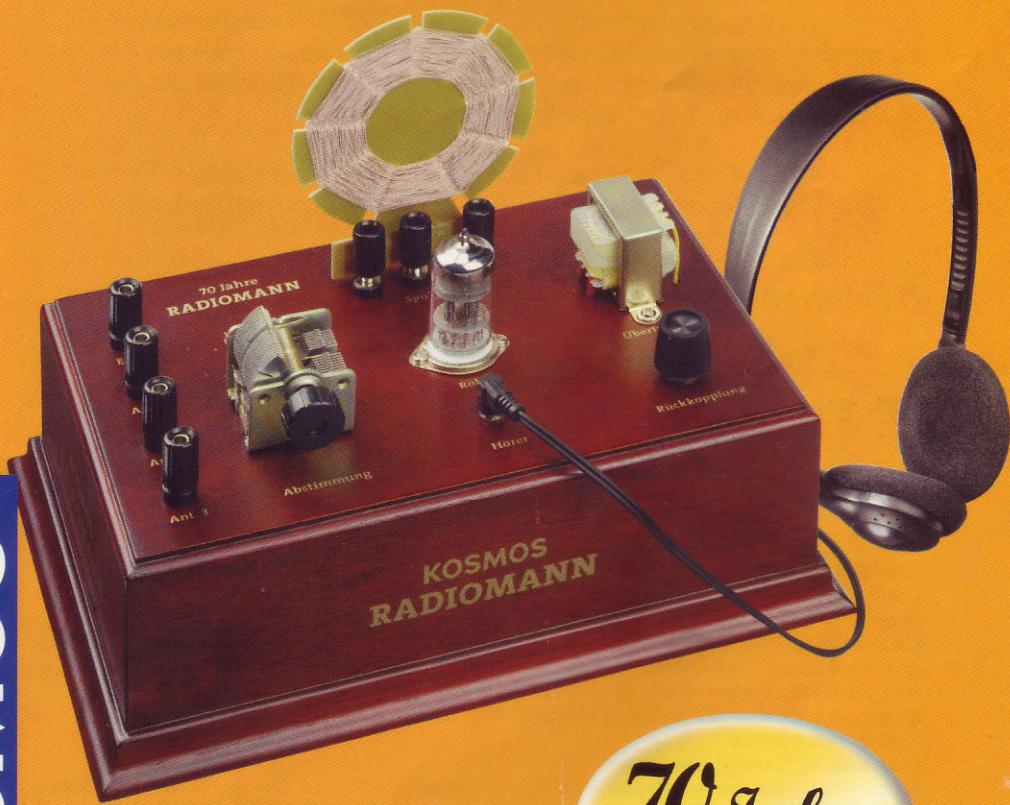


Vom Gebirg zum Ozean
alles hört der
RADIOMANN



70 Jahre
Radiomann

KOSMOS®

Sicherheitshinweise bitte unbedingt beachten !

WARNUNG!

Nur unter der direkten Aufsicht eines Erwachsenen benutzen! Außerhalb der Reichweite sehr kleiner Kinder aufbewahren!

VORSICHT!

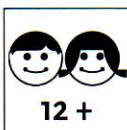
Der Experimentierkasten enthält funktionsbedingte scharfe Kanten und Spitzen. Es besteht Verletzungsgefahr!

Warnung! Ausschließlich für Kinder von mindestens 12 Jahren geeignet.
Anweisungen für Eltern oder andere verantwortliche Personen sind beigefügt und müssen beachtet werden. Verpackung aufbewahren, da sie wichtige Informationen enthält!

Das mitgelieferte Beiblatt enthält allgemeingültige Sicherheitshinweise für elektrische Experimentierkästen, die über die Anforderungen dieses Kastens hinausgehen. Bitte beachten Sie, dass nicht alle Informationen des Beiblattes speziell auf diesen Experimentierkasten zutreffen.

Achtung! Der Radiomann darf nur bei Vorliegen einer gültigen Tonrundfunkgenehmigung der GEZ bereitgehalten oder in Betrieb genommen werden!

Zusätzlich benötigt werden 8 x 1,5-Volt-Batterien, Type LR6 (Mignon).



Nicht geeignet für Kinder unter 3 Jahren wegen verschluckbarer Kleinteile!

1. Auflage Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG / 2004

Das Werk einschließlich all seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechts ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen, Netzen und Medien. Der Verlag übernimmt keine Garantie, daß alle Angaben in diesem Werk frei von Schutzrechten sind.

© 2004 Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG

Text: Burkhard Kainka

Projektleitung: Gerhard Gasser

Beratung: Dr. Hans Seefried, Ansbach; Dr. Thomas Morzinck, Köln; Paul Gantner, Walenstadt/Schweiz

Fotos: Burkhard Kainka; FROMM MediaDesign GmbH; S. 9 „Großvater damals“ und S. 17 „Moderne Röhrenverstärker“: www.jogis-roehrenbude.de, mit freundlicher Genehmigung von Joachim Gittel; S. 10: Sender Jülich: mit Genehmigung von T-Systems.

Layout: eStudio Calamar, Frido Steinen-Broo, Mambotel

Bearbeitung, Satz und Gestaltung: FROMM MediaDesign GmbH, Selters im Taunus

Printed in China / Imprimé en Chine

RADIOMANN

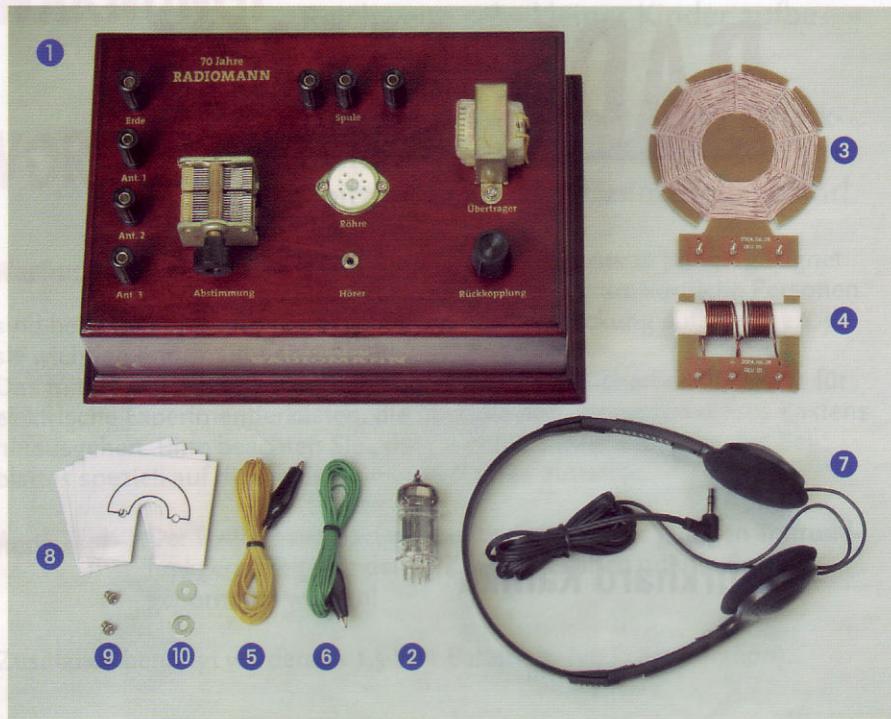
Burkhard Kainka

KOSMOS®

Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG

Kastenausstattung

Nur unter der direkten Aufsicht eines Erwachsenen benutzen! Außerhalb der



Dein RADIOMANN Baukasten

Nr.	Bezeichnung	Anzahl	Art.-Nr.
1	RADIOMANN im Holzgehäuse	1	771 047
2	Röhre 12AU7 (ECC82)	1	702 891
3	MW-Spule	1	702 886
4	KW-Spule	1	702 887
5	Antennendraht (gelb)	1	702 892
6	Erdungsdrat (grün)	1	702 893
7	Kopfhörer	1	702 897
8	Skalen	5	702 894
9	Befestigungsschrauben für Skala	2	702 895
10	Unterlegscheiben	2	702 896

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	4	6 Hören und gehört werden	24
1 Rund um den RADIOMANN	5	Ein eigener Sender	24
2 Es geht los auf Mittelwelle!	7	Das Pfeifkonzert	24
Der RADIOMANN wird angeheizt.	7	Hört man mich noch?	24
Bekannte Klänge – der Ortssender	7	Eine Skala zeigt die Frequenz	25
Die Lautstärke verändern	9	Die Senderskala	25
Strecke deine Fühler aus!	9		
Den richtigen Anschluss finden...	9		
Immer gut geerdet?	10		
Wenn es Nacht wird auf Mittelwelle	10		
3 Auf Kurzwelle rund um den Globus	12	7 Versuche für Hochfrequenzbegeisterte	26
Spulenwechsel	12	1000 Kilometer ohne Antenne!	26
Außenantenne	12	Morsezeichen empfangen	27
Mit spitzen Ohren	13	Mickymausstimmen	27
4 Von lauten und leisen Tönen	14	Funkensteinrungen	28
Verstärker und Lautsprecher	14		
Es brummt	15	8 Selber basteln mit und ohne Lötkolben	29
Bitte lauter!	17	Wer spricht denn da?	29
Was piepst denn da?	18	Zwischen Mittel- und Kurzwelle	29
5 Mit Spule und Kondensator	19	Lange Wellen mit dem Ferritstab	30
Antennen genügt	19	Feinabstimmung	30
Anders ankoppeln	20		
Dumpfe und klare Klänge	22	Schaltsymbole im Überblick	32



» Info-Radio «

Informationen für den künftigen Profi

Die Spannung muss stimmen	7
Frequenzen	9
Bauteile und Verbindungen	11
Kurzwellenbänder	13
Direkte und indirekte Heizung	14
Fliegende Elektronen im Vakuum	15
Die Röhre verstärkt	16

Verstärkerstufen	17
NF-Rückkopplung	18
Der Schwingkreis	20
Das Audion	21
Trennschärfe	22
HF-Rückkopplung	23
Das Pendelaudion	26

Vorwort

Vor 70 Jahren, gerade einmal rund zehn Jahre nach der Einführung des Rundfunks, brachte Kosmos den ersten RADIOMANN heraus. Der Jubiläums-RADIOMANN erinnert an die Anfangszeiten. Nach einer Pause von etwa 30 Jahren hat Kosmos wieder ein Röhrenradio!

Welche sind deine ersten Erfahrungen mit dem Radio? Wenn du 14 oder 15 Jahre alt bist, hattest du bestimmt ein Kassettenradio und kannst dich an deine Lieblingssendungen und viele, viele Hörspielkassetten erinnern. Du hattest sicher auch einen Lieblingssender irgendwo auf UKW. Aber Mittelwelle und Kurzwelle rauschten und zischten oft so störend, und deshalb hast du meist schnell wieder umgeschaltet. Mit dem Röhrenradio dagegen wirst du ganz neue Erfahrungen machen.

Wenn Sie, lieber Leser, 70 oder 80 Jahre alt sind, haben Sie die Anfänge des Rundfunks selbst miterlebt. Das Radio stand damals mehr im Mittelpunkt der Familie als heute. Vielleicht hatten Sie selbst einen RADIOMANN-Baukasten und können sich noch an alle Experimente mit der großen Röhre RE074D oder DM300 erinnern. Gewiss empfinden Sie heute noch dieselbe Begeisterung wie damals und können Ihren Enkelkindern vermitteln, was ein Radio zu jener Zeit bedeutet hat. Vielleicht haben Sie in den 1950er oder 1960er Jahren Ihr erstes Radio selbst gebaut: Dann kennen Sie auch noch die Röhrentechnik und wahrscheinlich sogar die Doppeltriode ECC82 – genau die Röhre, die wir für jetzigen RADIOMANN verwendet haben. Oder Sie haben sogar einen der letzten Radiomänner besessen, der mit einer Niederspannungsröhre EF98 ausgestattet war. Aber auch wenn Sie nicht selbst mit Röhren experimentiert haben, können Sie sich sicher an das geheimnisvolle Glühen der Radioröhren erinnern.

Es war nicht einfach, den Jubiläums-RADIOMANN zusammenzustellen. Viele von diesen Röhren werden heute nicht mehr produziert. Aber die ECC82 gehört zu den Röhren, die seit über 50 Jahren unverändert gebaut und heute vor allem in HiFi-Verstärkern eingesetzt werden. Nicht einfach war es auch, einen Drehkondensator im alten Stil zu finden. Das Radio hat einen modernen Kopfhörer, der wesentlich bequemer zu tragen ist als die alten Modelle aus den 1920er bis 1960er Jahren. Das Gehäuse erinnert an den Stil der ersten Röhrenradios aus den 1920er Jahren. Dieser Jubiläums-RADIOMANN ist nicht einfach nachgebaut, sondern eine völlige Neuentwicklung. Wir mussten eine Röhre einsetzen, die für höhere Spannungen gebaut wurde. Trotzdem ist es uns gelungen, mit einer Spannung von nur 12 V auszukommen. Wir haben dem RADIOMANN auch das Handbuch von damals beigelegt – nicht nur zur Erinnerung, sondern auch um die Entwicklung der Röhrentechnik seit mehr als 70 Jahren zu zeigen.

Ich wünsche allzeit guten Empfang mit dem RADIOMANN!

Burkhard Kainka
im Juli 2004

1 Rund um den RADIOMANN

Dein RADIOMANN besteht aus vielen Einzelteilen, die aber bereits zusammengebaut sind. Nur die Röhre und die gerade gewünschte Spule musst du selbst einsetzen. Außerdem sind lose Skalen beigelegt, die du selbst beschriften kannst. Die wichtigsten Bauteile und ihre Funktion sollen am Anfang nur kurz genannt werden. Wie alles ganz genau funktioniert, erfährst du anschließend in den darauffolgenden Versuchen.

Hier siehst du den RADIOMANN mit der Röhre und der eingebauten Spule für Mittelwelle. Links erkennst du drei mögliche Anschlüsse für die Antenne und einen Anschluss für das Erdkabel. Der Drehkondensator mit seinem Drehknopf dient zur Abstimmung auf den gewünschten Sender. In die Kopfhörer-Anschlussbuchse kommt der Klinkenstecker des Kopfhörers. Die Röhre, der wichtigste Teil des Radios, steckt in ihrer Fassung. Rechts daneben siehst du den Übertrager, der die von der Röhre verstärkten Tonsignale an den Kopfhörer überträgt. Vorn rechts erkennst du den Drehknopf des Reglers für die Rückkopplung, der auch den Betriebsschalter bedient.

Andere Radios haben außer dem Drehknopf für die Senderwahl noch einen Lautstärkeregler. Der RADIOMANN hat statt dessen den Regler für die Rückkopplung. Damit kann man auch die Lautstärke einstellen. Aber man darf ihn nicht einfach möglichst weit nach rechts drehen, sondern es gibt für jede Station eine beste Einstellung, die man mit viel Fingerspitzengefühl finden muss. Warum das so ist, wird noch erklärt.

In der Anfangszeit des Rundfunks hatten viele Radios einen Rückkopplungsregler. Ein solches Radio nennt man ein „Audion“, im Gegensatz zum neueren

Typ des Radios, dem „Superhet“, der sich seit den 1950er Jahren durchgesetzt hat.

Ein Audion wie dein RADIOMANN ist ganz besonders einfach aufgebaut und hat dennoch bei geschickter Bedienung eine sehr gute Empfangsleistung. Das interessanteste Bauteil deines Radios ist die Röhre, denn Röhren



werden schon seit vielen Jahren nicht mehr in übliche Radios eingebaut. Heutige Geräte enthalten meist Transistoren, die Nachfolger der Röhre. Es ist wie mit der Eisenbahn: Seit die meisten Züge mit Diesel- oder Elektroloks fahren, ist die Dampflokomotive etwas ganz Besonderes geworden. Ausnehmend schön ist, dass man in die Röhre hineinsehen kann und im Betrieb ein geheimnisvolles Glühen erkennt. Der Glaskolben der Röhre 12AU7 enthält tatsächlich gleich zwei vollständige Röhren, genauer gesagt zwei Trioden, also Röhren mit drei Anschlüssen – aber auch das wird später noch genauer erklärt. Damit aus der Röhre ein ganzes Radio wird, braucht man noch viele andere Bauteile, von denen einige sich im

Gehäuse befinden. Dort findest du auch das Batteriefach.

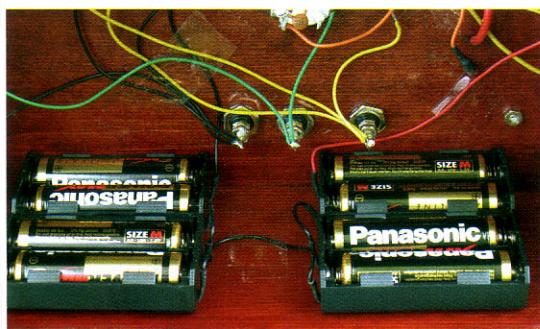
Das Radio benötigt acht 1,5-V-Batterien vom Typ LR6 (Mignon, AA). Die Batterien sind nicht im RADIOMANN enthalten, weil sie ganz frisch sein müssen. Am besten eignen sich Alkali-Batterien, mit denen die längste Betriebsdauer erreicht wird. Verwende keine wiederaufladbaren Batterien oder Akkus, da sie eine zu kleine Spannung von nur 1,2 V haben und im Fall eines Fehlers zu viel Strom liefern.

Vor dem Einsetzen der Batterien muss

der Betriebsschalter ausgeschaltet sein. Der Drehknopf am Regler „Rückkopplung“ musst du dafür ganz nach links drehen. Man hört das Klicken des Kontakts beim Ein- und Ausschalten. Drehe das Gehäuse um und setze die Batterien ein. Achte dabei auf die richtige Polung.

Als Nächstes setze die Röhre in ihre Fassung ein. Vorsicht, die Anschlussstifte dürfen sich nicht verbiegen. Die Röhre hat neun Stifte oder Pins mit einem größeren Abstand zwischen Pin 1 und Pin 9. Sie passt nur in einer Richtung in die Fassung. Zunächst braucht noch keine der beiden Spulen eingesetzt werden. Der RADIOMANN hat zwei Spulen, mit denen man den Empfangsbereich Mittelwelle oder Kurzwelle auswählen kann. Die flache Spule für Mittelwelle hat viele Windungen für eine große Wellenlänge. Die Kurzwellenspule in Zylinderform hat weniger Windungen und empfängt die kürzeren Wellenlängen. Die jeweilige Spule bildet zusammen mit dem Drehkondensator einen so genannten Schwingkreis, der auf eine gewünschte Frequenz eingestellt werden kann. Nach links gedreht, empfängst du eine kleine Frequenz und große Wellenlänge, nach rechts, eine große Frequenz und kleine Wellenlänge. Das kennst du bestimmt schon von anderen Radios: Die Frequenz wird in Kilohertz (kHz) oder Megahertz (MHz) angegeben, die Wellenlänge in Metern (m).

Wellenlänge und Frequenz gehören zusammen. Bei 1000 kHz (= 1 MHz) beträgt die Wellenlänge 300 m (Mittelwelle). Bei einer Frequenz von 10 000 kHz (= 10 MHz) ist die Wellenlänge 30 m, deshalb spricht man hier von Kurzwelle. Klar, es gibt auch noch die Langwelle mit noch kleineren Frequenzen. Mit einer selbstgebauten Spule kannst du auch Sender im Langwellenbereich empfangen.



Das Batteriefach

2 Es geht los auf Mittelwelle!

Jetzt kommt der große Augenblick! Du hast bereits die Batterien eingelegt und schaltest nun das Radio ein.

1 Der RADIOMANN wird angeheizt

Drehe den Knopf für die Rückkopplung etwas nach rechts, bis es klickt. Zuerst passiert nichts. Erst nach etwa zehn Sekunden siehst du zwei rot glühende Punkte in der Röhre. Wenn die Röhrenheizung ihre Endtemperatur erreicht hat, erkennst du zwei kleine Metallrörchen, die nun auf der ganzen Länge glühen. Es ist typisch für alle Röhrenradios, dass man nach dem Einschalten etwas warten muss, bis das Radio in voller Lautstärke ertönt.

Wenn deine Röhre einige Minuten lang in Betrieb war, erwärmt sie sich auch außen. Der Glaskolben ist angenehm warm. In anderen Geräten können Röhren sehr heiß werden. Die Röhre im RADIOMANN wird dagegen nur etwas warm, weil eine kleine Spannung verwendet wird. Man kann sich also an der Röhre nicht die Finger verbrennen.

2 Bekannte Klänge – der Ortssender

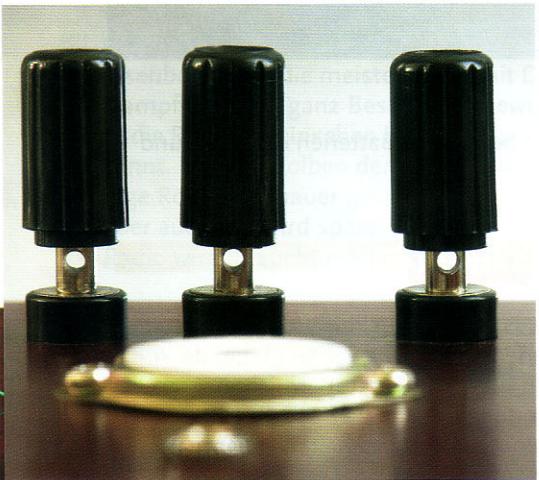
Setze die Flachspule für den Mittelwellenempfang ein. Schraube dazu die Kappen der Anschlussbuchsen etwas hoch. Die Schraubenkontakte der Spule müssen dann durch die Löcher in der Mitte der Buchsen gesteckt werden. Danach

»Info-Radio«

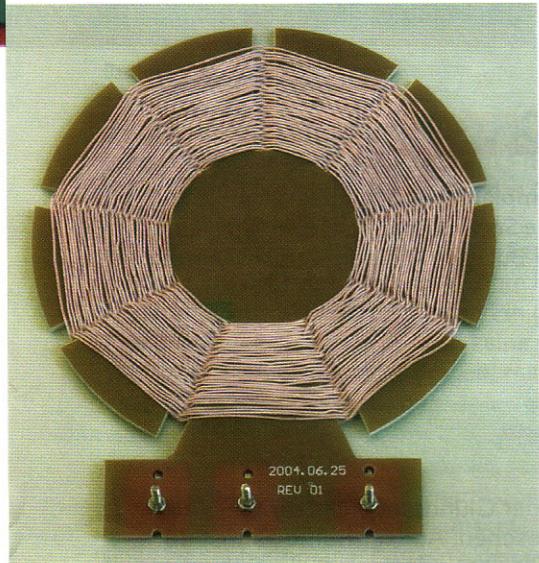
Die Spannung muss stimmen

Der Heizfaden in der Röhre ist – wie der Glühdraht einer Lampe – für eine ganz bestimmte Spannung vorgesehen. Auf der Röhre kannst du die Typenbezeichnung 12AU7 lesen. Sie sagt schon, dass die Röhrenheizung für 12 V ausgelegt ist.

Acht neue 1,5-V-Batterien haben zusammen 12 V. Der RADIOMANN funktioniert auch noch, wenn die Batterien nur noch eine Spannung von 9 V haben. Während des Betriebs fließt ein Strom von 150 mA. Mit einem Satz Batterien kann man viele Stunden lang Radio hören. Am besten eignen sich Alkali-Batterien, denn sie halten besonders lange.



Geöffnete Anschlussbuchsen



Die Mittelwellen-Flachspule mit Schraubenkontakten

schraubst du die Kappe wieder fest. Die Anschlüsse werden dadurch festgeklemmt und haben einen guten Kontakt.

Die Spule passt nur in einer Richtung in die Anschlussbuchsen. Links ist der Masseanschluss (Erde), verbunden mit der inneren Wicklung der Spule. In der Mitte liegt die Anzapfung bei der zehnten Windung von innen. Rechts liegt der Anschluss, der in den Schaltbildern den oberen Anschluss der Spule markiert.

Beginne deine Reise durch den Äther mit dem Ortssender auf Mittelwelle, dem stärksten Sender an deinem Wohnort. Es funktioniert ganz ohne Antenne. Stecke den Stecker des Kopfhörers in die Anschlussbuchse des Radios, warte bis die Röhre angeheizt ist und setze den Kopfhörer auf. Drehe den Rückkopplungsregler weit nach rechts. Stimme dann die Empfangsfrequenz mit dem Drehkondensator langsam über den ganzen Bereich ab. An einigen Stellen wirst du ein Pfeifen oder ein Zwitschern hören. Hier liegen die Sendefrequenzen der einzelnen Stationen. Suche den lautesten Sender aus und stimme den Drehkondensator so ab, dass nur ein tiefer oder kein Ton mehr zu hören ist. Drehe dann die Rückkopplung zurück, bis du den Sender klar empfangen kannst. Die Flachspule dient nun gleichzeitig als Antenne, ähnlich wie eine Ferritantenne in den modernen Radios. Drehe das Radio etwas und probiere, in welcher Richtung die Lautstärke am höchsten ist.

3 Die Lautstärke verändern

Die Rückkopplung hat eine Einstellung mit größter Empfindlichkeit, kurz vor dem Schwingungseinsatz, bei dem du ein Pfeifen hörst. Das Radio hat keinen Lautstärkeregler. Aber über die Rückkopplung kannst du auch die Lautstärke verringern. Wenn der Sender zu laut ist, drehe einfach etwas nach links.

4 Strecke deine Fühler aus!

Mit einer Drahtantenne kannst du auch entferntere und schwächere Sender empfangen. Spanne die Antenne möglichst hoch im Zimmer aus. Befestigungspunkte findest du zum Beispiel am Buchdeckel eines schweren Buchs in deinem Regal, an dem du die Krokodilklemme anklemmst. Verbinde den gelben Antennendraht mit dem Antennenanschluss 1. Auch hier muss der Draht wie bei der Spule durch dass mittlere Loch geführt und festgeschraubt werden. Dein Ortsender ist nun wesentlich lauter zu empfangen. Und du findest auch andere Sender. Suche für jede Frequenz die optimale Einstellung der Rückkopplung.

5 Den richtigen Anschluss finden

Versuche auch einmal den Antennenanschluss 3. Je nach Aufhängung der Antenne kannst du eine größere Lautstärke erreichen als mit dem Anschluss 1. Oft erreicht man mit diesem Anschluss aber nicht mehr die höheren Frequenzen auf

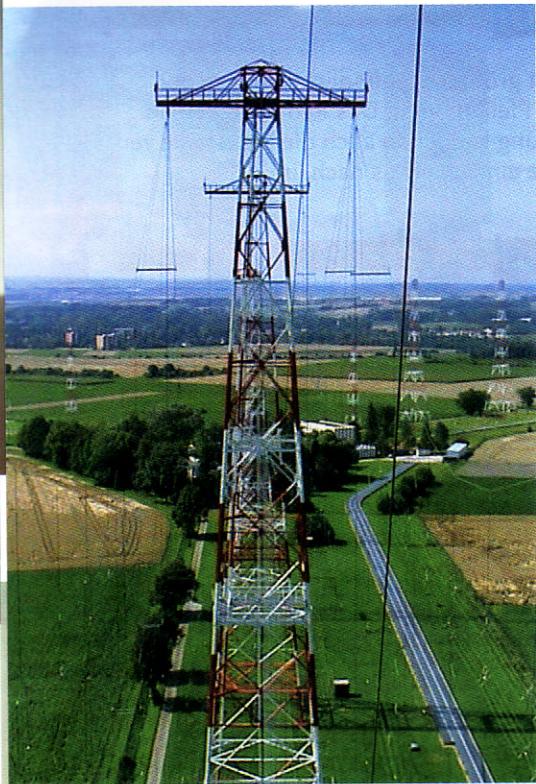
» Info - Radio «

Frequenzen

Die Mittelwellenspule überstreicht den ganzen Frequenzbereich von 530 kHz bis über 1600 kHz. Wenn der Dreh kondensator ganz nach links gedreht ist, ist die Frequenz am kleinsten. Ein Kilohertz (kHz) bedeutet 1000 Schwingungen in einer Sekunde. In der Mitte des Mittelwellenbereichs bei 1000 kHz wird also mit einer Million Schwingungen pro Sekunde gesendet. Die Wellenlänge beträgt 300 m.



Unsere Großväter damals: bei Wein und Radio



Sender Jülich

Mittelwelle, weil der gesamte Abstimmungsbereich etwas nach unten verschoben wird. Aber am unteren Ende funktioniert der Anschluss 3 besonders gut. Es kommt also darauf an, welchen Sender du hören möchtest.

6 Immer gut geerdet?

Noch besser wird der Empfang mit einem Erdanschluss. Verbinde das grüne Erdkabel mit dem Erdanschluss des Radios. Klemme die Krokodilklemme des Erdkabels an einem Wasserhahn oder an einem blanken Heizungsrohr fest. Damit bekommt dein Radio einen Anschluss zur Erde. Sie bildet den Gegenpol zur Antenne. Zwischen den Anschlüssen Erde und Antenne liegt eine Hochfrequenzspannung, die dein Radio verarbeitet.

Übrigens, die Erde in deinem Blumentopf hilft hier nicht weiter. Es muss schon die große Erde sein, dieselbe Erde, auf der auch der Sendemast der Rundfunkstation steht.

7 Wenn es Nacht wird auf Mittelwelle

Schalte deinen RADIOMANN einmal spät am Abend ein. Die Reichweite von Mittelwellensendern ist am Tage auf etwa 100 km beschränkt. Aber am Abend und in der Nacht steigt sie auf über 1000 km an. Nun kannst du Sender aus ganz Europa hören. Es ist oft erstaunlich, wie laut weit entfernte Stationen zu hören sind. Manchmal sind sie sogar besser zu empfangen als der Ortssender.

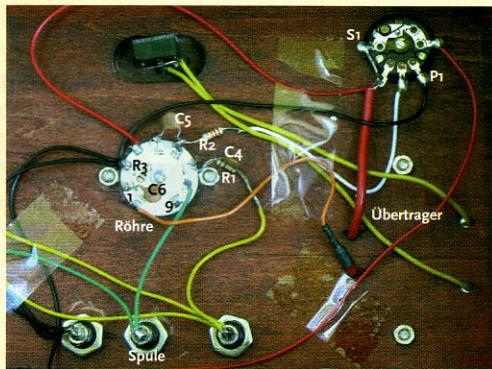
Nimm dir viel Zeit, Stationen aus allen europäischen Ländern zu hören. Oft wirst du neue Stationen und Programme entdecken. Wundere dich nicht, wenn du einmal Radio China in deutscher Sprache empfangen kannst. Einige ferne Länder betreiben Sender in Europa. Radio China sendet von Luxemburg aus. Oder du hörst plötzlich indische Klänge auf Mittelwelle. Es kann sich dabei zum Beispiel um einen Privatsender aus England handeln. Interessant sind auch die deutschsprachigen Programme aus Osteuropa.

Bauteile und Verbindungen

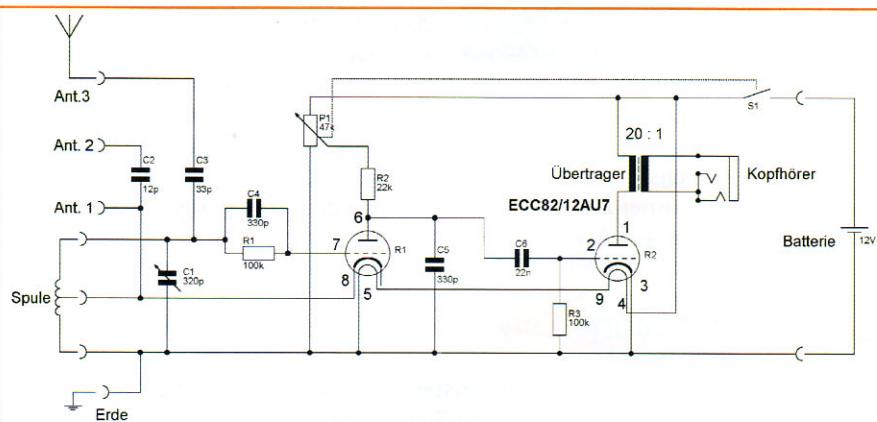
Unten siehst du das komplette Schaltbild des Radios. Hinten im Anleitungsheft findest du eine Übersicht aller verwendeten Schaltsymbole. Die 12AU7/ECC82 ist eine Doppeltriode. Im Vergleich zu den ersten „Radiomännern“ wird eine größere Lautstärke erreicht. Die ECC82 wird eigentlich für größere Spannungen gebaut. Aber zwei Röhren statt einer gleichen die kleine Spannung wieder aus.

Die linke Röhre arbeitet in der Audionschaltung, ist also der eigentliche Empfänger. Der Schwingkreis aus Spule und Drehkondensator am Eingang des Audions bestimmt die Empfangsfrequenz. Es gibt drei Antennenanschlüsse, von denen man je nach Antenne und Frequenz den günstigsten auswählen kann. Die rechte Röhre arbeitet als Verstärker. Der

Übertrager am Ausgang wird direkt mit dem Kopfhörer verbunden. Das besondere an dieser Schaltung ist, dass die Batterien sowohl die Heizspannung als auch die Anodenspannung liefern.



Die Bauteile und ihre Verdrahtung



Das komplette Schaltbild des Empfängers

3 Auf Kurzwelle rund um den Globus

Während Mittelwellensender nur eine begrenzte Reichweite haben, können auf Kurzwelle riesige Reichweiten rund um den Globus erreicht werden. Viele Länder betreiben daher Auslandsdienste mit Kurzwellensendern. Sie richten sich teilweise an die eigenen Bürger in der Ferne und teilweise an interessierte Menschen aus anderen Ländern. Deshalb kann man oft Sender aus fernen Ländern in deutscher Sprache hören.

8 Spulenwechsel

Setze die Kurzwellenspule ein. Verbinde die Drahtantenne mit dem Antennenanschluss 2 und verwende auch die Erdleitung. Drehe die Rückkopplung auf und

suche Frequenzen, an denen sich ein starker Sender durch lautes Pfeifen ankündigt. Drehe dann die Rückkopplung so weit zurück, dass die Station klar zu empfangen ist.

Die Abstimmung von Kurzwellensendern erfordert viel Fingerspitzengefühl. Während nur etwa 100 Sender in den Mittelwellenbereich passen, könnten im Kurzwellenbereich mehr als 1000 Sender nebeneinander senden. Die Einstellung des Drehkondensators muss also zehnmal genauer sein als auf Mittelwelle. Das erfordert einige Übung. Du wirst schnell feststellen, dass immer mehrere Sender nahe beieinander in einem Rundfunkband liegen. Dazwischen ist die Senderdichte zwar geringer, aber auch hier kannst du einige interessante Stationen finden.

Die Kurzwellenspule

Auf Kurzwelle erreichst du selbst tagsüber große Reichweiten. Stationen aus ganz Europa sind immer zu hören. Am Abend steigt auch hier die Reichweite, sodass sogar Sender aus Asien oder Afrika zu empfangen sind.

9 Außenantenne

Führe deine Drahtantenne aus dem Fenster und spanne sie draußen frei aus. Verbinde das Ende des Drahts mit einer Schnur, die du beispielsweise an einem Baum oder am Gartenhäuschen befestigst. Aber Vorsicht, niemand sollte dabei

aus dem Fenster oder vom Baum fallen. Lass dir von deinen Eltern helfen. Bei aufziehendem Gewitter die Antenne sofort einholen! Eine Außenantenne bringt einen viel besseren Empfang als der im Zimmer ausgespannte Draht. Wenn du die Möglichkeit dazu hast, hänge eine bis zu 10 m lange Drahtantenne auf. Je höher sie über dem Boden ausgespannt ist, desto besser ist es. Aber schon ab 2 m Höhe erreicht man zufriedenstellende Ergebnisse.

»Info-Radio«

Kurzwellenbänder

Der alte RADIOMANN hatte nur einen Frequenzbereich. Aber jetzt kannst du mit den beiden Spulen den Bereich wählen: Dein Radio empfängt nicht nur Mittelwelle, sondern auch Kurzwelle von 5,5 MHz bis über 16 MHz. Für den Rundfunk wurden bestimmte Frequenzbereiche festgelegt. Die wichtigsten Bänder für deinen Empfänger sind:

49-m-Band: 5,95 – 6,20 MHz

41-m-Band: 7,10 – 7,30 MHz

31-m-Band: 9,50 – 9,90 MHz

25-m-Band: 11,65 – 12,05 MHz

19-m-Band: 15,10 – 15,60 MHz

Die verschiedenen Frequenzen haben ganz unterschiedliche Ausbreitungsbedingungen. Am Tage erzielt man auf den höheren Frequenzen große Reichweiten bis zu mehreren tausend Kilometern. Im 49- und 41-m-Band hört man dann Sender aus dem eigenen Land und aus den Nachbarländern.

Später am Abend steigen die Reichweiten auch auf den tieferen Frequenzen. Viele Sender passen sich den Bedingungen an und wechseln mehrmals am Tag die Frequenz.



Die Sendersuche erfordert Fingerspitzengefühl

10 Mit spitzen Ohren

Wie weit reicht dein RADIOMANN? Schaffst du es, ein schwaches Signal aus Indien oder Afrika zu hören? Die Wellenjagd kann ein spannendes Hobby werden. Es erfordert schon einige Übung, immer die beste Einstellung des Rückkopplungsreglers und des Drehkondensators zu finden. Aber dafür wirst du mit Programmen belohnt, die du sonst nicht hören kannst. Was gibt es neues in Bangkok? Welche Schlager hört man in Neu Delhi, und wie gefällt dir die Musik aus Marokko? Oder höre einmal Nachrichten in einer dir unbekannten Sprache ...

4 Von lauten und leisen Tönen

Dein RADIOMANN ist viel mehr als nur ein Radio. Du kannst auch andere Röhrenversuche durchführen und dabei überraschende Erkenntnisse gewinnen.

11 Verstärker und Lautsprecher

Vielleicht möchtest du einmal deinen RADIOMANN vorführen und dazu einen Lautsprecher verwenden. Schließe statt des Kopfhörers einen Verstärker an. Verwende zum Beispiel die Aktivbox deines Computers. Ein Stereo-Anschlusskabel mit 3,5-mm-Klinkenstecker passt in die Kopfhörerbuchse.

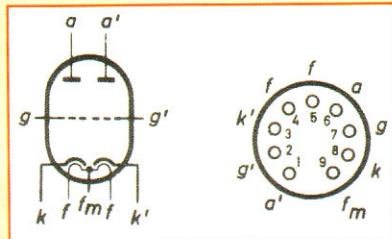
Du kannst auch eine Stereoanlage als Verstärker einsetzen, wenn sie den richtigen Anschluss hat.

Wenn du einen Computer mit Soundkarte hast, kannst du auch eine Verbindung zum Eingang „Line In“ herstellen. Mit dem Computer können natürlich auch Aufnahmen gespeichert werden. Du könntest zum Beispiel die Pausenzeichen aller Rundfunksender sammeln.

»Info-Radio«

Direkte und indirekte Heizung

Die deutsche Typenbezeichnung der Röhre 12AU7 lautet ECC82, wobei das E alle Röhren kennzeichnet, die mit 6 V geheizt werden. Diese Röhre kann mit 6 V oder mit 12 V geheizt werden, denn beide Heizfäden kann man entweder in Reihe oder parallel schalten. Wir haben die Reihenschaltung gewählt, damit die gleiche Spannung von 12 V auch als Anodenspannung genutzt werden kann. Deshalb bleibt der Mittelan schluss fm der Heizfäden am Pin 9 frei. Die Röhre RE074D im ersten RADIOMANN hatte eine direkt geheizte Kathode in Form eines Glühdrahts ähnlich wie in einer Glühlampe. Der Glühdraht war dabei zugleich die Kathode. Die spätere EF98 und auch die jetzt eingesetzte ECC82 verwenden indirekt geheizte Kathoden. Das eigentliche Kathodenröhrrchen enthält einen isolierten Heizfaden, der es von innen zum Glühen bringt.



Sockelschaltbild der ECC82

Fliegende Elektronen im Vakuum

Die Röhre besteht aus einem luftleeren Glasgefäß. Im Betrieb fliegen Elektronen durch das Vakuum. Elektronen sind kleinste, negativ geladene Teilchen der Atome. Frei bewegliche Elektronen findet man in allen Metallen. Aber sie lassen sich nicht leicht aus dem Metall befreien, weil sie von den positiv geladenen Atomkernen angezogen werden. Da hilft eine hohe Temperatur. Die

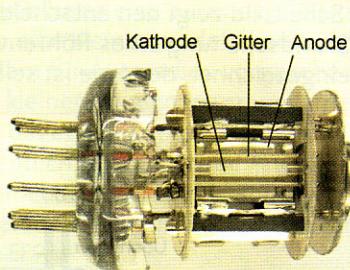
Elektronen geraten in so schnelle Bewegungen, dass einige aus der Metallocberfläche geschleudert werden.

Die heiße Metallelektrode in der Mitte einer Röhre nennt man Kathode. Man erkennt sie im Betrieb als glühendes Röhrchen. Die Anode ist das Blech außen. Sie wird im Betrieb an eine positive Spannung gelegt. Da Elektronen negativ geladen sind, zieht die Anode die freien Elektronen in der Röhre an. Um die Kathode herum ist ein Drahtgitter angeordnet.

Dies ist das Steuergitter der Triode. Die elektrische Spannung am Gitter steuert den Strom zur Anode. Wenn das Gitter stark negativ aufgeladen wird, werden Elektronen zurückgestoßen. Liegt keine Spannung am Steuergitter, können fast alle Elektronen bis zur Anode gelangen.

Lies einmal die sehr ausführliche Erklärung der Elektronenröhre im Handbuch zum alten RADIOMANN. Alles, was dort zur Triode RE074D geschrieben wurde, gilt in gleicher Weise für die modernere ECC82.

Die ECC82 ist eine Doppelröhre, genauer gesagt eine doppelte Triode. Jede Triode hat drei Anschlüsse: je einen für die glühende Kathode, die Anode in Form eines äußeren Blechs und das Steuergitter, die feine Drahtwendel um die Kathode.



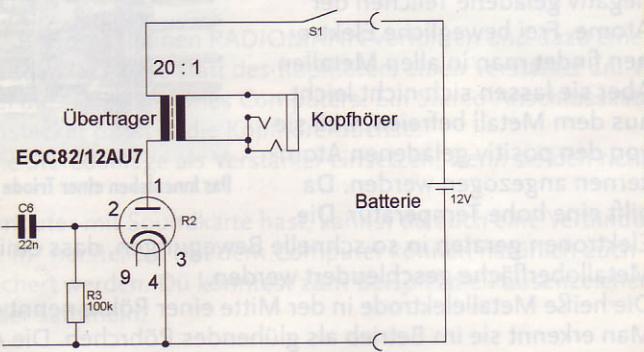
Das Innenleben einer Triode

12 Es brummt

Berühre einmal das Steuergitter der Ausgangsröhre (Pin 2) mit dem Finger oder mit einem Stück Draht. Im Kopfhörer hörst du ein Brummen. Dieser „Fingertest“ funktioniert bei jedem NF-Verstärker, wenn Steckdosen und Netzkabel in der Nähe sind. Eine Elektronenröhre wird meist als Verstärker eingesetzt, so auch in deinem Radio. Eine kleine Eingangsspannung wird verstärkt und liefert am Kopfhörerausgang eine größere Spannung.

Die Röhre verstärkt

Das Schaltbild zeigt den entscheidenden Teil deines Radios und damit die Grundschaltung eines Röhrenverstärkers. Die Heizung ist nicht mit eingezzeichnet, denn sie ist selbstverständlich.

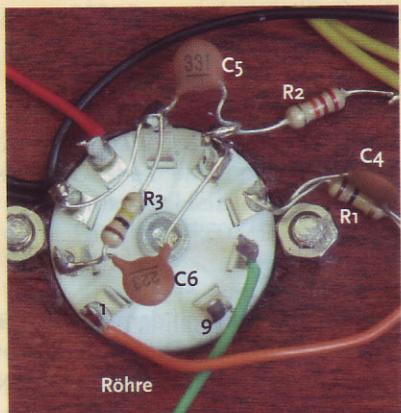


Der Verstärker

In deinem Radio wird eine Anodenspannung von nur 12 V verwendet. Am Gitter stellt sich von ganz allein eine geringe negative Spannung ein, weil so viele Elektronen auf dem Gitter landen, wie es die abstoßende Wirkung der negativen Ladung erlaubt. Wenn du den Gitteranschluss berührst, kommt eine kleine Wechselspannung hinzu. Der

Anodenstrom wird im Takt dieser Wechselspannung verändert. Es entsteht ein Wechselstrom durch den Kopfhörer, den man als Brummen hört.

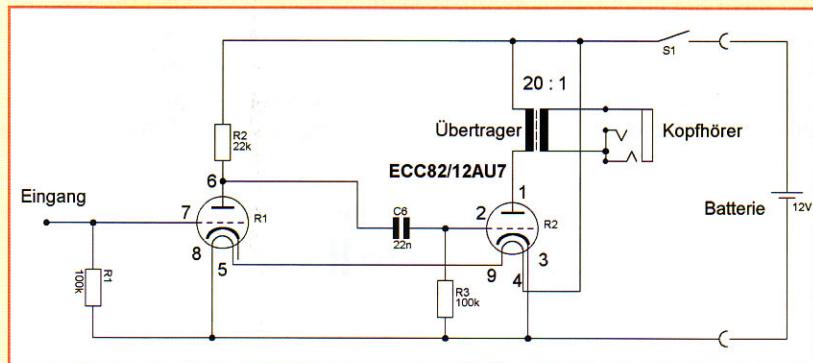
Moderne Kopfhörer haben einen Widerstand von 32 Ohm, der nicht gut zu dem geringen Anodenstrom einer Röhre passt. Damit trotzdem eine ausreichende Lautstärke erzielt wird, muss der Widerstand durch den Ausgangsübertrager angepasst werden. Er transformiert die Spannung herunter und vergrößert damit den Strom durch den Kopfhörer.



Die Röhrenfassung

Verstärkerstufen

Der RADIOMANN in den 1960er Jahren hatte eine besondere Niederspannungs röhre EF98, die speziell für eine kleine Anodenspannung von 12 V entwickelt wurde und vor allem für Autoradios vorgesehen war. Diese Röhre erreichte schon bei kleiner Anodenspannung eine große Verstärkung. Die ECC82 wurde dagegen hauptsächlich für Fernsehempfänger entwickelt und ist eigentlich für eine große Anoden spannung bis 250 V vorgesehen. Deshalb ist zwar die Verstärkung einer einzelnen Triode geringer, aber beide Stufen zusammen erreichen sogar eine bessere Lautstärke als die EF98.



Der zweistufige Verstärker

13 Bitte lauter!

Berühre nun das Gitter am Pin 7 der ersten Triode mit dem Finger. Für den Versuch muss eine Spule eingesetzt sein und der Rückkopplungsregler muss halb aufgedreht sein. Du wirst ein lautes Brummen hören, wesentlich lauter als beim Berühren des Gitters der zweiten Triode.



Ein moderner Röhrenverstärker

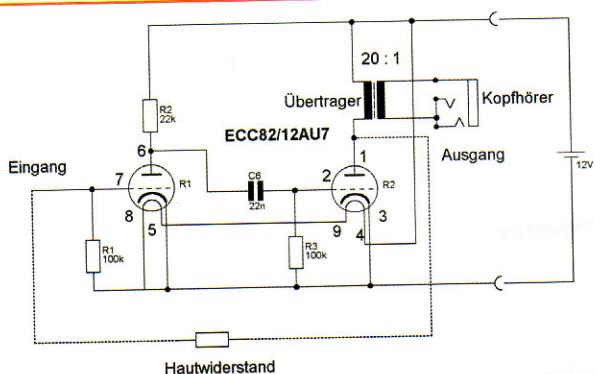
14 Was piepst denn da?

Berühre mit zwei Fingern das Gitter der ersten Röhre (Pin 7) und gleichzeitig die Anode der zweiten Röhre (Pin 1). Aus dem Kopfhörer hörst du ein lautes hohes Pfeifen. Der Klang kann mit dem Rückkopplungsregler verändert werden. Außerdem ändert sich die Tonhöhe, wenn du die Anschlüsse mehr oder weniger fest berührst. Dein Röhrengerät kann also Klänge verstärken und selbst Töne erzeugen.

»Info-Radio«

NF-Rückkopplung

Mit deinem Finger erzeugst du eine Rückkopplung. Gemeint ist diesmal nicht die Hochfrequenz-Rückkopplung beim normalen Radioempfang, sondern ein Teil der Tonfrequenz-Ausgangsspannung wird auf den Eingang zurückgekoppelt und erscheint selbst wieder verstärkt am Ausgang. Derselbe Ton wird also laufend wieder verstärkt und erhält sich selbst.



Ein zweistufiger Verstärker mit Rückkopplung

5 Mit Spule und Kondensator

Die Antenne nimmt ein Gemisch unzähliger Frequenzen von unterschiedlichen Sendern aus aller Welt auf. Aber man möchte zu einer bestimmten Zeit nur einen Sender hören. Die Trennung (Selektion) übernimmt der Schwingkreis aus Spule und Drehkondensator. Elektrische Energie schwingt mit der Frequenz des eingestellten Senders zwischen Spule und Kondensator hin und her. Der Schwingkreis hat eine Eigenfrequenz, die sowohl von der Spule als auch vom Kondensator abhängt. Je mehr Drahtwindungen die Spule hat und je mehr von der gesamten Plattenfläche des Drehkondensators sich gegenübersteht, desto langsamer ist die Schwingung und desto geringer also ist die Eigenfrequenz des Schwingkreises. Deshalb hat die Mittelwellenspule mehr Drahtwindungen als die Kurzwellenspule.

15 Antippen genügt

Setze die Kurzwellenspule ein und stelle dein Radio so ein, dass du einen Sender klar empfangen kannst. Berühre nun den Schwingkreis mit dem Finger. Das Radio verstummt. Offensichtlich entzieht dein Finger dem Schwingkreis Energie. Das gleiche passiert, wenn du einen Schraubendreher in die Spule hälst.



Dämpfung der Hochfrequenzschwingungen

Der Schwingkreis

Der Schwingkreis in deinem Radio ist mit einer Gitarrensaite vergleichbar. Auch die Saite wird auf eine Frequenz beziehungsweise Tonhöhe gestimmt. Wenn man die Saite anzupft, erklingt ein ganz bestimmter Ton. Wenn du mit einem anderen Instrument genau den gleichen Ton triffst, beginnt die Saite zu schwingen. Die Saite wird zu einem Schallempfänger für genau diese Frequenz, du kannst die Bewegung sehen. Diesen Vorgang nennt man Resonanz (Wiedertönen). Berühre die schwingende Saite mit dem Finger. Du spürst die Schwingungen. Gleichzeitig verliert die schwingende Saite Energie, sodass die Schwingungen gedämpft werden und schnell aufhören.

Ein elektrischer Schwingkreis besteht immer aus einer Spule und einem Kondensator. In der Spule bildet sich ein Magnetfeld, in dem elektrische Energie enthalten ist. Ebenso speichert der Kondensator Energie in seinem elektrischen Kraftfeld. Die Energie schwingt mit der Eigenfrequenz des Schwingkreises zwischen Spule und Kondensator hin und her.

Der Radio-Schwingkreis wird im Resonanzfall, also wenn die Eigenfrequenz mit der Frequenz eines Senders übereinstimmt, durch die Antenne zu elektrischen Schwingungen angeregt.

Diese elektrischen Schwingungen des Schwingkreises sind zwar nicht sichtbar, aber du kannst das zugehörige Radioprogramm hören. Die elektrischen Schwingungen werden durch deinen Finger gedämpft und hören auf. Zusammen mit dem Spulendraht und dem Isolierlack bildet dein Finger einen Kondensator, über den ein Hochfrequenzstrom durch deinen Körper fließt. Die elektrischen Schwingungen werden deshalb geschwächt.

16 Anders ankoppeln

Bisher hast du mit der Kurzwellenspule den Antennenanschluss 2 verwendet. Versuche nun einmal den Anschluss 1. Du wirst feststellen, dass die Abstimmung auf einen starken Sender einfacher wird, weil sie nicht mehr so genau sein muss. Aber nahe beieinander liegende Sender können nicht mehr getrennt werden. Dein Radio ist weniger trennscharf. Mehrere Sender können gleichzeitig aus dem Kopfhörer ertönen. Die genaue Einstellung der Rückkopplung ist nicht mehr so wichtig. Das Radio hat mit dem Antennenanschluss 1 mehr Lautstärke, aber zugleich weniger Trennschärfe.

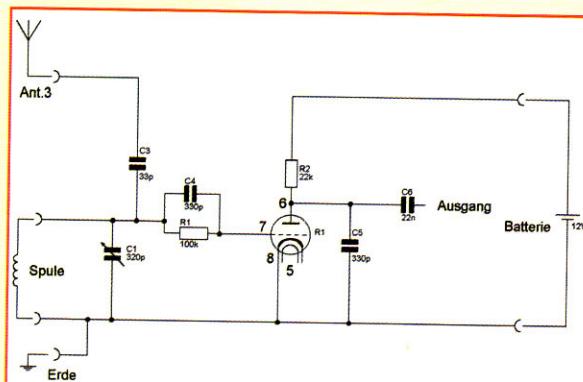
Das Audion

Die erste Triode in deinem Radio ist der eigentliche Empfänger. Das Schaltbild zeigt die vereinfachte Schaltung noch ohne die Rückkopplung. Es ist eine typische Audionschaltung, wie sie in der Anfangszeit der Radiotechnik und auch im alten RADIOMANN eingesetzt wurde. Das Wort „Audion“ kommt von „Audio“ und bedeutet nichts anders als eine Schaltung, die Radiosignale hörbar macht.

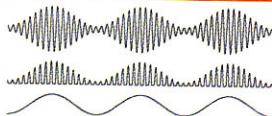
Rundfunksender auf Mittelwelle und auf Kurzwelle verwenden meist die so genannte Amplitudenmodulation (AM). Der Sender überträgt dabei nicht einfach nur Hochfrequenzschwingungen, sondern die Höhe (Amplitude) der Schwingungen wird im Takt von Sprache oder Musik verändert (moduliert).

Damit man etwas hört, muss das Empfangssignal zuerst demoduliert werden, das bedeutet, die Modulationsspannung muss aus dem Signal wieder zurückgewonnen werden. Das geschieht, indem man eine Hälfte der HF-Schwingungen abschneidet.

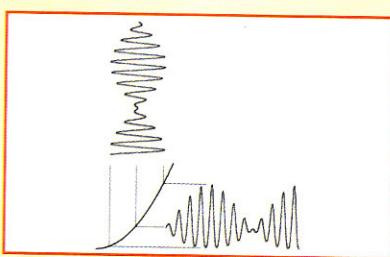
Die Audionschaltung übernimmt zugleich die Funktion des Demodulators und des Verstärkers. Die Verstärkung der Röhre nimmt mit der Eingangsspannung zu. Die positiven Halbwellen des empfangenen Signals werden deshalb mehr verstärkt als die negativen Halbwellen.



Die Grundschaltung des Audions



Modulation und Demodulation



Demodulation durch eine Röhre

17 Dumpfe und klare Klänge

Empfange deinen Ortssender im Mittelwellenbereich ganz ohne Antenne mit sorgfältig auf größte Lautstärke eingestellter Rückkopplung. Der Klang ist sehr dumpf. Jetzt ist die Trennschärfe zu hoch und die Bandbreite zu gering, sodass die hohen Töne nicht mehr zu hören sind.

Verbinde nun die Antenne mit dem Anschluss 3. Der Empfang wird klarer, denn die höheren Töne werden deutlich besser übertragen.

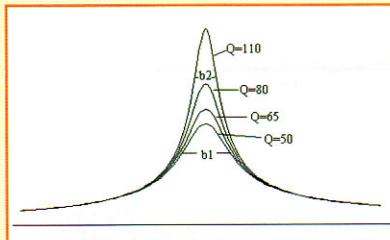
Eine geringe Antennenkopplung am Anschluss 1 und die richtig eingestellte Rückkopplung führen zu einer geringen Bandbreite, daher wird der Klang dumpf. Mit dem Antennenanschluss 3 dagegen wird die Dämpfung durch die Antenne größer. Damit steigt auch die Bandbreite, sodass alle Töne übertragen werden.

»Info-Radio«

Trennschärfe

Wie gut ein Schwingkreis nahe beieinander liegende Sender trennen kann, hängt von seinem Gütefaktor (kurz Güte) ab. Die Güte Q ist das Verhältnis von Bandbreite zu Resonanzfrequenz. Wenn bei einer Empfangsfrequenz von 1000 kHz eine Bandbreite von 10 kHz gewünscht wird, muss die Güte 100 betragen. Die Zeichnung zeigt, wie stark die Schwingungen bei der Resonanzfrequenz und in ihrer Nähe sind. Eine hohe Güte führt zu einer guten Trennschärfe und zu einer großen Lautstärke. Man erreicht sie, wenn möglichst wenig der im Schwingkreis hin- und herschwingenden Energie verloren geht. Dazu muss die Spule aus Draht mit sehr wenig Widerstand gewickelt werden. Außerdem ist es entscheidend, wie die Antenne angeschlossen wird.

Dazu muss die Spule aus Draht mit sehr wenig Widerstand gewickelt werden. Außerdem ist es entscheidend, wie die Antenne angeschlossen wird. Denn eine Antenne empfängt nicht nur Energie, sondern sie strahlt auch Energie ab. Der Antennenanschluss 1 liegt an der Mittelanzapfung der Kurzwellenspule. Deshalb bewirkt die Antenne eine große Dämpfung, was wiederum die Güte verringert und zu einer größeren Bandbreite führt. Mit dem Anschluss 2 ist die Kopplung zwischen Antenne und Schwingkreis lose, weil noch ein kleiner Kondensator in der Anschlussleitung liegt. Von fester Antennenkopplung spricht man dann, wenn die Antenne sehr direkt, etwa am oberen Ende des Schwingkreises oder an einer hohen Anzapfung der Spule, angeschlossen wird.



Resonanzkurven mit unterschiedlicher Güte und Bandbreite

an zapfung der Kurzwellenspule. Deshalb bewirkt die Antenne eine große Dämpfung, was wiederum die Güte verringert und zu einer größeren Bandbreite führt. Mit dem Anschluss 2 ist die Kopplung zwischen Antenne und Schwingkreis lose, weil noch ein kleiner Kondensator in der Anschlussleitung liegt. Von fester Antennenkopplung spricht man dann, wenn die Antenne sehr direkt, etwa am oberen Ende des Schwingkreises oder an einer hohen Anzapfung der Spule, angeschlossen wird.

HF-Rückkopplung

Die Güte eines Schwingkreises hängt davon ab, wie viel von der schwingenden elektrischen Energie verloren geht. Ein Teil der vorhandenen

Energie wird laufend in Wärme

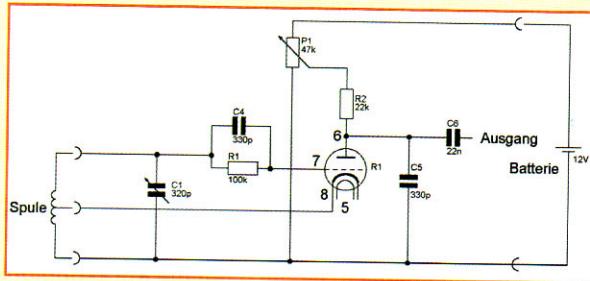
umgewandelt. Das bedeutet zugleich, dass die Spannung am Schwingkreis klein bleibt. Schwache Sender können nicht empfangen werden.

Die entscheidende Erfindung bei der Entwicklung des Audions war die Entdämpfung des Schwingkreises durch Rückkopplung. Ein Teil der in der Röhre verstärkten Hochfrequenzschwingungen wird wieder in den Schwingkreis gekoppelt. Wenn gerade so viel Energie zurückgeführt wird, wie insgesamt verloren geht, ist der Schwingkreis vollständig entdämpft und erreicht theoretisch eine unendliche hohe Güte. Tatsächlich kann die Güte bis auf Werte über 1000 ansteigen. Das führt zugleich zu einer großen Hochfrequenzspannung am Schwingkreis auch bei kleinen Antennenspannungen und zu einer Verbesserung der Trennschärfe. Nun empfängt das Radio auch schwache Signale.

Bei der Rückkopplung kommt es darauf an, dass gerade die richtige Verstärkung eingestellt wird. Wenn nämlich mehr Energie zurückgekoppelt wird, als verloren geht, erzeugt die Schaltung wie ein Sender eigene Schwingungen. Du hörst dann das bekannte Pfeifen im Kopfhörer. In deinem Radio wird zur Einstellung der Verstärkung die Anodenspannung der Audionröhre verändert. Je höher die Spannung, desto größer die Verstärkung.

Wenn aber die Dämpfung durch eine sehr direkte Antennenkopplung zu groß wird, kann es passieren, dass die Verstärkung der Röhre nicht mehr für eine optimale Einstellung der Rückkopplung ausreicht.

Schließe deine Antenne einmal im Kurzwellenbereich an den Antennenanschluss 3 an. Auch wenn du die Rückkopplung voll aufdreht, ist das bekannte Pfeifen nicht mehr zu hören, weil die Antenne den Schwingkreis zu sehr dämpft. Wenn du aber am Antennenanschluss 3 nur eine kurze Antenne wie zum Beispiel einen Draht mit 50 cm Länge anschließt, arbeitet das Radio wieder wie gewohnt.



Das Audion mit Rückkopplung

6 Hören und gehört werden

Hättest du gedacht, dass dein RADIOMANN zugleich ein Sender ist? Für die folgenden Versuche brauchst du ein zweites Radio, mit dem du deine eigene Sendestation empfangen kannst.

18 Ein eigener Sender

Stelle deinen RADIOMANN mit eingesetzter Mittelwellenspule, aber ganz ohne Antenne und Erdanschluss neben ein anderes Radio und suche dort einen Sender im Mittelwellenbereich. Drehe dann die Rückkopplung weit auf und drehe den Drehkondensator langsam über den ganzen Bereich. An einer Stelle hörst du im anderen Radio ein Pfeifen. Dein Gerät ist zu einem kleinen Sender geworden.

19 Das Pfeifkonzert

Mit dem Drehkondensator kannst du nun eine beliebige Tonhöhe einstellen. Es kommt zu einer Überlagerung (Interferenz) mit dem empfangenen Rundfunsender. Wenn dieser zum Beispiel auf 720 kHz sendet und dein Gerät auf 721 kHz eingestellt ist, hört man die Differenz von einem Kilohertz. Du kannst beliebige Tonhöhen einstellen. Bewege deine Hand in die Nähe der Flachspule. Dabei kommt es zu einer kleinen Frequenzänderung, die zu einer veränderten Frequenz des Überlagerungstons führt. Versuche einmal, durch die Bewegung deiner Hand eine Melodie zu spielen.

20 Hört man mich noch?

Untersuche auch die Reichweite deines Senders. Wenn du für die Überlagerung eine nicht zu starke Station wählst, kann dein Gerät bis zu 3 m überbrücken. Es ist also kein starker Sender und wird kaum zu Störungen bei deinen Nachbarn führen. Wenn aber eine lange Antenne angeschlossen ist, sollte eine überstarke Einstellung der Rückkopplung vermieden werden.

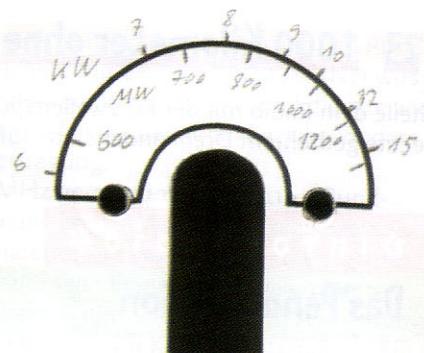
Übrigens ist umgekehrt ein normales Mittelwellenradio selbst auch ein schwacher Störsender. Die Sendefrequenz liegt meist um 450 bis 470 kHz oberhalb der eingestellten Empfangsfrequenz. Du kannst dieses „Störsignal“ mit deinem Radio hören, wenn du die Rückkopplung gerade oberhalb des Schwingungssatzes einstellst. An der richtigen Stelle hörst du das Signal des anderen Radios als Pfeifen.

21 Eine Skala zeigt die Frequenz

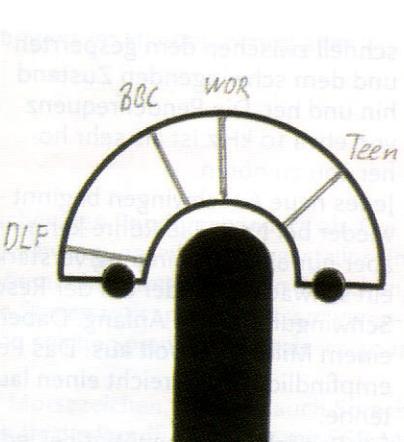
Bisher hast du alle Sender zufällig gefunden oder nach Gefühl abgestimmt, indem du dir gemerkt hast, wie weit der Drehkondensator jeweils hereingedreht war. Aber mit einer Skala ist es einfacher, bestimmte Stationen wiederzufinden. Zum RADIOMANN gehören leere Skalen, die du selbst beschriften kannst. Das Bild zeigt ein Beispiel. Hier wurden die Kurzwellenfrequenzen außen und die Mittelwellenfrequenzen innen einge-tragen.

Aber wie bekommt man die jeweilige Frequenz heraus? Eine Möglichkeit besteht darin, Sender zu suchen, deren Frequenz dir schon bekannt ist oder gerade angesagt wird. Einfacher ist aber der Vergleich mit einem anderen Radio. Drehe dazu die Rückkopplung so weit hoch, dass dein Radio zu einem kleinen Sender wird. Stimme deinen Sender dann so ab, dass er im anderen Radio erscheint. Nun kannst du die Frequenz an der Skala des anderen Radios ablesen und auf deiner Skala eintragen.

Beachte bitte, dass die Antenne und der gewählte Antennenanschluss einen gewissen Einfluss auf die Frequenz haben. Vor allem am oberen Ende des Bereichs wird die Frequenz mit angeschlossener Antenne meist etwas tiefer. Besonders mit dem Antennenanschluss 3 verschiebt sich die Frequenz deutlich nach unten. Die Skala soll deshalb unter den bewährten Bedingungen beschriftet werden.



Die Frequenzskala



Eine Skala mit Stationsnamen

22 Die Senderskala

Statt der Frequenz kannst du auch direkt die Namen der empfangbaren Stationen auf der Skala eintragen. Wenn du gestern mit Interesse die Weltnachrichten von BBC gehört hast, findest du die Station auch morgen wieder.

7

Versuche für Hochfrequenzbegeisterte

Kurzwellenfunk ist ein besonderes Hobby. Deshalb gibt es ja auch weltweit Funkamateure, die mit eigenen Sendern in Kontakt treten. Etwas von der Faszination der Hochfrequenz kannst du mit deinem RADIOMANN spüren, wenn du die folgenden Versuche durchführst.

23 1000 Kilometer ohne Antenne!

Stelle dein Radio mit der Kurzwellenspule ganz ohne Antenne mit weit nach rechts gedrehtem Drehkondensator auf eine Frequenz von über 10 MHz ein.

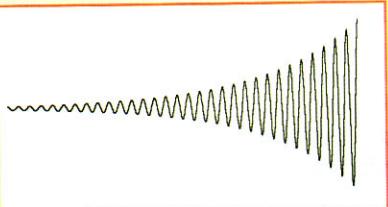
»Info-Radio«

Das Pendelaudion

Das Radio wird hier als Pendelaudion betrieben. Die stark aufgedrehte Rückkopplung führt zu kräftigen Hochfrequenzschwingungen. Dadurch fließt ein großer Gitterstrom und lädt das Gitter so lange negativ auf, bis die Röhre gesperrt ist. Nun klingen die Schwingungen ab. Nach kurzer Zeit hat der Gitterwiderstand das Gitter so weit entladen, dass die Röhre wieder neue Schwingungen entfachen kann. Die Schaltung pendelt also schnell zwischen dem gesperrten und dem schwingenden Zustand hin und her. Die Pendelfrequenz von etwa 10 kHz ist als sehr hoher Ton zu hören.

Jedes neue Anschwingen beginnt wieder bei Null. Die Röhre kann aber nur eine Schwingung verstärken, die bereits vorhanden ist. Wenn ein schwacher Sender auf der Resonanzfrequenz liegt, bilden seine Schwingungen den Anfang. Dabei reicht schon eine Spannung von einem Millionstel Volt aus. Das Pendelaudion ist also ganz besonders empfindlich und erreicht einen lauten Fernempfang ganz ohne Antenne.

Ein Pendelaudion benötigt bei jedem neuen Anschwingen bis zu 1000 Hochfrequenzschwingungen, bis die Röhre gesperrt wird. Deshalb funktioniert es nur bei höheren Frequenzen über 10 MHz.



Beginn einer Schwingung

Drehe dann die Rückkopplung voll auf. Nun hörst du ein Rauschen. Suche darauf den oberen Bereich ab. Du wirst einige weit entfernte Sender hören, die trotz der fehlenden Antenne laut und klar empfangen werden. Das Verhalten des Radios ist völlig anders als gewohnt. Das laute Rauschen wird immer an den Stellen leiser, an denen ein Sender erscheint. Außerdem ist im Hintergrund immer ein sehr hohes Pfeifen zu hören.

24 Morsezeichen empfangen

Die ersten Sender waren Telegraphiesender. Schon vor der Einführung des Rundfunks gab es den Schiffsfunk mit Morsezeichen. Mit deinem RADIOMANN wirst du aber auch heute noch Morsesender entdecken. Verschiedene Funkdienste wie Wetterstationen oder der Amateurfunk verwenden immer noch diese besonders einfache und störsichere Art der Datenübertragung.

Suche einmal den Bereich von 7,0 bis 7,1 MHz gerade unter dem 41-m-Rundfunkband mit stark eingestellter Rückkopplung ab. Hier wirst du einige Morsesender finden. Es handelt sich um Funkamateure aus ganz Europa, die sich per Morsezeichen unterhalten. Als Sprache dient meist Englisch mit vielen international vereinbarten Abkürzungen. Man tauscht Daten über Standort, Ausrüstung und Wetter aus und kann sich auch ganz persönlich im Klartext unterhalten. Ein kurzes Beispiel aus dem Anfang einer typischen Funkverbindung:

g3abc de dk7jd – tks fer call – rst 599 – name is burkhard – qth is essen

Im Klartext bedeutet das: G3ABC (englisches Rufzeichen) von DK7JD (deutsches Rufzeichen). Danke für den Anruf. Ich empfange Sie mit Lesbarkeit 5, Empfangsstärke 9 und Tonqualität 9. Mein Name ist Burkhard, der Standort ist Essen.

Das gesamte Morsealphabet findest du übrigens im Handbuch zum alten RADIOMANN.

25 Mickeymausstimmen

Suche einmal die Kurzwellenbereiche zwischen den Rundfunkbändern ab. Die Rückkopplung soll dabei gerade über dem Schwingungseinsatz eingestellt sein. An vielen Stellen wirst du seltsame Töne hören. Manchmal ist es ein Rauschen, dann ein Knattern oder Trällern. An einigen Stellen trifftst du auf seltsam veränderte Stimmen. Besonders leicht findet man solche Sprechfunksignale im 40-m-Amateurfunkband.

Im Amateurfunk verwendet man nicht nur Morsezeichen, sondern auch Sprechfunk. Allerdings arbeiten die Sender anders als die Rundfunksender mit SSB-Modulation (Single Side Band). So benötigt man weniger Bandbreite und Sendeleistung. Weltweiter Funkverkehr gelingt bereits mit einem 100-Watt-Sender, während Rundfunksender meist eine tausendfach größere Sendeleistung verwenden.

Ein übliches Kurzwellenradio kann SSB nicht empfangen, aber dein Audion ist dafür geeignet. Wie beim Empfang von Morse sendern muss die Rückkopplung bis über den Schwingungseinsatz eingestellt werden. Versuche dann, genau die richtige Frequenz einzustellen. Kleinste Abweichungen lassen die Stimme des Funkers zu hoch oder zu tief ertönen. Es kann sich anhören wie eine Mickymausstimme. Mit dem Drehkondensator allein ist die Einstellung schwierig. Du kannst aber deine Hand in die Nähe des Schwingkreises halten und damit eine Feinabstimmung erreichen. Je weiter du dich der Spule näherrst, desto geringer wird die Frequenz. Mit etwas Übung und Geschick hörst du die Stimme klar. Mit der gleichen Methode kannst du außer Morse sendern und SSB-Sendern auch noch andere Funkdienste hören. Im Kurzwellenbereich findet man viele automatisch arbeitende Sender. Darunter sind Funkfernschreiber, deren Aussendung sich wie ein Trällern anhört. Andere Sender übertragen Bilder wie zum Beispiel Wetterkarten. Die übertragenen Daten kannst du nicht sehen, aber es ist interessant zu untersuchen, wie viele unterschiedliche Stationen sich im Kurzwellenbereich tummeln.

Oft findet man mitten in den Rundfunkbändern starke Sender, deren Signal nur als lautes Rauschen zu hören ist. Dabei handelt es sich um den neuen digitalen Rundfunk DRM, mit dem Sprache und Musik mit besonders guter Klangqualität auch über große Entfernung übertragen werden. Tatsächlich können auch diese Stationen mit dem RADIOMANN empfangen werden. Man benötigt aber dazu einen Computer und spezielle Software.

26 Funkenstörungen

Betätige einen Lichtschalter und schon hörst du ein Knacken in deinem Empfänger. Im Schalter entstehen kleine Funken, die zusammen mit den elektrischen Leitungen einen Sender bilden. Aber auch Motoren und andere Geräte können solche Funkstörungen verursachen. Die ersten Sender waren Funkensender. Im Handbuch zum alten RADIOMANN sind interessante Versuche mit eigenen kleinen Funkensendern beschrieben.

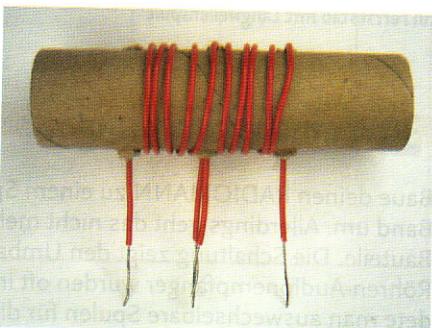
Oft sind übrigens die Störungen durch viele elektrische Geräte innerhalb des Hauses zu groß für einen guten Fernempfang. Dann hilft eine Außenantenne.

8 Selber basteln mit und ohne Lötkolben

Vielleicht reichen dir die Versuche mit dem vorhandenen Material nicht aus. Mit etwas Draht und zusätzlichen Bauteilen kannst du deinen RADIOMANN leicht erweitern oder sogar ganz umbauen.

27 Wer spricht denn da?

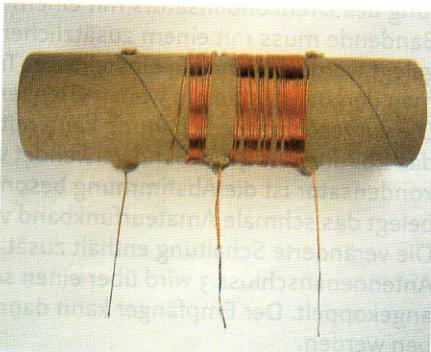
Baue dir eine eigene Kurzwellenspule für höhere Frequenzen. Besonders interessant ist der CB-Funkbereich um 27 MHz (11-m-Band). Mit der richtigen Spule kannst du zum Beispiel die Signale eines Handfunkgeräts abhören. Die Spule benötigt zwei im gleichen Wickelsinn aufgebrachte Wicklungen mit jeweils fünf Windungen. Verwende zum Beispiel einfachen Klingeldraht und wickle ihn auf eine selbst hergestellte Papprolle mit einem Durchmesser von etwa 16 mm. Die Enden müssen sorgfältig abisoliert werden, um sie mit den Anschlussklemmen zu verbinden. Allgemein kannst du die Frequenz deiner eigenen Spule so abschätzen: Bei gleichem Durchmesser bringen doppelt so viele Windungen die halbe Frequenz, halb so viele Windungen entsprechend die doppelte Frequenz.



Empfangsspule für den CB-Funk

28 Zwischen Mittel- und Kurzwelle

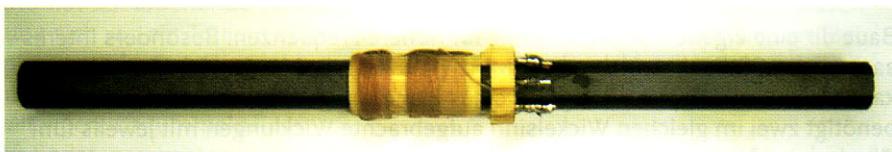
Baue dir eine Spule mit insgesamt 40 Windungen und einer Anzapfung bei der zehnten Windung. Nun kannst du Frequenzen ab 3 MHz empfangen, die auf den meisten Kurzwellenradios fehlen, weil sie zwischen Mittelwelle und dem üblichen Kurzwellenbereich liegen. Besonders interessant ist das 80-m-Amateurfunkband (3,5 bis 3,8 MHz). Hier findest du Morsestationen und SSB-Sender. Außerdem kannst du auch das 75-m-Rundfunkband bei 4 MHz empfangen.



Eine Spule für das 80-m-Band

29 Lange Wellen mit dem Ferritstab

Wenn du auch noch den Langwellenbereich ab 150 kHz empfangen möchtest, musst du entsprechend der tiefen Frequenz sehr viele Windungen auf einen großen Spulenkörper auftragen. Wenn du aber einen Ferritstab verwendest, kommst du mit weniger Draht aus. Oft kann man einen Ferritstab aus einem alten Radio ausbauen, vielleicht sogar schon mit der richtigen Spule. Wenn du die Spule selbstwickeln möchtest, versuche es mit 300 Windungen aus dünnem, lackisoliertem Kupferdraht (CuL 0,25). Die Anzapfung muss bei der 30. Windung liegen. Falls die Frequenz zu tief liegt, wickle vorsichtig einige Windungen ab.



Ein Ferritstab mit Langwellenspule

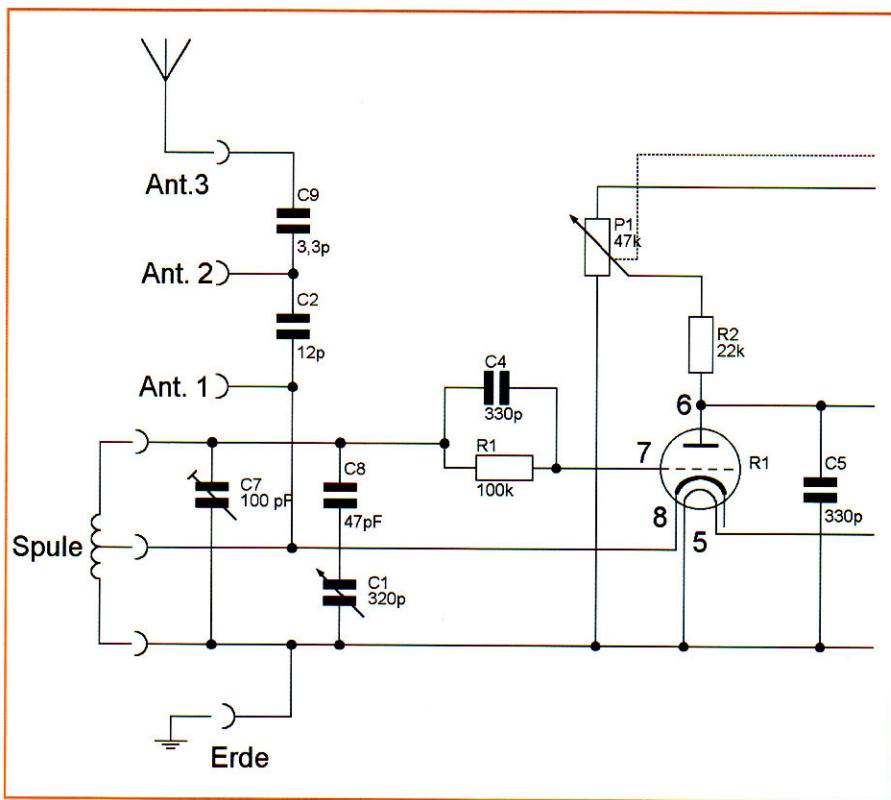
30 Feinabstimmung

Baue deinen RADIOMANN zu einem Spezialempfänger für ein bestimmtes Band um. Allerdings geht das nicht mehr ohne Lötkolben und einige zusätzliche Bauteile. Die Schaltung zeigt den Umbau für das 40-m-Amateurfunkband. Röhren-Audionempfänger wurden oft im Amateurfunk eingesetzt. Meist verwendete man auswechselbare Spulen für die einzelnen Bänder. Wichtig ist, dass man den Empfänger sehr genau einstellen kann. Der große Abstimmungsbereich deines Radios ist dabei eher ein Nachteil. Deshalb verwendet man Schaltungen zur Einengung des Abstimmungsbereichs auf ein einzelnes Band. Ein kleiner Frequenzbereich wird dann über die gesamte Skala gespreizt.

Die Einengung des abstimmbaren Bereichs erreichst du durch eine Reihenschaltung des Drehkondensators mit einem kleineren Festkondensator. Das untere Bandende muss mit einem zusätzlichen parallel geschalteten Kondensator festgelegt werden. Wenn ein einstellbarer Trimmkondensator verwendet wird, kann man den Bandanfang in weiten Grenzen wählen.

Die vorgeschlagene Schaltung kann mit der vorhandenen Kurzwellenspule für das 40- und das 41-m-Band verwendet werden. Bei weit hereingedrehtem Drehkondensator ist die Abstimmung besonders stark gespreizt. Etwa die halbe Skala belegt das schmale Amateurfunkband von 7,0 bis 7,1 MHz.

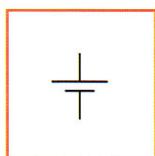
Die veränderte Schaltung enthält zusätzlich eine andere Antennenkopplung. Der Antennenanschluss 3 wird über einen sehr kleinen Kondensator noch schwächer angekoppelt. Der Empfänger kann dann auch mit langen Außenantennen betrieben werden.



Bandspreizung für das 40-m-Band

Wenn du einmal mit eigenen Änderungen angefangen hast, sind deiner Kreativität keine Grenzen gesetzt. Du könntest zum Beispiel mehrere Spulen mit fest angelöteten Kondensatoren für die einzelnen Rundfunkbänder bauen.

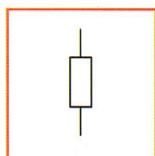
Schaltsymbole im Überblick



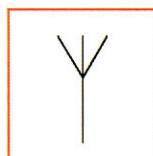
Batterie



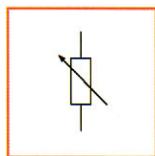
Übertrager



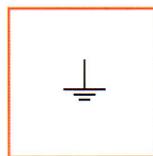
Widerstand



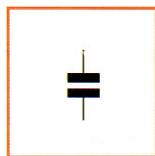
Antenne



Einstellbarer
Widerstand



Erdanschluss



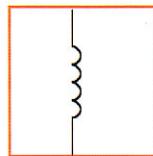
Kondensator



Triode



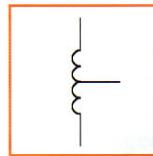
Drehkondensator



Spule



Trimmkondensator



Spule mit Anzapfung

RADIOMANN



Vor 70 Jahren brachte Kosmos den ersten RADIOMANN heraus. Der Jubiläums-RADIOMANN erinnert an diese Zeit. Nach einer Pause von etwa 30 Jahren hat Kosmos wieder ein Röhrenradio!

Der RADIOMANN arbeitet mit Batterien und empfängt Sender auf Mittelwelle und auf Kurzwelle. Mit dem Kopfhörer hörst du Stationen aus aller Welt.

► Es geht los auf Mittelwelle – mit der Röhre hörst du ganz Europa.

- Kurzwelle weltweit – du holst alles aus deinem Empfänger raus.
- Von lauten und leisen Tönen – einfache Röhrenversuche zum selber Experimentieren.
- Mit Spule und Kondensator – du lernst, wie alles funktioniert.
- Hören und gehört werden – sogar einfache Sendeversuche gelingen mit dem Gerät.
- Selber basteln mit und ohne Lötkolben – Erweiterungen für andere Frequenzen.

Dies und noch viel mehr erwartet dich, wenn du mit dem RADIOMANN experimentierst. Radiotechnik mit Röhren, das macht wirklich Spaß!